Territorios a examen II.
Interpretando los procesos de cambio

Territorios a exame II.
Interpretando os procesos de cambio



**Edición a cargo de** Rafael Crecente Maseda Urbano Fra Paleo

UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA publicacións La presente publicación recoge una selección de los Trabajos Fin de Máster realizados en el contexto de la segunda edición del Máster Universitario en Gestión Sostenible de la Tierra v del Territorio (MTT) de la Universidad de Santiago de Compostela impartido en la Escuela Politécnica Superior y el Instituto de Investigación en Biodiversidad y Desarrollo Rural (IBADER) del campus de Lugo durante el curso 2011-2012. Los capítulos del libro son una selección de aquellos trabajos que los editores consideramos de mayor calidad y relevancia, tanto para mostrar los conocimientos y destrezas adquiridas por los estudiantes en los estudios realizados, como por su contribución a una mejor práctica de la ordenación territorial en Galicia. Este doble objetivo responde a la pregunta ¿por qué un Máster en Gestión de la Tierra y el Territorio (MasterTerra) en Galicia impartido en una escuela de ingeniería y un centro de investigación?

## Territorios a examen II

Territorios a exame II

## CURSOS E CONGRESOS DA UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA Nº 221

## Territorios a examen II Interpretando los procesos de cambio

## Territorios a exame II Interpretando os procesos de cambio

Edición a cargo de RAFAEL CRECENTE MASEDA URBANO FRA PALEO

> Prefacio de RAMÓN VILLARES

2013 UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA



This work is under a Creative Commons BY-NC-SA 3.0 license.

Any form of reproduction, distribution, public communication or transformation of this work not included under the Creative Commons BY-NC-SA 3.0 license can only be carried out with the express authorization of the proprietors, save where otherwise provided by the law. You can access the full text of the license by clicking on the following link:

You can access the full text of the license by clicking on the following link

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/



Esta obra se encuentra bajo una licencia Creative Commons BY-NC-SA 3.0.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra no incluida en la licencia Creative Commons BY-NC-SA 3.0 solo puede ser realizada con la autorización expresa de los titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Puede acceder Vd. al texto completo de la licencia haciendo clic en este enlace:

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.es



Esta obra atópase baixo unha licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0.

Calquera forma de reprodución, distribución, comunicación pública ou transformación desta obra non incluída na licenza Creative Commons BY-NC-SA 3.0 só pode ser realizada coa autorización expresa dos titulares, agás excepción prevista pola lei.

Pode acceder Vd. ao texto completo da licenza premendo nesta ligazón:

http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/legalcode.gl

© Universidade de Santiago de Compostela, 2013

#### Edita

Servizo de Publicacións e Intercambio Científico Campus Vida 15782 Santiago de Compostela http://www.usc.es/publicacions

**DOI:** http://dx.doi.org/10.15304/cc.2015.7

# Índice

Prólogo	7
Гегга a Nosa? Ramón Villares	9
Cambios na cuberta do solo na comarca da Terra Chá antes e despois da entrada de España na CEE <i>María José Enríquez e Eduardo Corbelle</i>	15
As casas de labranza galegas, pasado ou futuro? Un estudo de caso na parroquia de Trasliste Marcos Vázquez e María do Mar Pérez-Fra	45
Clasificación de los usos del suelo en una zona rural con datos lidar multitemporales Sandra Buján, Eduardo Corbelle y David Miranda	61
La agricultura urbana en Lugo Patricia Gil y Andrés Manuel García	85
Marco normativo e institucional para el LBSAP de la ciudad de Lugo Patricia Sánchez, Urbano Fra.Paleo y Andrés Manuel García	101
Biodiversidad y servicios ecosistémicos para el plan estratégico de biodiversidad de la ciudad de Lugo Laura García, Urbano Fra.Paleo y Andrés Manuel García	125
Estudio multitemporal de la superficie ocupada para la cría de camarón en el Golfo de Fonseca, Honduras Óscar Juela Sivisaca, Eduardo Corbelle Rico y Miguel Cordero Souto	149
Escenarios de risco de inundación nas chairas do Río Sar en Bertamiráns <i>Alba M. Devesa e Urbano Fra.Paleo</i>	163
Integración de fotogrametría UAV y TLS para el modelado tridimensional de la ciudad hispano-musulmana de Vascos (Toledo)  Alicia Cañizares y María J. Iniesto	181

## Prólogo

En tiempos de incertidumbre y creciente complejidad el Máster en gestión sostenible de la tierra y del territorio se ha empeñado en avanzar con la segunda edición apostando conjuntamente por la continuidad y la ruptura. La transdisciplinariedad de los contenidos -con profesores interactuando con actores políticos y sociales- que permita abordar y dar soluciones a la complejidad; la permanente innovación en la docencia, para motivar al alumno a ser creativo y a arriesgarse a pensar de forma diferente; el fomento del espíritu crítico para cuestionar el conocimiento establecido; y el enfoque aplicado con vistas a la traslación de las ideas a la práctica profesional y a la vida ciudadana, son ya constantes y señas de identidad abrazadas por el máster.

El máster se ha reconvertido en Masterterra, haciendo más visible y destacado el concepto central, la sustancia de estudio e investigación. Se apunta a la tierra como elemento aglutinador de las dimensiones sociales, ambientales, económicas y tecnológicas del territorio, y éste como objeto de la planificación.

En este año se ha mantenido y reforzado la dimensión internacional a través de la cooperación con Ecuador, con antiguos estudiantes que han iniciado su práctica profesional a su regreso y nuevos estudiantes que cursan el programa. En el contexto del programa Erasmus un grupo de estudiantes han realizado prácticas de campo en el parque natural de Strofylia-Kotychi (Grecia) -un humedal costero y bosque mediterráneo de pinos- conjuntamente con alumnos de otras universidades europeas como van Hall Larenstein University of Applied Sciences (Holanda), University of Patras (Grecia) y European University of Tirana (Albania). Esto ha permitido el intercambio de experiencias y puntos de vista para compaginar la conservación ambiental con la gestión forestal en un ecosistema complejo.

Uno de los objetivos de Masterterra es trasladar los resultados más tangibles del máster a la sociedad y el mundo académico. Este volumen recoge algunos trabajos de

investigación realizados por los alumnos como manifestación de la perspectiva aplicada adoptada en los trabajos fin de máster. Cada artículo representa el esfuerzo por interpretar los procesos territoriales, por traducir los conceptos y metodologías aprendidas, los enfoques revisados, la experiencia obtenida en el trabajo colaborativo y el trabajo de campo, apoyándose en el estudio previos, y en la experiencia y orientación de los profesores.

Este texto sigue a la edición del anterior, *Traballos de ordenación territorial*, apoyándose en los resultados, completando análisis previos e iniciando otros nuevos, explorando distintos territorios de investigación.

Además contamos con la colaboración del profesor Ramón Villares, que no sólo ha aceptado la invitación para participar como docente en el máster aportando la perspectiva histórica, sino que prologa este volumen explorando el concepto y los varios enfoques de estudio que se han adoptado en Galicia. El futuro de un territorio no se construye sobre una tabula rasa, olvidando, desconociendo o despreciando la historia, sino que los procesos del pasado condicionan fuertemente los avances y los cambios que tienen lugar.

Las nuevas ediciones del máster serán oportunidades para recoger el trabajo de los alumnos en nuevos volúmenes, para invitar a otros expertos a compartir su conocimiento, y a transferirlo por escrito a través de esta tribuna de invitados.

Masterterra ha llegado hasta aquí y hoy continúa con nuevas ediciones gracias al interés de los alumnos por este campo de estudio, a la motivación de los profesores de la USC y de los profesores invitados por transmitir el conocimiento y la motivación, y a los que dan su apoyo para que esta visión de la investigación y de la docencia continúe adelante formando una comunidad.

Rafael Crecente Maseda Urbano Fra Paleo

8

### Terra a Nosa?

#### Ramón Villares

Presidente. Consello da Cultura Galega

Dicían os vellos galeguistas formados na 'escola' do Seminario de Estudos Galegos que o primeiro paso para transformar a realidade galega era afrontar a súa análise e o seu estudo. Eles trataron de facelo mediante 'xeiras' e 'estudos de caso' que fican até hoxe como un referente intelectual. Traballaron guiados non só por razóns eruditas ou de narcisismo intelectual, senón tamén como antídoto fronte estereotipadas visións que, moitas veces desde perspectiva tan soberbia como allea, se deron de Galicia e da súa agricultura, con frecuencia desprezada por minifundista e pouco 'capitalista'. Non é cousa de entrar nestes pormenores, pero si de recoñecer que desde hai un século dispomos de institucións e de figuras que, con criterio técnico depurado, foron construíndo unha imaxe diferente da Galicia agraria. Pensemos en centros como a Granxa agrícola experimental (Monelos e Mabegondo), na Misión Biolóxica de Galicia (Pontevedra) ou no labor de veterinarios como Juan Rof Codina ou de 'arbitristas' como Valeriano Villanueva. Con moitos anos de atraso, a universidade galega tamén acabou por incorporar os estudos de carácter agrario, asentados de forma case exclusiva no campus de Lugo. Veterinarios e enxeñeiros agrónomos e de montes forman, desde os anos oitenta, unha nova xeración intelectual da que ben poderían orgullarse os técnicos e intelectuais de antes da Guerra Civil. Os cultivadores das diversas ciencias sociais, desde a economía e a antropoloxía até a historia, tamén se sumaron con entusiasmo a esta laboría interpretativa da sociedade rural galega contemporánea.

Un dos seus resultados máis sólidos é o actual grupo interuniversitario *ReVolta*, que é capaz de agrupar todas estas olladas converxentes. E, dentro desa plataforma, penso que os traballos que se dan a lume nesta publicación poñen de relevo a importancia do grupo de investigación do territorio que, comandado polo enxeñeiro Rafael Crecente, está a funcionar no campus lugués como un exemplo de grupo interdisciplinar que pretende dar solucións a un dos problemas centrais da historia de Galicia toda, como son os usos do solo e a ordenación do territorio. Nos tempos vellos da agricultura tradicional, esta ordenación era feita de modo consuetudinario ou 'orgánico', como así era tamén a propia relación das persoas co contorno físico. Nos tempos que vivimos, nos que o territorio e a explotación da terra son o resultado de complexas políticas públicas e de decisións individuais ou cooperativas, o concurso da *expertise* e da ciencia é cada vez máis imprescindible. Por iso teño para min que a proposta de levar a cabo un *MasterTerra*, isto é, un mestrado

que permita formar especialistas na xestión do territorio, debe ser saudado como unha aposta pola continuidade da mellor liña de traballo seguida polas agriculturas europeas despois da Segunda Guerra Mundial, que foi a masiva aplicación dos adiantos científicos ao proceso produtivo agrario e forestal.

Abonda con ollar os temas dos traballos que se incorporan a esta publicación, así como as orientacións seguidas para a realización de proxectos de investigación por parte dos escolantes, para se decatar desta vontade de achegar resultados precisos para o mundo rural actual, sexa no campo dos usos do solo ou da ordenación das explotacións agrarias. incluíndo unha notable atención a unha das medidas técnicas máis controvertidas dos últimos decenios, como foi a concentración parcelaria. Pero unha vez recoñecido este valor e esta aposta, eu xa non podo avanzar un paso máis, por carecer da pericia necesaria para dar unha opinión fundamentada sobre esta materia. Agradezo, non obstante, o convite para escribir estas liñas limiares, así como a oportunidade que se me brindou para expoñer perante un auditorio tan selecto a miña propia experiencia de historiador do mundo rural galego, nomeadamente no campo da propiedade da terra. Non é do caso que repita aquí os contidos da miña intervención, pero non me resisto a facer unha breve reflexión sobre as mudanzas que foron experimentando o concepto e a idea da Terra na cultura galega do século vinte.

#### Terra como referente

Nalgures dixo Ramón Otero Pedrayo que el sentía de forma íntima o comportamento da natureza en toda a súa variedade: as augas e o vento, os ciclos da vida das árbores e, por suposto, tamén os animais en estado libre (tamén chamado 'selvaxe'), por non falar das sazóns en que, con cadencia anual, se expresa de forma harmónica esa mesma natureza. Para el e para moitos dos seus colegas da xeración Nós, a natureza en canto paisaxe humanizada era un elemento esencial da identidade galega. Tamén, ao seu modo, tiveron ese sentir os rexionalistas de Cataluña na súa descuberta da paisaxe dos Pirineos e, desde logo, os intelectuais da Institución Libre de Enseñanza, que fixeron do Guadarrama e da paisaxe castelá unha 'natureza patria'. Con estas evocacións históricas quero dicir que a natureza é moito máis que un dato. Contén, nas súas formas, os vestixios da acción humana sobre o territorio e, por tanto, é unha realidade necesitada de estudo non só desde o punto de vista físico, senón tamén cunha perspectiva social e cultural.

O estudo da Terra foi durante moitos anos un eixe central da xeografía. Nos tempos en que o determinismo xeográfico era unha das ideas-forza do pensamento social dunha Europa que estaba a gobernar o mundo, a apelación á Terra fíxose moi común entre *policy-makers*, comunicadores e, mesmo, no campo académico. Entre nós, sen ter sido especialmente deterministas, a cabeceira xornalística *A Nosa Terra* foi cuñada polas

Irmandades da Fala desde a súa aparición en 1916 e a expresión '¡Terra a nosa¡' acabou por ser un dos slogans políticos máis frecuentes da Galicia de anteguerra, mesmo como saúdo privativo entre os 'irmáns' do galeguismo. A Terra como referente identitario, a Terra como marca política, a Terra como cruxol que gardaba as esencias da patria. Esta apelación ideolóxica e política foi mudando na segunda metade do século XX e, desde logo, foi perdendo aínda máis vixencia na centuria en que andamos. Os referentes ideolóxicos pasaron a ser doutro estilo, ben de carácter cultural, como a lingua, ou ben un concepto de natureza económico-político, como o atraso.

Hoxe en día, pronunciar a palabra Terra carece do poder denotativo de natureza política e ideolóxica que tivo no pasado. Non desapareceu de todo como referente etnocultural, senón que se foi convertendo nun tema de estudo e de análise técnica das dimensións organizativas e da potencialidade material aue encerran a explotación. aproveitamentos do territorio. Aínda sen estar privada dos seus vellos ecos, a Terra é hoxe case un sinónimo de patrimonio natural e de factor de produción, máis que unha marca política e, mesmo, cultural. De ser un campo privilexiado de estudo para os xeógrafos culturais e historicistas, hoxe é asunto máis atendido por biólogos e científicos experimentais, polos enxeñeiros e os sociólogos e, naturalmente, polos expertos en economía agraria..., sen deixar de estar presente unha ollada histórica, isto é, unha reivindicación do Tempo para mellor entender o Espazo. Esta apelación á dimensión histórica permite analizar con menos cautelas o papel que hoxe desempeña a Terra e unha das súas consecuencias -a pequena propiedade campesiña- na Galicia actual. Como é ben sabido, tivo lugar desde finais do século XIX un proceso de propietarización masiva que fixo de Galicia unha sociedade propiamente campesiña, despois de ser superficialmente fidalga ou fondamente monástica. Pero este resultado non foi irrelevante nin neutro, porque esta organización do espazos agrarios e da súa titularidade xurídica está a marcar as roitas do presente e do inmediato futuro. Esta é a posición que cómpre debater ao principio deste terceiro milenio. Creo que resulta necesario repensar a funcionalidade actual e futura da propiedade da terra, tal como ficou fixada pola campesinización do século pasado, na medida en que algúns dos seus resultados actúan hoxe máis como 'estorbos' que acicates para un mellor e máis sostible aproveitamento do espazo.

#### Ser donos de seu

O primeiro paso é revisar o vello concepto de propiedade e historizar as súas mudanzas. A titularidade da terra pasou por moitas fases ao longo da historia, non sendo até os tempos modernos cando se asentou a idea do 'individualismo posesivo', que levou a unha definición da propiedade como a capacidade para uso e gozo dun ben de modo excluínte. A idea

de propiedade consagrada nos códigos civís acabou por ser omnímoda e, para o caso que nos ocupa, tivo algo de valor antropolóxico, na medida en que supoñía unha expresión do individuo dentro da comunidade. Hai un cuarto de século, coordinei un libro cuxo título reflectía de forma acaída unha conduta moi firme da sociedade galega, ser Donos de seu. O que se trataba de explicar era que a ansia por ser titular privado da Terra foi un dos obxectivos máis tenazmente perseguidos pola sociedade galega desde os tempos modernos até a actualidade. A lexitimación ideolóxica e os contidos xurídicos da propiedade mudaron co paso do tempo, pero esta obsesión pola posesión da terra foi e case segue a ser unha marca identitaria de Galicia, unha pauta da súa conduta histórica. Que esta posesión da terra acabase por ser 'campesiña' e 'parcelaria' é proceso hoxe ben coñecido, pero non sempre asumido como un resultado moito máis racional e coherente cunha tradición histórica do que pensan moitos analistas, presos nos seus clixés interpretativos de desprezos respecto dos campesiños e da pequena explotación. No fondo, a previsión do marxismo clásico, desde Marx a Kautsky, que entendía a evolución da "cuestión agraria" como unha aplicación literal do acontecido na industria capitalista non foi superada de todo.

Pero o caso de Galicia -e tampouco é unha excepción no contexto europeo- amosa que hai vías moi diferentes de se achegar a unha estrutura produtiva capitalista, na que o protagonismo sexa da pequena explotación e do propietario parcelario. Este foi o gran triunfo do campesiñado galego nos tempos contemporáneos, que logrou reter a titularidade xurídica das terras aforadas e, sobre todo, individualizar con criterios de vello 'complexo agrario', que diriamos con Abel Bouhier, inmensas extensións de bens comunais ou montes veciñais e de varas. O caso galego, se algo demostra, é que a obsesión polo tamaño da finca como paradigma interpretativo do carácter dunha agricultura tiña moito de ilusión óptica. E así foi como a realidade ía desmentindo de forma sistemática as análises de gabinete ou claramente idealistas que, con raras excepcións (L. Hernández Robredo, V. Villanueva, L. Peña Novo, Cruz Gallástegui...), cuñaron un carimbo para a agricultura galega de sector 'precapitalista' e 'atrasado'. O resultado foi xustamente o contrario: que, pola vía do campesiñado parcelario, a agricultura galega acometeu unha das reformas máis profundas que se podían imaxinar, cunha abrupta desagrarización que durou entre nós a metade de tempo do que durara en moitos países europeos, como mostrou a investigación de Edelmiro López Iglesias. As mudanzas foron consubstanciais co proio ethos da sociedade rural galega, na que calquera paisano pode dar conta de como mudou durante a súa vida a paisaxe agraria do seu contorno. Por veces parece que son máis conservadores os ollos do analista que os da figura analizada.

Porén, non hai ben que cen anos dure. O que foi un triunfo do campesiñado galego como vía de acceso á modernidade e, mesmo, á incorporación ao proceso produtivo do capitalismo agrario parece

amosar desde hai uns anos evidentes síntomas de cansazo, se non de fraqueza. O que resultou ser unha solución para un 'complexo agrario' de elevada ocupación e aproveitamento do territorio, no que había varios centos de miles de pequenas e medianas explotacións agrarias de progresiva especialización gandeira e leiteira, talvez sexa agora menos funcional para un panorama en que uns poucos milleiros de explotacións agrarias poderán ser suficientes para producir de forma masiva produtos gandeiros e, en menor medida, de carácter forestal. Non habería que 'repensar' o papel da propiedade parcelaria na Galicia agraria do século XXI, cando seguen en pé millóns de titulares de fincas rústicas que contrastan coa escaseza de titulares de explotacións agrarias e mesmo forestais? Na miña opinión, penso que esta reflexión é urxente e que, por vía inversa ao que aconteceu desde finais do século XVIII, aparecen de novo certos problemas que, para dicilo á moda ilustrada, se poderían cualificar como un lastre ou 'estorbo' para un mellor e máis sostible aproveitamento do espazo rural galego.

Falar de 'estorbo' é máis unha provocación para o debate que unha certeza. Pero dalgunha forma hai que construír algunha prognose que sexa congruente coa realidade de que se parte. E esta realidade amosa con claridade que os resultados da propietarización parcelaria foron o punto final dun longo proceso histórico que gardaba a coherencia interna propia dunha civilización rural secularmente construída. Pero as mudanzas producidas desde os anos sesenta do século pasado foron transformando e deturpando aquela organización cara a unha situación de desvertebración do territorio e de bloqueos na súa xestión. Non é precisa unha pescuda moi circunstanciada para se decatar dos atrancos que supón para un aproveitamento dos antigos montes comunais a súa titularidade xurídica de individualización minifundiaria que, en certo modo, contradí os propios usos tradicionais daqueles, que eran cooperativos. E tampouco é difícil non reparar nas dificultades que supón esta fragmentación parcelaria do territorio para unha xestión máis racional e integrada del, tanto nos seus usos como nos seus aproveitamentos.

E, serían capaces unhas novas políticas públicas de organizar sobre outras bases os usos (gandeiros, forestais, urbanísticos, cinexéticos, etc.) do territorio galego, ou debemos encomendar ao mercado a función de asignar recursos e regular este relativo caos? E, sería posible lograr un grande acordo social e político para esta regulación ordenada do territorio? Son preguntas que poden e deben ter unha resposta social e política, pero que tamén esperan un parecer técnico. E estou certo de que no seo destes grupos de investigación, dos que esta publicación é unha mostra, irán saíndo propostas para encarreirar un futuro para o agro galego que, sen ficaren presas da tradición, sexan compatibles coas necesidades da sociedade actual. Necesidades que poderían ser satisfeitas con propostas algo audaces, que supuxesen unha superación de vellas estratexias do campesiñado, nas que a resistencia máis ou menos pasiva e

a individualización acordada entre pequenos parceiros foi unha solución inesperada para un gran reto histórico.

O territorio galego foi o teatro onde se representou un drama histórico que acabou por ter como principal protagonista o campesiñado. Pero esta figura histórica está hoxe en transo de desaparición e cumpriría poñerse a facer un 'retrato-robot' de quen será o seu substituto histórico, tanto en termos socioeconómicos como propiamente culturais. Se non hai campesiños, senón agricultores ou 'produtores', para que seguir mantendo a vella concepción da Terra como un referente identitario individual, excluíndo toda posibilidade de entender o espazo como un espazo de proxección comunal ou cooperativa? Daquela, para que a Terra siga sendo nosa, talvez debe deixar de estar atada a tantos milleiros de vontades individuais que, en certo modo, impiden pensar ese espazo natural tamén en termos de cidadanía e de benestar colectivo e non unicamente como un triunfo identitario de labregos fachendosos. O que habería que evitar é aquilo que os campesiños evitaron no pasado: a concentración da terra en poucas mans que hoxe en día, no canto de seren grandes propietarios, tomarían a forma de grandes empresas máis vinculadas ao 'software' da produción agraria que ao 'hardware' que supón a propiedade da terra. Procesos complexos que precisan de debates e de políticas públicas, de grandes consensos e dun respecto pola propia historia, que é a mellor maneira de a mudar, garantindo xustamente que a Terra non deixe de ser nosa, pero que o sexa doutra maneira...

Santiago de Compostela, marzo de 2013

## Cambios na cuberta do solo na comarca da Terra Chá antes e despois da entrada de España na CEE

María José Enríquez<sup>1</sup> e Eduardo Corbelle<sup>2</sup>

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidade de Santiago de Compostela

#### Resumo

Este traballo busca caracterizar a magnitude, distribución espacial e forzas motrices dos cambios de uso na comarca da Terra Chá mediante a interpretación de fotografía aérea e o Mapa de Cultivos e Aproveitamentos de España, vinculándoos coas políticas agrarias e ambientais acaecidas nos períodos 1956-1985 e 1985-2005. Os resultados revelan que os cambios introducidos pola *Revolución Verde* e as políticas agrarias de intensificación e especialización (colonización e concentración parcelaria) determinaron a especialización agraria dalgúns municipios durante o primeiro período e a diverxencia cara o abandono e a forestación dos restantes durante o período 1985-2005, impulsados polas axudas da política agraria e as directivas ambientais e conservacionistas comunitarias. O estudo das forzas motrices mediante variables explicativas mostra patróns lóxicos: as variables estruturais determinan a conversión a uso agrario e a distancia á explotación, valores extremos das variables fisiográficas e a pertenza a MVMC rexen o cambio cara o abandono ou a reforestación.

#### **Abstract**

This paper discusses the magnitude, distribution and drivers of land use change in the area of Terra Cha using aerial photography and land use maps as data sources. It seeks to identify the interaction with the agricultural and environmental policies developed during 1956-1985 and 1985-2005. Results show that changes brought by the Green Revolution and agricultural policies encouraging intensification and specialization of farming (colonization and land consolidation) determined, during the first period, which municipalities would specialize in agricultural production and which ones would diverge towards farmland abandonment and afforestation. Agricultural subsidies and policies in the later years implied a further deepening of those differences. The explanatory variables identified show that changes follow a certain logical pattern: structural variables determined the conversion to farming, while distance from the farm, extreme physiographic variables, and belonging to MVMC influenced land abandonment and afforestation.

-

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> e-mail: mariajose.enriquez.garcia@usc.es

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> e-mail: eduardo.corbelle@usc.es

#### 1. Xustificación

A consideración do espazo como unha realidade unicamente física e ambiental, ou que subordina os aspectos sociais e culturais ós fisiográficos e bioxeográficos, esborrállase ante a evidencia de que o espazo é unha construcción social. En consecuencia, a paisaxe é a pegada espacial dos cambios socio-económicos da comunidade que xestiona o recurso terra.

A idea da paisaxe como o espazo en evolución implica que, ademais das potencialidades e limitacións intrínsecas do medio físico, se deban ter en conta as forzas motrices externas que condicionan e gobernan a intervención da sociedade no territorio e nos recursos territoriais. Polo tanto, o uso da terra "...implica tanto o xeito en que os atributos biofísicos son manipulados (uso) como a intención ou propósito subxacente para o cal se utiliza a terra (políticas)..." (Turner et al., 1995). Ambos deben ser estudiados e caracterizados conxuntamente.

No caso galego, a paisaxe actual é o resultado de marcados contrastes fisiográficos, climáticos, xeolóxicos e hidrolóxicos. A isto hai que engadir factores económicos, sociais, histórico-culturais, políticos e institucionais que dende antano determinaron a estrutura fundiaria fragmentada e minifundista que, en particular, dende mediados do século XX desencadearon un proceso de desagrarización e desruralización de Galicia (Sineiro García, 2008). Dentro destes factores, a partires de 1950 identificanse dúas forzas motrices: a) a demografía en paulatino declive e o desprazamento da poboación rural ás capitais ou vilas de promoción industrial no eixo atlántico (Ferrás Sexto, 2011), e b) as políticas agrarias de especialización produtiva, tanto nun período autárquico de política agraria de acceso (potenciación da cultura agronómica e consolidación de solucións técnicas e estruturais tales como a colonización, concentración parcelaria, a transformación revolucionaria do solo (Pérez González, 2002) ou a industria forestal papeleira (Rico Boguete, 1999), como nun período democrático, case europeísta, de política agraria de prezos e de mercado común. A imbricación de ambas forzas desencadeou a perda de máis do 80% dos activos agrarios (Lorenzana Fernández, 2006) e cerca do 40% das explotacións (Corbelle Rico e Crecente Maseda, 2008) dende os anos 60. Pasouse dun modelo de produción e xestión da terra familiar en numerosas e pequenas unidades de policultivo altamente dependente das superficies de monte (mato) (Balboa López, 1990; Bouhier, 2001) a un modelo de explotacións selectas cun aproveitamento intensivo das terras máis produtivas. Este troque, acompañado dun escenario de escasa mobilidade de terras, probablemente desencadeou o abandono ou reforestación das parcelas con menor aptitude agrícola ou con deficiencias estruturais para a motorización das labores agrarias.

A investigación destes cambios en Galicia só foi realizada interesándose polas prácticas e políticas sectoriais de épocas concretas: modelo en agras

a mediados do século XX (Bouhier, 2001; Cabana Iglesia, 2008); a política de colonización franquista (Cardesín Díaz, 1987); as repoboacións do Patrimonio Forestal do Estado (Rico Boquete, 1995); os devires históricos dos Montes Veciñais en Man Común (Balboa López, 1990); a concentración parcelaria (Crecente Maseda, 1998; Miranda Barrós, 2002); a constitución en autonomía e transferencia de competencias en ordenación do territorio (Hildenbrand, 2006); os programas e reformas da Política Agraria Común (López Iglesias, 2000) con medidas tan determinantes como as axudas para o retiro dos agricultores ou a reforestación de terras agrícolas (García Arias e Pérez Fra, 2001); o Plan de Desenvolvemento Comarcal (Precedo Ledo, 1997); a lexislación de prevención e defensa contra os incendios ou o Banco de Terras que, na actualidade, apenas tiveron tempo de deixar impronta territorial dos seus efectos (Nogueira López e Sanz Larruga, 2008).

A maiores, téñense publicado múltiples estudos socioeconómicos sectoriais tomando como referente o fito temporal da entrada de España na CEE, tanto dende un punto de vista agrario debullando os datos procedentes dos distintos censos de poboación, censos agrarios ou enquisas ás explotacións (Lamo de Espinosa, 1997; Colino Sueiras, 1980; López Iglesias, 2000; Lorenzana Fernández, 2006; Pérez Fra et al., 2007; Corbelle Rico y Crecente Maseda, 2008; Sineiro García, 2008), como dende un punto de vista forestal (García Arias e Pérez Fra, 2001; Guimarey Fernández e Corbelle Rico, 2012).

Tratándose de descricións sectoriais, espacial e temporalmente puntuais e inconexas, era necesario realizar unha análise histórica e espacial continua. Nesta dirección, Corbelle Rico (2010) trazou as grandes liñas evolutivas dos cambios de uso do solo e identificou as variables estruturais e biofísicas motrices (facendo fincapé na superficie agrícola utilizada) dende mediados do século XX ata 2003 na comarca da Terra Chá.

Na cuantificación da superficie comarcal que cambiou de uso entre 1956 e 2003, xorde a data da entrada de España na CEE como posible punto de inflexión dado que as políticas de especialización na produción de leite, que xa se viñan definindo nas décadas precedentes, sufriron un forte impulso coa adhesión á Política Agraria Común. En concreto, a entrada de España na CEE prodúcese nun momento de profunda revisión da Política Agraria Común a raíz da presión exercida polos EE.UU. dentro da Ronda Uruguay do GATT e do elevado custo interno de sostemento de prezos das producións excedentarias (Ramon i Sumoy, 2007). Así, a Reforma MacSharry de 1992, a parte de propor a redución dos prezos de intervención para acercalos a prezos internacionais e de establecer os pagos directos, incluíu as chamadas medidas de acompañamento, cunha alto impacto nos usos do solo en Galicia: a promoción da extensificación

produtiva<sup>3</sup>, o cese de explotacións e abandono de parcelas<sup>4</sup> e a reforestación de terras agrícolas<sup>5</sup>.

A elas habería que sumar os efectos sinérxicos doutras políticas ambientais europeas, nacionais e autonómicas: Lei 10/1985, de 14 de agosto, de Concentración Parcelaria para Galicia; a Lei 55/1980, do 11 de novembro e a Lei 13/1989, do 10 de outubro, de Montes Veciñais en Man Común; o Plan Forestal de Galicia de 1992 ou a Lei 11/1985, do 22 de agosto, de adaptación da lei do solo a Galicia, entre outras moitas.

#### 2. Obxectivos

A propósito de constatar a hipotética repercusión da entrada de España na Unión Europea no proceso de intensificación e especialización produtiva iniciada nos anos sesenta, proponse estudar o cambio de usos dende mediados do século XX ata a actualidade na comarca da Terra Chá cunha análise multitemporal da fotografía histórica –mediante fotointerpretación- que permita distinguir os procesos nos períodos 1956-1985 e 1985-2005. En particular, trátase de analizar a magnitude, a dirección e a distribución espacial dos cambios de uso da terra acontecidos, así como de proporcionar coñecemento acerca das forzas motrices mediante variables biofísicas e estruturais explicativas, diferenciando resultados antes e despois da década dos oitenta.

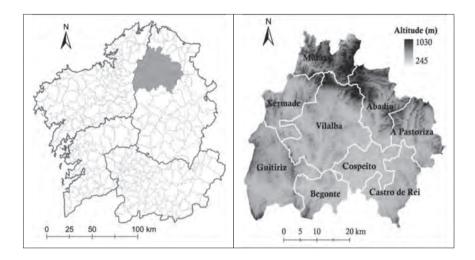
Respecto da comarca de estudo, a Terra Chá é un caso paradigmático pois, partindo dunha paisaxe tradicional en agras (Bouhier, 2001), centrou moitas das políticas agrarias habidas nos dous períodos considerados (1956-1985 e 1985-2005): proxecto de colonización (Matodoso, A Espiñeira, Arneiro e Veiga do Pumar), establecemento da Comunidade de Regantes da Terra Chá, procesos de concentración parcelaria, axudas á especialización produtiva en gando de leite e forraxes e declaración dunha das primeiras Zonas de Especial Interese Agrario.

.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Regulamento CEE 2078/92 do Consello de 30 de Xuño, sobre métodos de produción agraria compatibles coas esixencias da protección do ambiente e a conservación do espazo natural

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Regulamento CEE 2079/92 do Consello de 30 de Xuño, polo que se establece un réxime comunitario de axudas á xubilación anticipada na agricultura.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> Regulamento CEE 2080/92, do Consello de 30 de xuño, polo que se establece un réxime de axudas ás medidas forestais na agricultura



**Figura 1.** Situación, división municipal e modelo dixital do terreo da comarca da Terra Chá.

Por outra banda, a comarca presenta un contraste orográfico (Abadín e Muras máis montañosos que o resto de municipios da planicie) e socioeconómico notables (Vilalba, capital comarcal, e Begonte, onde a poboación activa agraria rolda o 15% mentres que nos restantes municipios representa o 30% da poboación activa (IGE, 2010)) que permitirán constatar diverxencias produtivas e identificar variables chave dos concellos segundo esta diferente caracterización.

#### 3. Material e métodos

#### 3.1. Materiais

As principais fontes de datos empregadas foron:

- Ortofoto do voo americano (Serie B) 1956-57. Ademais do detalle da escala -1:33.000- ten aspectos relevantes relativos á data de obtención, coincidente coa aprobación en 1956 da primeira lei do solo estatal española (1956-2007), e de describir a situación previa ó milagre económico español dos anos sesenta.
- Ortofoto do voo xeral de España 1984-85. Esta fonte proporciona unha calidade similar á anterior (escala 1:30.000) e ten unha relevancia particular xa que aporta unha visión do territorio anterior á incorporación de España á Unión Europea (1986) e ós cambios que a Política Agraria Común (PAC) provocaría en España e, moi especialmente, en Galicia.

- Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España de 2000-2010. Foron producidos polo Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) a unha escala nominal 1:50.000 a partir do Sistema de Información da Ocupación do Solo de España (SIOSE) a escala 1:25.000 (de aí que o grao de detalle e calidade sexa superior á nominal). Ao ser realizado a partir do SIOSE supón que a orixe da fotografía aérea corresponde a 2005. Só está dispoñible en formato dixital para visualización e consulta no Sistema de Información Xeográfico do Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medioambiente<sup>6</sup>
- A base de datos de variables biofísicas e estruturais (Táboa 2) foi elaborada a partir de: cartografía do Centro Nacional de Información Geográfica (altitude, pendente, orientación e radiación solar), da Infraestrutura de Datos Espaciais da Administración Lucense (distancia a entidades, distancias a edificacións e distancia a vías), do Sistema de Información Xeográfica de Parcelas Agrícolas (superficie total, índice de forma e adxacencia a cursos de auga), da Axencia Estatal de Meteoroloxía (temperatura e precipitación) e do Laboratorio do Territorio (porcentaxe de superficie parroquial concentrada e pertenza ou non a zonas de colonización ou Montes Veciñais en Man Común).

Os programas utilizados para o tratamento dos datos xeográficos foron ESRI® ArcMap™ 9.3. e GRASS (GRASS Development Team, 2008) e a análise estatística fíxose con R Project for Statistical Computing v2.10.1 (R Development Core Team, 2008).

#### 3.2. Metodoloxía

As fases seguidas na análise foron tres: a) mostraxe de puntos e fotointerpretación das imaxes, b) tratamento de datos para a caracterización estática do uso do solo en cada fito temporal e caracterización das direccións de cambio para cada un dos dous períodos e c) axuste de modelos explicativos dos cambios de uso acontecidos en base ás variables biofísicas e estruturais consideradas.

#### 3.2.1. Mostraxe e fotointerpretación

Sobre as fotografías do voo da Serie D (1984-1985) fíxose unha mostraxe aleatoria estratificada con afixación proporcional respecto da superficie municipal tomando como base unha malla cadrada de 500 m de lado na que cada punto podía ser obxecto de clasificación. Resultaron 2638 puntos de mostraxe.

-

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> http://sig.magrama.es/siga

Unha vez identificados os puntos de mostraxe, superpuxéronse ás ortoimaxes e debuxouse unha parcela circular de 12 metros de diámetro en torno a cada punto na que se fotointerpretou visualmente a cuberta maioritaria existente. Para a fotointerpretación adoitouse unha clasificación simple con catro grandes clases: a) superficie agrícola (terra arable, prados e pasteiros), b) mato, c) arborado e d) improdutivo, incluíndo este último a todas aquelas cubertas do solo diferentes das anteriores, tales como masas de auga, vías, edificacións, canteiras ou solo nu.

Para a caracterización no período 2004-2005, a asignación do uso a cada punto foi realizada de xeito automático a partir do Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España (MCA). Unha vez identificado o uso segundo a lenda do MCA, as clases de cobertura reclasificáronse de acordo coas clases simples de fotointerpretación adoitadas (Táboa 1).

**Táboa 1.** Reclasificación da lenda do Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (MCA) en catro categorías básicas.

Lenda MCA 2000-2009	Clase simple
Asociación de coníferas e frondosas	
Asociación de coníferas e eucalipto	
Eucalipto	Arborado
Chopo e álamo	Arborado
Coníferas	
Outras frondosas	
Frutais en secano	
Regadío	
Labor secano	Superficie
Prados naturais	agrícola
Pastizais	
Viñedo en secano	
Mato	Mata
Pastizal-matorral	Mato
Improdutivo	Improdutivo

#### 3.2.2. Distribución de usos e matrices de cambio

A caracterización comarcal e por termos municipais dos usos do territorio nos tres períodos (1956, 1985 e 2005) foi feita a partir da porcentaxe de puntos como estimación da porcentaxe de superficie ocupada por cada unha das clases de uso establecidas (superficie agraria, arborado, mato e improdutivo). Os valores acompáñanse dos intervalos de confianza calculados de acordo coa proposta de Goodman (1965) para unha distribución multinomial.

Os cambios acontecidos entre 1956-1985 e 1985-2005 preséntanse en sendas matrices de cambio como comparación das cubertas identificadas en cada punto a comezos e final de cada período (Táboas 8 e 9). As cifras na diagonal representan a porcentaxe de puntos que non mudaron de cuberta. Os valores restantes representan o cambio dende a clase da fila á clase da columna.

#### 3.2.3. Axuste de modelos explicativos

A análise dos cambios acontecidos complétase coa análise de correlación entre as proporcións de cambio obtidas e un conxunto de variables seleccionadas (Gellrich et al., 2007; Overmars et al., 2007; Serra et al., 2008) que permitan caracterizar as zonas nas que os cambios tiveron lugar. A metodoloxía proposta ten un obxectivo descritivo, pretende dilucidar as variables motrices de maior significación sobre pautas de cambio observadas. En ningún caso, o axuste busca obter funcións que proxecten ou estimen tendencias de cambio segundo a localización.

#### Selección de variables

As variables explicativas utilizadas son de varios tipos: fisiográficas, climáticas e relativas á estrutura do parcelario (Táboa 2). A metodoloxía proposta baseada na mostraxe de puntos en tres períodos temporais distintos fai difícil incluír no axuste variables demográficas e socioeconómicas, a pesar da súa influencia nos cambios acontecidos, por dúas razóns: a) existe un desfase temporal de magnitude descoñecida entre os cambios socioeconómicos e a súa manifestación na variación da cobertura do terreo (Gellrich et al., 2007) e b) en xeral, os datos non están dispoñibles coa desagregación espacial necesaria (a menor escala dispoñible é a escala municipal).

As variables seleccionadas para levar a cabo o axuste de modelos foron sometidas a unha análise de correlación cunha dobre finalidade: operativa, co obxectivo de reducir o número de variables a manexar, e de fiabilidade, pois a existencia de correlación afecta negativamente á significación dos coeficientes resultantes do axuste (García Pérez, 2008).

**Táboa 2.** Variables biofísicas e estruturais empregadas no axuste de modelos explicativos.

#### Fisiográficas

Altitude (m)

Pendente (%)

Orientación (°)

Linde ou adxacencia con cursos de auga (V/F)

#### Climáticas

Precipitación anual (mm)

Precipitación estival (mm)

Temperatura media anual (°C), índice climático de Emberger ou índice pluviométrico

Temperatura media das mínimas do mes máis frío (°C)

Temperatura media das máximas do mes máis quente (°C)

Radicación solar teórica no solsticio de verán (Wh/m²)

Radicación solar teórica no solsticio de inverno (Wh/m²)

Índice climático de Emberger ou cociente pluviométrico (Q):

$$Q = (100 \cdot P) / [2 \cdot (T_1 + t_1) / 2 \cdot (T_1 - t_1)]$$

Onde: P = precipitación anual (mm),  $T_1$  = temperatura media das máximas do mes máis quente (°C) e temperatura media das mínimas do mes máis frío (°C)

Índice de aridez ou índice de Giacobbe (G):

$$G = (100 \cdot P) / T_1 \cdot (T_1 - t_1)$$

Onde:  $P = precipitación anual (mm), T_1 = temperatura media das máximas do mes máis quente (°C) e temperatura media das mínimas do mes máis frío (°C)$ 

#### **Estruturais**

Superficie total da parcela (m<sup>2</sup>)

Distancia a entidades (m)

Distancia a vivendas (m)

Distancia a outras edificacións (m): distancia a edificacións de uso non residencia que no ámbito comarcal no que se encadra o estudio se corresponderán con edificacións auxiliares á explotación

Distancia a vías de comunicación (m)

Proporción de parroquia concentrada (%)

Índice de forma da parcela:

 $\overline{\text{IF}} = 4* \text{ (Superficie total da parcela (m}^2))}^{1/2} / \text{Perímetro (m)}$ 

Linde ou adxacencia a vías de comunicación (V/F)

Pertenza a áreas de colonización do antigo INC (V/F)

Pertenza a Monte Veciñal en Man Común (V/F)

Aptitude do solo para millo: A2>A3>N1>N2 (Díaz-Fierros y Gil, 1984)

Aptitude do solo para prado: A1> A2>A3>N1>N2 (Díaz-Fierros y Gil, 1984)

Aptitude do solo para pinaster: A1> A2>A3>N1>N2 (Díaz-Fierros y Gil, 1984)

Táboa 3. Coeficiente de correlación de Spearman para as variables biofísicas cuantitativas consideradas. Resaltadas aquelas que presentan un nivel de correlación superior a 0.7.

v ariabies	O. Santo city	A 1434m do	Р.	Ъ.	$\mathbb{T}^a$	$\mathrm{T}^a$	$\mathbf{L}^{a}$	Rad.	Rad.	I.	I.
	Orientacion	Allinue	annal	estival	media	mminmt	mmaxmd	inverno	Verán	Emberger	Giacobbe
Pendente	-0,02	0,65	0,52	0,47	-0,59	0,46	0,47	-0,65	-0,01	0,46	0,43
Orientación		0,02	0,00	-0,01	-0,04	0,05	0,03	0,45	0,73	-0,01	-0,02
Altitude			0,71	0,63	-0,94	0,63	0,77	-0,28	0,04	0,60	0,56
P. anual				96,0	-0,52	0,37	0,31	-0,25	0,00	66,0	96,0
P. estival					-0,45	0,27	0,22	-0,23	0,00	96,0	1,00
Γ <sup>a</sup> media						-0,48	-0,70	0,22	-0,08	-0,40	-0,37
Γ <sup>a</sup> mminmf							0,84	-0,26	0,02	0,27	0,21
Γ <sup>a</sup> mmaxmq								-0,24	0,02	0,18	0,14
Rad. inverno									0,56	-0,23	-0,22
Rad. Verán										-0,01	-0,01
[. Emberger											0,98

Táboa 4. Coeficiente de correlación de Spearman para as variables estruturais cuantitativas consideradas. Resaltadas aquelas que presentan un nivel de correlación superior a 0.7.

			Distancia	Distancia		
Variables	Distancia entidade	Distancia vivendas	edif.	estradas	Prop. concentración	I. forma
Superficie	0,46	0,45	0,40	0,38	0,05	-0,08
Dtcia entidade		0,45	0,72	0,60	00'0	-0,12
Dtcia vivendas			0,55	0,44	-0,01	-0,13
Dist. edif.				0,65	-0,03	-0,10
E D. estradas					-0,06	-0,11
Prop. concentración						0,14

O test de Kolmogorov-Smirnov obrigou a rexeitar a hipótese de normalidade para todas as variables analizadas. Nestes casos, a análise de correlación mediante o coeficiente de Spearman é a alternativa non paramétrica ó coeficiente de correlación de Pearson.

O coeficiente de Spearman toma valores entre +1 e -1. Canto máis próximo estea a estes valores maior será o grao de correlación entre as variables. O valor umbral é de  $\pm$  0.5 para algúns autores (Millington et al., 2007) e  $\pm$  0.8 para outros (Corbelle Rico, 2010). Neste estudio o umbral estableceuse en 0.7 co obxectivo de reducir a colinealidade entre o elevado número de variables que superan e roldan dito valor sen, á vez, perder demasiada información.

Inda a risco de non contemplar posibles correlacións entre as variables biofísicas e estruturais, o estudo da mesma fíxose illadamente para un e outro grupo (Táboas 3 e 4). As variables biofísicas descartadas foron a temperatura media, a temperatura media das máximas do mes máis cálido, a precipitación estival, a radiación solar teórica no solsticio de verán e os índices climáticos de Emberger e Giacobbe; que están correlacionadas, respectivamente, coa altitude, a temperatura media das mínimas do mes máis frío, a precipitación anual, a orientación e, no caso dos índices climáticos, co resto de variables climáticas, pois son a súa base de cálculo.

De entre as variables estruturais só se prescindiu da distancia aos núcleos de poboación, mantendo a distancia a outras edificacións como aproximación da distancia da parcela á explotación máis próxima.

As variables categóricas consideráronse suficientemente relevantes como para incluílas todas no modelo de axuste, inda a risco de introducir certa colinealidade. Por exemplo, a pertenza a un MVMC ou a zonas de colonización e a porcentaxe parroquial concentrada teñen influencia suficiente sobre os cambios do uso do solo, independentemente do grao de correlación coa altitude do terreo, como para ser tidas en conta.

Entre as variables de aptitude do solo (Díaz Fierros, 1984), e pretendendo explicar como os usos ocuparon as mellores ou peores calidades, a aptitude para millo, pasto e piñeiro tamén foron incluídas na análise descritiva independentemente da súa posible correlación entre elas ou coas restantes variables fisiográficas ou climáticas.

Previamente ó axuste de modelos, as variables explicativas foron estandarizadas, restando a cada valor a media e dividindo pola desviación típica para obter coeficientes comparables entre si.

#### Axuste de modelos

Os cambios de uso do solo considerados foron a roturación de terras (paso de mato ou arborado a superficie agrícola, repoboación de terras que estaban dedicadas a mato (paso de mato a arborado), forestación de terras agrícolas (paso de superficie agrícola a arborado) e abandono ou perda de terras agrícolas (paso de superficie agrícola a mato).

Os modelos lineais xeralizados (Generalized Linear Model, GLM) son unha extensión dos modelos lineais que permiten utilizar distribucións non normais dos erros (binomial, Poisson, Gamma...) e varianzas non constantes. Este tipo de modelos teñen dúas propiedades importantes, que foron tidas en conta á hora de aplicalos (Cayuela Delgado, 2009): a estrutura de erros e a función de vínculo. A primeira define o tipo de distribución de erros probable: Gamma para coeficientes de variación constantes, Poisson para conteos e binomial para o caso de datos lóxicos (presencia/ausencia) (Morisette et al., 1999). Por outra banda, a función de vínculo encárgase de linealizar a relación entre a variable resposta e as variables independentes mediante unha transformación identidade, logarítmica, recíproca, exponencial ou raíz cadrada (Manning e Mullahy, 2001). Para variables lóxicas con erros binomiais, a función vínculo será logit (Morisette et al., 1999), e dicir, o logaritmo do cociente de probabilidades.

A aceptación ou rexeite de cada variable como explicativa (hipótese nula de coeficiente cero) fíxose mediante o test de contraste da regresión. Os estatísticos de avaliación foron o coeficiente de axuste, o erro estándar, o valor z da distribución, o *p-valor* asociado e, fundamentalmente, o nivel de significación (0.001, 0.01, 0.05 ou 0,1).

#### 4. Resultados e discusión

#### 4.1. Distribución das cubertas do solo

A fotointerpretación da cuberta do solo a partir do voo fotogramétrico de 1956 (Táboa 5) mostra un uso do territorio con fins agrarios maioritario. O mato e a superficie agrícola dominan a partes iguais e só o 7% da superficie comarcal son masas arboradas, naturais na súa maioría (sebes, bosquetes de frondosas e masas lineais de ripisilva). Estes valores coinciden co modelo de uso do solo existente: as agras (Balboa López, 1990; Cabana Iglesia, 2008; Calvo Iglesias, 2010 ). A dependencia agrícola do mato como adubo convertíao nun cultivo máis, de aí a importancia desta cuberta do solo nesta época. Ademais, as extensas masas de brezais húmidos e turbeiras de cobertor no norte da comarca (Serra do Xistral) como terreos edáfica e fisiograficamente non aptos para o aproveitamento agrícola xustifican a maior dedicación a mato, mantida ó longo do tempo nos concellos de Abadín, Muras, Xermade, e parte de Vilalba.

-	Oct	pación do solo 1	956-1957	
Concello	Arborado	Improdutivo	Mato	Superficie agrícola
Abadín	5,7 (3,1; 10,0)	2,3 (0,9; 5,7)	53,7 (46,5; 60,7)	38,3 (31,6; 45,5)
Begonte	8,4 (4,9; 13,8)	2,4 (0,9; 6,2)	31,9 (25,0; 39,6)	57,4 (49,5; 64,9)
Castro de Rei	6,7 (3,9; 11,2)	3,7 (1,8; 7,5)	37,0 (30,4; 44,2)	52,7 (45,5; 59,7)
Cospeito	8,0 (4,9; 13,0)	3,5 (1,6; 7,4)	25,2 (19,3; 32,1)	63,3 (56,0; 70,1)
Guitiriz	3,3 (1,6; 7,0)	1,3 (0,4; 4,3)	51,8 (44,7; 58,9)	43,5 (36,5; 50,7)
Muras	8,7 (5,4; 13,6)	1,0 (0,3; 3,7)	64,7 (57,5; 71,2)	25,7 (19,9; 32,4)
A Pastoriza	3,3 (1,6; 7,0)	2,3 (0,9; 5,7)	47,0 (39,9; 54,2)	47,3 (40,3; 54,5)
Vilalba	10,7 (7,0; 15,9)	3,0 (1,3; 6,6)	37,0 (30,4; 44,2)	49,3 (42,2; 56,5)
Xermade	9,7 (6,2; 14,8)	2,0 (0,8; 5,2)	60,3 (53,1; 67,1)	28,0 (22,0; 34,9)

Táboa 5. Ocupación (%) do solo por concello en 1956-1957.

45,8 (43,3; 48,2)

44,7 (42,3; 47,2)

7,1 (6,0; 8,5)

Comarca

Este modelo de agricultura de subsistencia (Calvo Iglesias, 2010) e a demanda de terreo produtivo paralela a uns censos demográficos e agrarios que comezan por ese entón o seu declive (Corbelle Rico e Crecente Maseda, 2008), sen dúbida xustifican as porcentaxes de ocupación deste período respecto das dos vindeiros anos.

<b>Táboa 6.</b> Ocupación (%)	do solo 1	por concello en	1984-1985.
-------------------------------	-----------	-----------------	------------

	Oc	upación do solo	984-1985	
Concello	Arborado	Improdutivo	Mato	Superficie agrícola
Abadín	9,1 (5,7; 14,2)	4,1 (2,0; 8,0)	44,3 (37,2; 51,5)	42,6 (35,6; 49,8)
Begonte	16,7 (11,6; 23,3)	4,8 (2,4; 9,3)	38,1 (30,8; 45,9)	40,5 (33,1; 48,3)
Castro de Rei	12,0 (8,1; 17,5)	4,7 (2,4; 8,7)	27,0 (21,1; 33,8)	56,3 (49,1; 63,3)
Cospeito	12,4 (8,2; 18,2)	5,8 (3,2; 10,4)	11,3 (7,3; 16,9)	70,5 (63,3; 76,9)
Guitiriz	13,6 (9,3; 19,3)	2,7 (1,2; 6,2)	39,3 (32,5; 46,6)	44,4 (37,4; 51,7)
Muras	15,6 (11,0; 21,6)	2,0 (0,8; 5,3)	66,4 (59,3; 72,9)	15,9 (11,3; 22,0)
A Pastoriza	8,1 (5,0; 13,0)	2,4 (1,0; 5,7)	24,0 (18,4; 30,7)	65,5 (58,4; 72,1)
Vilalba	18,0 (13,1; 24,2)	4,0 (2,0; 7,9)	33,7 (27,2; 40,8)	44,3 (37,4; 51,5)
Xermade	13,7 (9,4; 19,4)	2,7 (1,1; 6,1)	51,3 (44,2; 58,4)	32,3 (26,0; 39,4)
Comarca	13,2 (11,6; 14,9)	3,6 (2,8; 4,7)	37,4 (35,1; 39,8)	45,7 (43,3; 48,2)

<sup>\*</sup> Cada valor aparece acompañado do intervalo de confianza ( $\alpha$  = 0.05), segundo Goodman (1965) para distribucións multinomiais.

A distribución de coberturas do solo segundo usos en 1985 (Táboa 6) mostra unha maior proporción de superficie arborada: case o dobre que a de 1956. Non obstante, segue acadando valores baixos (14%) en termos comarcais. O segundo apunte é que, inmersos dende os 60 nun proceso de especialización produtiva de altos rendementos, mantense a superficie agrícola a niveis de 1956.

<sup>2,4 (1,8; 3,3)</sup> \* Cada valor aparece acompañado do intervalo de confianza ( $\alpha = 0.05$ ), segundo Goodman (1965) para distribucións multinomiais.

Esta torna produtiva acentuou as diferenzas de usos entre concellos: en Castro de Rei, Cospeito e A Pastoriza (concellos nos que se aplicaron mais intensamente as políticas de colonización e iniciaron os procesos de concentración parcelaria) incrementou a superficie agraria, mentres que en Muras e Xermade incrementouse o dominio da superficie a mato.

O escenario en 2005 (Táboa 7) mostra un reparto equilibrado das tres coberturas do solo: superficie agrícola (38%), mato (28%) e arborado (32%). Produciuse un claro incremento da superficie forestal a costa da superficie agrícola e do mato, consecuencia da caída dos censos demográficos e agrarios (Corbelle Rico 2010) e do fomento do cese anticipado da actividade agraria (sobre todo nos concellos periféricos e máis montañosos da comarca).

	Ocu	pación do solo 2	004-2005	
Concello	Arborado	Improdutivo	Mato	Superficie agrícola
Abadín	27,0 (21,1; 33,8)	1,7 (0,6; 4,7)	36,7 (30,1; 43,8)	34,7 (28,2; 41,8)
Begonte	46,0 (38,4; 53,9)	4,4 (2,1; 8,8)	23,8 (17,8; 31,1)	25,8 (19,6; 33,2)
Castro de Rei	30,0 (23,9; 37,0)	5,0 (2,7; 9,2)	11,7 (7,8; 17,1)	53,3 (46,1; 60,4)
Cospeito	23,8 (18,1; 30,6)	2,4 (1,0; 5,9)	8,7 (5,4; 13,8)	65,0 (57,7; 71,7)
Guitiriz	41,3 (34,5; 48,5)	2,7 (1,1; 6,1)	25,0 (19,3; 31,7)	31,0 (24,8; 38,0)
Muras	32,0 (25,7; 39,0)	0,3 (0,0; 2,6)	53,3 (46,1; 60,4)	14,3 (10,0; 20,1)
A Pastoriza	21,7 (16,3; 28,2)	3,0 (1,3; 6,6)	19,7 (14,6; 26,0)	55,7 (48,5; 62,6)
Vilalba	40,0 (33,2; 47,2)	2,7 (1,1; 6,1)	24,3 (18,7; 31,0)	33,0 (26,6; 40,1)
Xermade	25,7 (19,9; 32,4)	1,3 (0,4; 4,2)	42,3 (35,4; 49,5)	30,7 (24,5; 37,7)
Comarca	31,7 (29,5; 34,0)	2,6 (1,9; 3,5)	27,4 (25,3; 29,7)	38,2 (35,9; 40,6)

<sup>\*</sup> Cada valor aparece acompañado do intervalo de confianza ( $\alpha$  = 0.05), segundo Goodman (1965) para distribucións multinomiais

Isto dá lugar a unha polarización en tres grupos de concellos segundo a distribución de usos dominante: Castro de Rei, Pastoriza e Cospeito manteñen o seu carácter agrario; en Begonte, Guitiriz e Vilalba pasou a dominar o arborado e Muras, Xermade e Abadín presentan maior superficie a mato.

#### 4.2. Matrices de cambio

Entre 1956 e 1985 non se observan grandes cambios na comarca, dado que unha dirección de transformación contrarresta á dirección inversa. A superficie agrícola mantívose entorno ós 800 km² e só é destacable un aumento da superficie forestal (+110 km²) a costa dunha redución proporcional do mato. Entre 1985 e 2005, produciuse unha perda neta de superficie agraria de entorno a 130 km². Esta, xunto con 180 km² de matogueira, tornaron en uso forestal (+320 km²) (Figura 1).

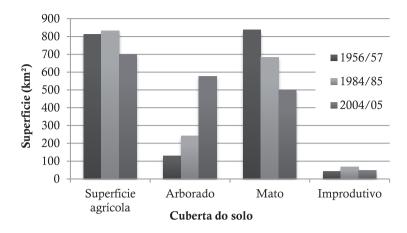


Figura 2. Evolución dos usos do solo entre 1956 e 2005 na Terra Chá.

En termos absolutos, entre 1956 e 1985 produciuse un incremento das roturacións (187,8 km²), foron arborados 73 km² que estaban dedicados a uso agrícola, e 80 km² pasaron a matogueira (Táboa 8).

			1984-1985		
1956-1957	Superficie agrícola	Arborado	Mato	Improdutivo	Total
Superficie agrícola	600 (32,9%)	72 (4%)	120 (6,6%)	20 (1,1%)	813 (44,6%)
Arborado	38 (2,1%)	83 (4,6%)	5 (0,3%)	3 (0,2%)	129 (7,1%)
Mato	188 (10,3%)	81 (4,4%)	557 (30,6%)	11 (0,6%)	837 (46%)
Improdutivo	6 (0,3%)	4 (0,2%)	1 (0%)	31 (1,7%)	43 (2,3%)
Total	832 (45,7%)	240 (13.2%)	683 (37.5%)	66 (3.6%)	1822 (100%)

**Táboa 8.** Transicións observadas entre 1956/57 e 1984/85 (km<sup>2</sup>).

Estes cambios están relacionados coas políticas e medidas de especialización leiteira da comarca dende os anos 60, tales como o programa de colonización de terras entre 1954 e 1973 (Cardesín Díaz, 1987) ou o proceso de concentración parcelaria (Crecente Maseda, 1998; Miranda Barrós, 2002; Cabana Iglesia, 2008) e coa política de repoboación forestal levada a cabo polo Patrimonio Forestal do Estado (Rico Boquete, 1995).

A descrición do sector agrario no período anterior á entrada na Unión Europea (Colino Sueiras, 1980), ou a de Lamo de Espinosa (1997) dos comezos da década perdida (1986-1996), coinciden en que a agricultura galega estaba a sufrir un proceso de cambio e mellora da eficiencia produtiva a pequena escala na maioría das explotacións activas. Comezaba a impoñerse un modelo de cultura agronómica intensiva

(mellora de cultivos e razas, mecanización, dependencia de insumos externos á explotación, colonización e concentración parcelaria) dentro do proceso de cambio tecnolóxico na denominada Revolución Verde.

Este contexto explica que en 1985 o 22,5% da superficie a mato fose roturada e a superficie agrícola aumentase (+70 km²) respecto a 1956/57. Neste sentido destacaron especialmente A Pastoriza, Cospeito e Castro de Rei como os concellos que primeiro experimentaron procesos de concentración parcelaria e nos que se proxectaron catro poboados de colonización (Veiga do Pumar, Matodoso, Arneiro e A Espiñeira).

Respecto da incidencia da política Patrimonio Forestal do Estado na provincia de Lugo, as 88.242,68 ha (Rico Boquete, 1995) repoboadas na provincia de Lugo representan un +9% da superficie total. A porcentaxe de superficie que pasa a arborado entre 1956 e 1985 (+6%) confirman que na zona de estudo e no centro da provincia a incidencia desta política foi menor que na zona oriental. En contraposición ó que anuncia Rico Boquete (1995), non se percibe que os concellos da Terra Chá que pertencen ó triángulo Friol-Abadín-Viveiro presenten unha porcentaxe de superficie reforestada superior ó resto.

A incorporación de Galicia ós mercados europeos de produtos excedentarios e a posterior Reforma MacSharry da política agraria europea (1992) converxeron nunha serie de determinacións na dirección que xa enunciaba Colino Sueiras en 1980: "... un postulado debe quedar claro: Galicia posee un excesivo número de explotacións de vacún". Así, entre 1985 e 2005 houbo tres políticas clave para contextualizar os cambios na cobertura do solo: a promoción da extensificación produtiva (Regulamento CEE 2078/92), o cese de explotacións e abandono de parcelas (Regulamento CEE 2079/92) e a reforestación de terras agrícolas (Regulamento CEE 2080/92).

Consecuencia disto, entre 1985 e 2005 o cambio nas cubertas do solo foi máis acentuado e afectou fundamentalmente á superficie arborada: o 17,9% da superficie agraria e o 34,1% da superficie a mato foron repoboados neste período. Do mato restante, o 50% mantívose como tal e só un 13% foi roturado (89,3 km²) (Táboa 9).

O incremento neto da superficia arborada (+330 km²) débese á forestación nun 57% de terras a mato e nun 37% de terras agrarias. Estes valores están próximos aos encontrados por García Arias e Pérez Fra (2001) de que 64% das superficies repoboadas en Galicia ó amparo do *Regulamento CEE 2080/92* procedían de terras a mato e o 12% de terras de uso agrario, e ao que indica Corbelle Rico (2013) de que o 54% da superficie arborada entre 1985 e 2005 en Galicia procedía de superficies a mato e o 36% de uso agrario.

1984-1985		2	004-2005		
1984-1983	Superficie agrícola	Arborado	Mato	Improdutivo	Total
Superficie agrícola	564 (30,9%)	149 (8,2%)	101 (5,6%)	19 (1%)	833 (45,7%)
Arborado	29 (1,6%)	171 (9,4%)	38 (2,1%)	2 (0,1%)	240 (13,2%)
Mato	89 (4,9%)	233 (12,8%)	353 (19,4%)	8 (0,5%)	682 (37,4%)
Improdutivo	18 (1%)	22 (1,2%)	8 (0,4%)	18 (1%)	66 (3,6%)
Total	699 (38,4%)	575 (31,6%)	500 (27,4%)	47 (2,6%)	1822 (100%)

Táboa 9. Transicións observadas entre 1984/85 e 2004/05 (km²).

Non só os programas de abandono da actividade agrícola e de repoboación de terras agrícolas repercutiron neste importante incremento senón tamén outras políticas europeas, nacionais e autonómicas como a Lei 13/1989, do 10 de outubro, de Montes Veciñais en Man Común e o seu regulamento (Decreto 260/1992), as axudas por parte da administración autonómica (consorcios e convenios de ordenación); a proliferación de espazos naturais protexidos en zonas de humidais e ribeiras fluviais onde o abandono de prados de sega fomentou a súa colonización por bosque de ribeira (Martínez Sánchez et al., 2006); a regulación dos permisos de corta nestas mesmas áreas (Directiva do Marco de Augas 2000/60/CE e a Lei de Augas de Galicia) ou mesmo a influencia das axudas á repoboación sobre a preferencia dos propietarios privados pola repoboación autofinanciada con especies de crecemento rápido (eucalipto e, especialmente nesta comarca, piñeiro insigne (MARM, 1998)).

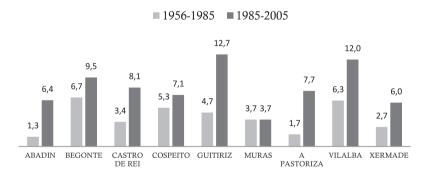


Figura 3. Forestación de terras agrícolas en porcentaxe de superficie municipal.

A outra gran diferencia respecto do período 1956-1985 son a redución do volume de roturacións (89,3 km² fronte ós 187,8 roturados entre 1956 e 1985) e a diminución da superficie agraria, sobre todo en Begonte, Guitiriz e Vilalba nos que a repoboación de terras agrícolas tivo maior incidencia (Figura 2).

#### 4.3. Axuste de modelos explicativos

Segundo o cambio de uso do solo e o período considerado, o tipo e número de variables significativas cambia considerablemente. Nos modelos de forestación, tanto de terreos de mato como agrícolas, o número de variables é máis reducido entre 1956 e 1985 que no período en que o fenómeno da repoboación tomou impulso (1985-2005). Ademais, as escasas variables significativas do primeiro período son fundamentalmente de tipo fisiográfico e climático, e suxiren procesos de forestación natural froito da evolución climácica ou de repoboación en zonas non aptas para o cultivo agrícola.

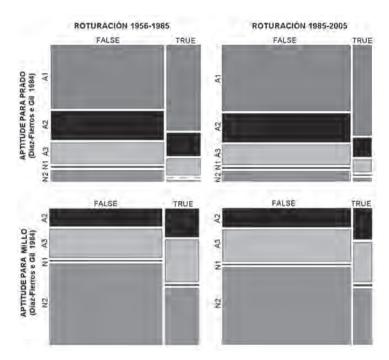
No caso da roturación e o abandono do uso agrario, o número de variables explicativas é similar nos dous períodos pero resultan interesantes os cambios na súa tipoloxía e nivel de significación: as variables referidas á estrutura do parcelario son dominantes en ambos casos.

#### 4.3.1. Roturación de terras

Xunto coas variables climáticas, precipitación e radiación solar, as de maior significación son a distancia á explotación e aquelas que, directa ou indirectamente, están relacionadas coas políticas de estruturas (Táboa 10). Particularmente trátase da pertenza a unha zona de colonización, a porcentaxe de superficie parroquial concentrada e, en relación a estas, a distancia a vías e a forma das parcelas. A distancia á explotación foi especialmente determinante entre 1956 e 1985. Case o 50% das parcelas roturadas estaban a menos de 100 m e a distancia máxima de roturación (1 km) foi lixeiramente superior á do período 1985-2005 (800 m). En ningún caso se roturaron parcelas a máis de 1,5 km das explotacións. Estes resultados apoian o exposto por Giménez Solla et al. (2012) nun estudo de caso na comarca. O 80% das parcelas xestionadas polas explotacións están a menos de 1.500 m e a distancia media á explotación é de 601 m.

A pertenza a zonas de colonización ou de concentración parcelaria foi determinante para o incremento de roturacións entre 1956 e 1985. Entre 1985 e 2005, estes procesos foron menos significativos pero o plan de infraestruturas e o deseño da parcelación previas seguiron tendo repercusión. A colindancia a vías substitúe á distancia a estradas e o índice de forma aparece como significativa cando no período anterior non o era (Táboa 10).

As parcelas roturadas teñen maior aptitude para pasto segundo a clasificación de Díaz-Fierros e Gil (1984), aínda que non para millo. Isto non se observa no período 1985-2005, nin relación deste cambio coas variables climáticas, sen embargo si se encontra significación no caso de variables estruturais (Táboa 10).



**Figura 4.** Roturación de superficies a mato e arborado nos períodos 1956-1985 e 1985-2005 segundo as clases de aptitude para prado e para millo. Elaboración propia a partir do mapa de Díaz-Fierros e Gil (1984).

#### 4.3.2. Forestación de terras dedicadas a mato

Nesta dirección de cambio (de mato a arborado) é onde máis diferenzas existen entre as variables que o rexen. No período 1956-1985 só resultan significativas as variables altitude e precipitación (altamente correlacionadas entre si, segundo a Táboa 3), coa particularidade de ter un coeficiente negativo. É dicir, o escaso número de parcelas forestadas neste período pertencían a zonas de chaira cunha elevación entre 400 e 650 m, posiblemente masas de bosque de ribeira na mesta rede fluvial desta planicie.

Táboa 10. Modelo de axuste de variables explicativas na roturación de terras nos períodos 1956-1985 e 1985-2005.

		Roturació	n de terras	Roturación de terras 1956-1985			Roti	rración de	Roturación de terras 1985-2005	2005
Variables	Coef.	Erro estándar	z- valor	Pr(> z )	Nivel de significación	Coef.	Erro estándar	z-valor	Pr(> z )	Nivel de significación
Intercept	-1,264	0,088	-14,364	< 2,00E-16	* * *	-1,966	0,109	-18,068	<2,00E-16	***
Pendente (%)	-0,235	0,208	-1,131	0,258		-0,239	0,243	-0,982	0,326	
Altitude (m)	-0,035	0,170	-0,207	0,836		0,031	0,189	0,165	0,869	
Orientación (°)	0,005	0,082	0,055	0,956		0,098	0,101	0,972	0,331	
Precipitación anual (mm)	-0,194	0,116	-1,670	0,095		0,010	0,142	0,069	0,945	
Temp med min mes +frio (°C)	0,009	0,102	0,090	0,928		0,144	0,126	1,143	0,253	
Radiación solar teórica en solsticio de verán (wh/m²·dia)	0,546	0,276	1,975	0,048	*	0,565	0,326	1,734	0,083	
Superficie parcela $(m^2)$	-0,313	0,235	-1,328	0,184		-0,003	0,206	-0,016	0,987	
Distancia a vivendas (m)	-0,144	0,140	-1,031	0,303		-0,065	0,155	-0,418	0,676	
Distancia a outras edificacións (m)	-0,443	0,135	-3,295	0,001	* * *	-0,687	0,179	-3,837	0,000	* * *
Distancia a estradas (m)	-0,335	0,157	-2,137	0,033	*	-0,140	0,185	-0,757	0,449	
Proporción de parroquia concentrada (%)	0,283	0,084	3,352	0,001	* * *	0,320	0,109	2,928	0,003	* *
Índice de forma	0,154	0,080	1,924	0,054		0,270	0,100	2,699	0,007	* *
MVMC	-0,076	0,089	-0,858	0,391		-0,347	0,127	-2,725	0,006	* *
Zona de colonización	0,345	0,088	3,900	0,000	* * *	0,268	0,163	1,640	0,101	
Colindancia a cursos de auga	0,028	0,081	0,345	0,730		-0,174	0,107	-1,628	0,104	
Colindancia a vías	0,103	0,079	1,295	0,195		-0,161	0,086	-1,882	0,060	
Aptitude millo	0,134	0,112	1,201	0,230		0,079	0,135	0,580	0,562	
Aptitude prado	-0,231	0,132	-1,758	0,079		-0,042	0,153	-0,271	0,786	
Aptitude piñeiro	0,028	0,094	0,301	0,763		0,067	0,114	0,583	0,260	
					,					

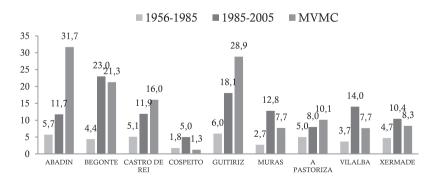
Preséntanse os coeficientes de axuste, o erro estandar, o z-valor, o p-valor e o nivel de significación para cada unha das variables
Os niveis de significación avaliados son: (\*\*\*) = significativa ó nivel 0,001; (\*\*) = significativa ó nivel 0,001; (\*\*) = significativa ó nivel 0,10; (\*) = significativa ó nivel 0

A repoboación de superficies a mato foi máis intensa entre 1985 e 2005. En particular, nas parcelas localizadas entre os 400 e 650 m de altitude e afastadas das estradas entre 2-3 km. Pola inversa, a colindancia ás vías tamén resulta significativa.

No fenómeno de repoboación de superficies a mato espérase significación das variables de pertenza a MVMC e aptitude para uso forestal. A pesar de que o nivel de significación acadado é baixo, no modelo de roturacións no período 1985-2005 a pertenza a MVMV é significativa ó nivel 0.01 cun coeficiente de axuste negativo. En conxunto, reflicten unha progresiva perda do carácter complementario do monte na actividade agraria (mato para cama do gando e produción de adubos ou incluso cavadas) cara un modelo de produción forestal impulsado, inicialmente, polas políticas do Patrimonio Forestal do Estado, e de seguido, polos convenios de ordenación forestal entre as comunidades de montes veciñais e a administración

Ademais, o considerable número de masas forestais en diseminado ou repoboado identificadas durante a fotointerpretación da ortofoto de 1985 mostran o posible efecto da *Lei 55/1980, do 11 de novembro, de Montes Veciñais en Man Común* que ditaminaba a devolución da administración e xestión destes espazos ás comunidades de veciños. Sumado á posibilidade de renovar consorcios e asinar novos convenios coa administración autonómica, supuxo a posta en produción forestal destas superficies, antes ocupadas por mato.

Os concellos con maior taxa de cambio teñen maiores limitacións fisiográficas para a produción agrícola e gandeira e, sobre todo, son os que inclúen maior superficie de montes veciñais (Figura 4). Inda así, en Guitiriz e Abadín hai unha clara infrautilización forestal destas superficies. Pola inversa, en Vilalba, Muras e Xermade a porcentaxe de superficie municipal repoboada supera á superficie de MVMC, onde se constata a iniciativa repoboadora do propietario individual.



**Figura 5.** Forestación de terras dedicadas a mato e superficie de MVMC en porcentaxe de superficie municipal.

Táboa 11. Modelo de axuste de variables explicativas na forestación de terras dedicadas a mato nos períodos 1956-1985 e 1985-2005.

	Forest	Forestación terras dedicadas a mato 1956-1985	dedicadas	a mato 1956	5-1985	Fo	restación te	erras dedic	Forestación terras dedicadas a mato 1985-2005	1985-2005
Variables	Coef.	Erro estándar	z- valor	Pr(> z )	Nivel de significación	Coef.	Erro estándar	z-valor	Pr(> z )	Nivel de significación
Intercept	-2,477	8,520	-0,291	0,771		-0,842	7,957	-0,106	0,916	
Pendente (%)	0,117	0,187	0,626	0,531		0,298	0,158	1,893	0,058	
Altitude (m)	-0,624	0,205	-3,051	0,002	*	-0.530	0,140	-3,779	0,000	***
Orientación (°)	-0,034	0,108	-0,318	0,750		-0,035	0,081	-0,430	0,667	
Precipitación anual (mm)	-0,291	0,166	-1,758	0,079		-0,260	0,116	-2,244	0,025	*
Temp med min mes +frío (°C)	-0,096	0,129	-0,746	0,456		-0,140	0,097	-1,449	0,147	
Radiación solar teórica en	-0.246	0 159	-1.546	0.122		0.250	0 154	1 632	0.103	
solsticio de verán (wh/m²·dia)	3,1,0	();()	2,7,1	7,77		2,0	7,77	1,00,1	0,10	
Superficie parcela $(m^2)$	0,121	0,093	1,303	0,193		0,020	0,070	0,292	0,770	
Distancia a vivendas (m)	0,201	0,153	1,317	0,188		-0,065	0,111	-0,589	0,556	
Distancia a outras edificacións	900 0	0.133	0.047	0.063		0.018	060 0	0.205	0.837	
(m)	0,000	0,10	0,011	0,,0		0,010	0,0,0	0,50	6,00	
Distancia a estradas (m)	0,081	0,140	0,579	0,562		0,337	0,091	3,698	0,000	***
Proporción de parroquia	-0.224	0.137	-1 641	0.101		-0 102	0 098	-1 045	967 0	
concentrada (%)	F77,0-	0,101	11,011	0,101		-0,105	0,0,0	CEO.1-	0,7,0	
Índice de forma	0,032	0,106	0,303	0,762		0,167	0,076	2,199	0,028	*
MVMC	-0,072	0,107	-0,677	0,498		0,139	0,074	1,879	0,060	
Zona de colonización	-1,953	62,593	-0,031	0,975		-1,893	58,454	-0,032	0,974	
Colindancia a cursos de auga	0,046	0,109	0,421	0,674		-0,005	0,079	-0,062	0,951	
Colindancia a vías	-0,003	0,107	-0,028	0,978		0,213	0,076	2,780	0,005	*
Aptitude millo	-0,113	0,154	-0,735	0,462		600,0	0,107	0,086	0,931	
Aptitude prado	0,029	0,143	0,199	0,842		-0,081	0,100	-0,811	0,417	
Aptitude piñeiro	-0,180	0,139	-1,293	0,196		-0,187	0,107	-1,742	0,082	
							_			

Preséntanse os coeficientes de axuste, o erro estandar, o z-valor, o p-valor e o nivel de significación para cada unha das variables
Os niveis de significación avaliados son: (\*\*\*) = significativa ó nivel 0,001; (\*\*) = significativa ó nivel 0,001; (\*\*) = significativa ó nivel 0,11; (\*) = significativa ó nivel 0

#### 4.3.3. Forestación de terras agrícolas

O fenómeno de repoboación de terras agrícolas entre 1956 e 1985 (72 km²) foi moi inferior ao período posterior (149 km²) e as variables cambiaron. En ambos períodos, a distancia a outras explotacións e a proporción de superficie parroquial concentrada foron significativas. As parroquias que concentraron as políticas de estruturas agrarias mostraron menor incidencia do fenómeno de repoboación en parcelas agrícolas e, en xeral, o fenómeno foi máis intenso en parcelas localizadas a máis de 600 m de distancia á explotación.

A principal diferenza entre períodos, foi a identificación da pendente como variable significativa entre 1985 e 2005. Neste período, o 80% das parcelas agrícolas con máis de 35–40% de pendente foron repoboadas. O maior volume das repoboacións en terras agrícolas déronse no límite de pendente para a mecanización.

A forma da parcela e a colindancia con cursos de auga tamén incrementaron a súa repercusión. Esta última ten que ver cun abandono da actividade agrícola nos prados de sega e a pronta colonización do bosque de ribeira de xeito natural (impulsada polas medidas de protección da primaria *Lei de Augas (Lei 29/1985)*, así como polas máis recentes medidas de conservación coa declaración de espazos naturais Natura 2000 no entorno da notable rede fluvial e lacustre desta comarca.

#### 4.3.4. Abandono de parcelas agrícolas

As variables máis significativas en ambas etapas foron a pendente e a distancia a outras edificacións. En ambos casos repítense as pautas: maior probabilidade de abandono das superficies conforme aumentan o gradiente de pendente e a distancia á explotación, especialmente acentuada en pendentes superiores ó 40% e distancias maiores a 800 m

As parcelas en concellos con maior superficie concentrada foron significativamente menos propensas ó abandono do uso agrario en ambos períodos. Non obstante, hai diferenzas entre os tres municipios agrarios. Cospeito ten valores similares en ambos períodos, Castro de Rei ten un predominio entre 1956 e 1985, e A Pastoriza é o único concello da comarca no que o índice de abandono foi superior no último período (Figura 5).

A variable de pertenza a MVMC mantén a o nivel de significación en ambos períodos, coa particularidade dun cambio de signo do coeficiente de axuste. Non se produciu un abandono senón unha posta en valor para produción forestal. Así, Begonte e Muras, con maior porcentaxe municipal de MVMC, presentan as maiores taxas de abandono do uso agrícola entre 1956 e 1985 (Figura 5) e de repoboación de terras a mato entre 1985 e 2005, seguidos de Xermade.

Táboa 12. Modelo de axuste de variables explicativas na forestación de terras agrícolas nos períodos 1956-1985 e 1985-2005.

	Fores	tación de t	erras agrío	colas 1956/	Forestación de terras agrícolas 1956/57-1984/85	Foresta	ición de ter	ras agríco	las 1984/85	Forestación de terras agrícolas 1984/85-2004/2005
Variables	Coef.	Erro estándar	z- valor	Pr(> z )	Nivel de significación	Coef.	Erro estándar	z-valor	Pr(> z )	Nivel de significación
Intercept	-2,713	9,568	-0,284	0,777		-1,215	0,120	-10,123	<2,0e-16	* * *
Pendente (%)	0,176	0,304	0,578	0,563		1,012	0,249	4,070	0,000	* * *
Altitude (m)	-0,359	0,279	-1,288	0,198		-0,437	0,227	-1,921	0,055	
Orientación (°)	0,102	0,119	0,859	0,390		-0,031	0,092	-0,335	0,737	
Precipitación anual (mm)	0,074	0,178	0,414	0,679		0,021	0,141	0,146	0,884	
Temp med min mes +frio (°C)	-0,088	0,132	-0,670	0,503		-0,329	0,104	-3,176	0,001	*
Radiación solar teórica en solsticio de verán (wh/m²·dia)	-0,492	0,285	-1,725	0,085		0,070	0,298	0,233	0,816	
Superficie parcela (m <sup>2</sup> )	-0,138	0,425	-0,324	0,746		0,384	0,399	0,964	0,335	
Distancia a vivendas (m)	0,342	0,179	1,908	0,056		0,031	0,163	0,192	0,848	
Distancia a outras edificacións (m)	0,657	0,228	2,885	0,004	* *	0,497	0,168	2,949	0,003	* *
Distancia a estradas (m)	-0,422	0,315	-1,341	0,180		0,273	0,225	1,213	0,225	
Proporción de parroquia concentrada (%)	-0,544	0,185	-2,940	0,003	* *	-0,249	860'0	-2,541	0,011	*
Índice de forma	0,147	0,122	1,209	0,227		0,186	0,096	1,947	0,051	
MVMC	-0,187	0,191	-0,976	0,329		-0,012	0,134	-0,089	0,929	
Zona de colonización	-1,857	70,285	-0,026	0,979		-0,230	0,140	-1,644	0,100	
Colindancia a cursos de auga	0,191	0,112	1,711	0,087		0,177	0,088	2,011	0,044	*
Colindancia a vías	-0,072	0,102	-0,706	0,480		-0,003	0,081	-0,041	0,967	
Aptitude millo	-0,120	0,184	-0,651	0,515		-0,038	0,137	-0,281	0,778	
Aptitude prado	-0,066	0,219	-0,299	0,765		-0,042	0,177	-0,235	0,814	
Aptitude piñeiro	-0,059	0,128	-0,457	0,648		-0,131	0,101	-1,292	0,196	
Drecentance of coefficientes de avriete	too orro oct	vinete o estandar o a color a o relation of a constant	a roley a o r	o nivel de cian	soldeiners seb edan eben eren nöinenlis	mbs dae w	inhloc			

Preséntanse os coeficientes de axuste, o erro estandar, o z-valor, o p-valor e o nivel de significación para cada unha das variables Os niveis de significación avaliados son: (\*\*\*) = significativa ó nivel 0,001; (\*\*) = significativa ó nivel 0,01; (\*\*) = significativa ó nivel 0,10; (\*\*) = significa

Táboa 13. Modelo de axuste de variables explicativas no abandono de terras agrícolas nos períodos 1956-1985 e 1985-2005.

	Fores	tación de t	erras agríc	30las 1956/	Forestación de terras agrícolas 1956/57-1984/85	Foresta	ición de ter	rras agrícol	las 1984/85	Forestación de terras agrícolas 1984/85-2004/2005
Variables	Coef.	Erro estándar	z- valor	Pr(> z )	Nivel de significación	Coef.	Erro estándar	z- valor	Pr(> z )	Nivel de significación
Intercept	-1,320	0,119	-11,090	<2,0e-16	* * *	-1,985	10,873	-0,183	0,855	
Pendente (%)	0,545	0,252	2,163	0,031	*	0,938	0,292	3,207	0,001	*
Altitude (m)	0,201	0,223	0,904	0,366		0,657	0,242	2,714	0,007	*
Orientación (°)	0,126	0,104	1,207	0,227		-0,163	0,113	-1,438	0,150	
Precipitación anual (mm)	0,127	0,153	0,827	0,408		-0,110	0,168	-0,658	0,511	
Temp med min mes +frio (°C)	-0,011	0,119	-0,090	0,928		-0,157	0,126	-1,249	0,212	
Radiación solar teórica en solsticio de verán (wh/m²-dia)	0,041	0,255	0,159	0,873		0,654	0,368	1,776	0,076	•
Superficie parcela $(m^2)$	0,179	0,372	0,482	0,630		-0,413	0,501	-0,825	0,409	
Distancia a vivendas (m)	-0,310	0,159	-1,949	0,051	٠	0,031	0,174	0,180	0,857	
Distancia a outras edificacións (m)	0,756	0,185	4,098	0,000	* * *	1,106	0,189	5,848	0,000	* *
Distancia a estradas (m)	0,322	0,241	1,339	0,181		-0,008	0,253	-0,032	0,974	
Proporción de parroquia concentrada (%)	-0,229	0,115	-1,994	0,046	*	-0,250	0,111	-2,257	0,024	*
Índice de forma	0,142	0,103	1,389	0,165		-0,037	0,110	-0,333	0,739	
MVMC	0,301	0,122	2,475	0,013	*	-0,392	0,166	-2,365	0,018	*
Zona de colonización	-0,052	0,107	-0,488	0,625		-2,027	79,873	-0,025	0,980	
Colindancia a cursos de auga	-0,154	0,113	-1,362	0,173		-0,124	0,119	-1,041	0,298	
Colindancia a vías	0,018	0,090	0,197	0,844		0,073	0,100	0,727	0,467	
Aptitude millo	0,118	0,143	0,824	0,410		-0,316	0,157	-2,010	0,044	*
Aptitude prado	0,001	0,170	900,0	0,995		0,199	0,195	1,019	0,308	
Aptitude piñeiro	0,125	0,112	1,116	0,264		0,083	0,119	0,700	0,484	
Description of conficients de contractor	40 0 0000 004	tolog or molog	o to lot a o to	anisol do sign	iffondión non ondo	are and a track a doce	hippion			

Preséntanse os coeficientes de axuste, o erro estandar, o z-valor, o p-valor e o nivel de significación para cada unha das variables Os niveis de significación avaliados son:  $\binom{***}{*}$  significativa ó nivel 0,001;  $\binom{**}{*}$  = significativa ó nivel 0,01;  $\binom{*}{*}$  = significativa ó nivel 0,01;  $\binom{*}{*}$  = significativa ó nivel 0,01;  $\binom{*}{*}$  = significativa ó nivel  $\binom{*}{*}$  = significativa ó nivel

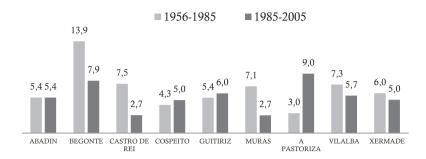


Figura 6. Abandono do uso agrario en porcentaxe de superficie municipal.

Finalmente, entre 1985 e 2005 as superficies máis aptas para o cultivo de forraxe (Díaz-Fierros e Gil, 1984) parecen significativamente menos propensas ó abandono do uso agrícola.

#### 5. Conclusións

O período 1956-1985 estivo caracterizado pola ruptura co modelo produtivo preexistente. Aínda que os cambios netos observados na distribución das principais superficies (agrícola, mato, arborado) mostran unha situación aparentemente estable, o proceso de especialización iniciado nos anos 60 marcou diferenzas entre os concellos de posición marxinal (os de relevo máis montañoso e maiores limitación edáficas para o uso agrogandeiro intensivo) e aqueles outros que concentraron as políticas públicas de 'modernización' da agricultura.

Non obstante, este novo modelo produtivo implantado mostrou signos de esgotamento dende a década dos oitenta. A adhesión de España á por aquel entón Comunidade Económica Europea e a continuación do proceso de desagrarización e despoboamento das áreas rurais, afondaron a división entre os concellos cun sector agrogandeiro máis especializado e o resto. Ao mesmo tempo agravaron a falta de viabilidade de boa parte das explotacións existentes, que se traduciu na perda de superficie cultivada xeralizada, incluso nos concellos que lideraban o proceso baseado no modelo da Revolución Verde.

Parello á diminución da superficie agrícola durante este período produciuse, como consecuencia da iniciativa pública ou privada, un incremento moi forte da superficie arborada, tanto sobre antigas superficies de mato como de cultivo agrícola. A repoboación de terras foi un fenómeno especialmente intenso nos municipios punteiros en índices demográficos e con maior perda de superficie agrícola no período previo, 1956-1985. Pola contra, nos concellos historicamente marxinais (máis montañosos e con procesos de despoboamento precoces) o mato converteuse no período 1985-2005 na cuberta dominante.

A especialización nun uso segundo as políticas con maior incidencia e o declive xeral do modelo de produción intensiva tamén se constatou nas variables motrices identificadas. Así, as variables relacionadas coas políticas de mellora da estrutura parcelaria determinaron as zonas de maior roturación de terras, especialmente entre 1956 e 1985. Ata 1985 os procesos de forestación e abandono do uso agrícola rexéronse por variables climáticas e, fundamentalmente, fisiográficas ou estruturais (distancia á explotación) limitantes. Non así a partir da década dos oitenta en que a aparición de variables estruturais (asociadas ás políticas de especialización agrogandeira) como significativas nos modelos de repoboación e abandono do uso agrícola das parcelas é un indicio máis do colapso do modelo produtivo intensivo fomentado e financiado.

# Agradecementos

As imaxes do voo fotogramétrico da Serie D (1984-1985) foron dixitalizadas e ortorrectificadas polo Grupo de Investigación SILVIS Lab (Spatial Analysis for Conservation e Sustainability), Department of Forest e Wildlife Ecology da Universidade de Wisconsin-Madison.

# Bibliografía

Balboa López, X. 1990. O monte en Galicia. Vigo: Xerais.

Bouhier, A. 2001. *Galicia: ensaio xeográfico de análise e interpretación dun vello complexo agrario*. Santiago de Compostela: Consellería de Agricultura, Gandería e Política Agroalimentaria.

Cabana Iglesia, A. 2008. Lo que queda de las agras. La evolución del paisaje agrario en Galicia: A Terra Chá (1954-1968). Ager. Revista de Estudios sobre Despoblación y Desarrollo Rural, 7: 36–58.

Calvo Iglesias, S. 2010. Los paisajes culturales de agras en Galicia y su dinámica evolutiva. *Documentos de Trabajo (Centro de Estudios sobre la Despoblación y Desarrollo de Áreas Rurales)*, 2: 1–41.

Cardesín Díaz, J.M. 1987. Política agraria y transformaciones en la agricultura gallega: la zona de colonización de Terra del Chá (1954-1973). *Agricultura y sociedad*, 44: 243–280.

Cayuela Delgado, L. 2009. Modelos lineales generalizados (GLM). *Universidad de Granada.* 

Dispoñible en http://es.scribd.com/doc/48112679/3-Modelos-lineales-generalizados.

Colino Sueiras, J. 1980. Galicia y la PAC: Análisis de una actividad crítica: el sector lácteo. *Agricultura y sociedad*, 16: 71–108.

Corbelle Rico, E. 2010. Abandono da agricultura e cambios na cuberta do solo: aplicación de fotografía aérea histórica, modelos de regresión loxística e sistemas de

axuda á decisión para o planeamento territorial na comarca da Terra Chá (Lugo). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela. Tesis doctoral en CD-ROM.

Corbelle Rico, E. 2013 (En prensa). *Urbanización, forestación e abandono. Cambios recentes na paisaxe de Galicia. Revista Galega de Economía.* 22(2).

Corbelle Rico, E. e Crecente Maseda, R. 2008. O abandono das terras: concepto teórico y consecuencias. *Revista galega de economía: Publicación Interdisciplinar da Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais*, 17(2): 47–62.

Crecente Maseda, R. 1998. *La concentración parcelaria en Galicia: validación como instrumento de planificación rural*. Tesis doctoral. Universidade de Santiago de Compostela.

Díaz-Fierros, F. e Gil, F. 1984. *Capacidad productiva de los suelos de Galicia*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

Ferrás Sexto, C. 2011. Da aldea ao suburbio: cambios demográficos e territoriais en Galicia, 1990-... Revista galega de economía: Publicación Interdisciplinar da Facultade de Ciencias Económicas e Empresariais, 20: 11–30.

García Arias, A.I. y Pérez Fra, M. 2001. Análise e evolución da aplicación en Galicia do programa de axudas á forestación de terras agrarias. Revista galega de economía, 10(1): 151–176.

García Pérez, A. 2008. Estadística aplicada con R. Madrid: UNED.

Gellrich, M., Baur, P., Koch, B., e Zimmermann, N.E. 2007. Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains: A spatially explicit economic analysis. *Agriculture, ecosystems & environment*, 118(1): 93–108.

Giménez-Solla, M., Corbelle-Rico, E., e Ónega-López, F.J. 2012. A utilización do espazo polas explotacións gandeiras. Estudo da comarca da Terra Chá (Lugo). En *Territorios a exame. Traballos de ordenación territorial.* Crecente Maseda, R e Fra Paleo, U. (eds.). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela. pp. 57-69.

Guimarey Fernández, B. e Corbelle Rico, E. 2012. Caracterización dos procesos de repoboación forestal posteriores á entrada de Galicia na Unión Europea. En *Territorios a exame. Traballos de ordenación territorial.* Crecente Maseda, R. e Fra Paleo, U. (eds.). Santiago de Compostela: Universidade de Santiago de Compostela. pp. 41-56.

Hildenbrand, A. 2006. La política de ordenación del territorio de las Comunidades Autónomas: balance crítico y propuestas para la mejora de su eficacia. *Revista de derecho urbanístico y medio ambiente*, 40(230): 79-140.

Lamo de Espinosa, L. 1997. La década perdida: 1986-1996, la agricultura española en Europa. Madrid: Mundi Prensa.

López Iglesias, E. 2000. O sector agrário galego ás portas do século XXI: balance das súas transformaciones recentes. *Revista galega de economía*, 9(1): 167–196.

Lorenzana Fernández, R. 2006. El cambio estructural en las explotaciones de bovino en Galicia (años 1962 a 2003). Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Manning, W.G. e Mullahy, J. 2001. Estimating log models: To transform or not to transform? *Journal of health economics*, 20(4): 461–494.

Martínez Sánchez, S., Ramil-Rego, P., Chuvieco Salinero, E., e Díaz-Varela, R.A. 2006. Evaluación de los cambios ocurridos en la cuenca alta del río Miño (Reserva de la Biosfera «Terras do Miño») entre 1990 y 2002 mediante imágenes Landsat. III Congreso Español de Biogeografía. Vitoria: Universidad del País Vasco. pp. 229-238.

Millington, J.D.A., Perry, G.L.W., e Romero-Calcerrada, R. 2007. Regression techniques for examining land use/cover change: a case study of a Mediterranean landscape. *Ecosystems*, 10(4): 562–578.

Ministerio de Medio Ambiente, Rural y Marino. 1998. Mapa Forestal de España 1:50000. Banco de Datos da Natureza. Madrid: MMARM.

Miranda Barrós, D. 2002. Caracterización y evaluación de la concentración parcelaria en Galicia. Propuesta de un procedimiento integrado de ordenación rural basado en métodos avanzados de SIG, fotogrametría digital y análisis multivariante. Tesis Doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Morisette, J.T., Khorram, S., e Mace, T. 1999. Land-cover change detection enhanced with generalized linear models. *International Journal of Remote Sensing*, 20(14): 2703–2721.

Nogueira López, A. e Sanz Larruga, F.J. 2008. Política ambiental de Galicia. *Observatorio de políticas ambientales 2008*. 2008: 521–542.

Overmars, K.P., Verburg, P.H., e Veldkamp, T. A. 2007. Comparison of a deductive and an inductive approach to specify land suitability in a spatially explicit land use model. *Land Use Policy*, 24(3): 584-599.

Pérez Fra, M.M., García Arias, M.I., Docío Rodríguez, F. 2007. Territorial effects of cattle husbandry restructuring in Cantabrian Range [Spain]. *Serie Estudios - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 62: 327-350.

Precedo Ledo, A. 2004. El modelo de desarrollo comarcal. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 38: 29-46.

Pérez González, A.B. 2002. Economía política durante la posguerra española (decenio 40-50). El problema de la economía no oficial y el mercado clandestino. Tesis doctoral. Universidad de Cádiz

Ramon i Sumoy, R. 2007. España y la Política Agrícola Común (PAC). En *España en Europa y Europa en España (1986-2006)*. Morata Tierra, F e Mateo González, G. (eds.). Barcelona: Fundación CIDOB. Pp. 237-266.

Rico Boquete, E. 1995. *Política forestal e repoboacións en Galicia: 1941-1971*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela.

Rico Boquete, E. 1999. Montes e industria forestal en la provincia de Pontevedra (1900-1975): Antecedentes y desarrollo de la Empresa Nacional de Celulosas, S.A.: Del aserrío mecánico a la creación de Celulosas de Pontevedra. Santiago de Compostela: Tórculo.

Serra, P., Pons, X., e Saurí, D. 2008. Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Applied Geography*, 28(3): 189–209.

Sineiro García, F. 2008. La integración de la agricultura gallega en la unión europea. Revista Galega de Economía, 17: 201-214.

Turner, B.L., Skole, D., Sanderson, S., Fischer, G., Fresco, L. and Leemans, R. 1995. *Land-Use and Land-cover change Science/Research Plan*. Joint publication of the International Geosphere-Biosphere Programme (Report No. 35) and the Human Dimensions of Global Environmental Change Programme (Report No. 7). Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences.

# As casas de labranza galegas, pasado ou futuro? Un estudo de caso na parroquia de Trasliste

Marcos Vázquez Marey<sup>7</sup> e María do Mar Pérez-Fra

Departamento de Economía Aplicada, Universidade de Santiago de Compostela

#### Resumen

O proceso de reestruturación agraria en Galiza estivo fortemente vinculado ao tamaño e, hoxe en día, está lonxe de ter finalizado. Aínda existe un número importante de pequenas unidades produtivas, casas de labranza, que corren o perigo de desaparecer nos próximos anos. Con todo, e a pesar do seu número e da enorme capacidade de resistencia que demostran ter, estas pequenas unidades produtivas apenas teñen interesado ao mundo científico. O presente traballo é unha contribución a este campo. O estudo dun caso permite entender o papel que xogan na actualidade esta forma de organización da produción. O traballo evidencia a súa importancia pola súa elevada vinculación co territorio e polo relevante aporte de ingresos que permite ás familias vinculadas coas mesmas mellorar a súa renda e acceder a unha alimentación de calidade da que doutro xeito quedarían excluídas debido ao baixo nivel de ingresos.

#### **Abstract**

The process of agriculture restructuring in Galicia was strongly linked to the size of the farms but, nowadays, is far from being completed. There is still an important number of small productive units that run the risk to drop production in the coming years. In spite of their number and the resilience exhibited, these units barely attract the interest of the scientific community. The chapter is a contribution to a better knowledge. The analysis provides valuable information that allows understanding the role that this form of production plays nowadays. The work underlines their attachment to the land, given the relevant income that small farms yield, which allows families to improve their revenues and have access to good quality food which otherwise they could not afford due to the low income.

## 1. Introdución

A agricultura galega ten experimentado ao longo dos últimos 70 anos un intenso proceso de cambios (López Iglesias, 2000) que implicaron a desaparición do sistema agrario tradicional e a irrupción dun novo modelo de organización produtiva que ten na especialización, na orientación cara ao mercado e na introdución de bens de capital e inputs

-

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> e-mail: vazqueztrasliste@hotmail.com

de orixe industrial os seus aspectos mais relevantes. Con todo, é importante salientar que o proceso de reestruturación agrario en Galicia está lonxe de ter finalizado (Sineiro et al., 2007). Aínda existe un número importante de pequenas unidades produtivas, casas de labranza, que corren un perigo certo de desaparecer nos próximos anos.

É importante salientar que este proceso de mudanza non só provocou cambios no ámbito produtivo senón que, como é lóxico, trouxo consigo importantes modificacións da realidade social e cultural na que estaba inserto o sistema de produción agrario tradicional. Un modelo no que as unidades de produción tamén eran unidades de consumo, e cuxo elemento esencial era a integración produtiva do policultivo -gandería- e o monte (Bouhier, 2001).

No momento actual son numerosas as voces que poñen en evidencia as contradicións do modelo produtivo agroindustrial. Contradicións que non só se circunscriben ao ámbito ambiental, senón tamén ao económico, social e cultural. De feito, podemos atopar na literatura diversos traballos que reivindican unha nova lectura do termo minifundio (Ferrás et al., 2004, Ferrás et al., 2007).

Este artigo é unha aportación a esta discusión, a partir da análise dunha casa de labranza da parroquia de Trasliste (Láncara). Usamos o concepto de casa no senso recollido en diversas obras de antropoloxía de Galicia (Lisón, 1971; Iturra, 1988; Cardesín, 1992; Mariño, 2000) e que Risco (1936, p. 326) define como:

"O instrumento de acomodación do home na terra, a ligame, o vencello do home ca paisaxe; a vida toda do home, consistente nunha relación co medio, expresase na casa, da cal pódese deducir toda a demais cultura"

É pois un concepto complexo que integra relacións familiares, sociais, culturais e económicas, elementos do patrimonio e de organización da produción agraria na que conviven diversas actividades (gandeiras, agrícolas e forestais). A pesar da gran capacidade de resistencia destas pequenas unidades produtivas, o mundo académico apenas lles ten dedicado atención. Cuestión cando menos chamativa, dado o contexto actual, no que a soberanía alimentaria é unha preocupación que excede as fronteiras da Unión Europea, no que as contradicións ambientais e os incrementos dos prezos dos alimentos están apuntado á necesidade dun cambio de paradigma.

O anteriormente exposto xustifica a análise destas unidades, tentando responder á seguinte pregunta: Están as casas de labranza en condicións de ser unha oportunidade para as xeracións futuras?

#### 2. Metodoloxía

A metodoloxía de traballo empregada enmárcase no concepto de investigación-acción definido por Kurt Lewin nos anos corenta (Lewin, 1946). De acordo con este enfoque o investigador é un dos actores chave do obxecto a investigar, polo que os problemas a resolver son definidos e analizados polos propios afectados. De tal xeito que os resultados aquí obtidos son froito do traballo de análise, mais tamén da reflexión colectiva do conxunto dos membros da unidade familiar denominada Casa Vázquez.

Ademais da recollida exhaustiva de información sobre o tempo de lecer e traballo dos membros da familia até reconstruír o que denominamos 'semana tipo' consultouse o arquivo existente na casa. Atopamos e revisamos documentos históricos que nos permitiron reconstruír a historia da casa<sup>8</sup>, mais tamén se revisaron as contas de ingresos e gastos e os investimentos realizados durante o período 2009-2011, o que nos permitiu aproximarnos a unha conta de explotación.

# 3. Pasado, presente e futuro dunha casa de labranza

# 3.1. Reseña histórica da Casa de Vázquez

A casa de labranza Casa de Vázquez atópase situada no cuadrante noroccidental do concello de Láncara no límite co concello de O Corgo, dentro da parroquia de Trasliste (Cítase *Sancto Iohanne de Terlisti* en 1125 - Tumbo 54-), e o lugar onde se empraza a vivenda familiar e as instalacións principais que dan servizo á casa chámase A Eirexe.

O rexistro da casa conserva documentos que acreditan a súa existencia como unidade produtiva desde o século XVIII. A casa de pedra habitada na actualidade foi construída a finais do século XIX, e os fondos para a súa construción obtivéronse coa participación nas segas de cereal por terras castelá-leonesas por parte de membros da unidade familiar, práctica común non so nesta comarca senón en amplas zonas de Galicia (Carmona, 1990). Dos documentos históricos de propiedade conservados no arquivo da casa, dedúcese que, dende os anos 20 do século pasado ata ben entrados os 60, a casa fixo grandes esforzos económicos, sustentados en sacrificios do traballo, para manter a base territorial da casa debido á división da masa hereditaria en cada xeración.

Unha vez consolidada legalmente a propiedade, en 1968 Casa de Vázquez inicia o proceso de modernización, especialización e mecanización da produción. A pouca dispoñibilidade de medios financeiros para afrontar este proceso fixo que en 1972 Manuel e Oliva

-

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> O arquivo conserva documentos desde o século XVIII

(os responsables directos da casa na actualidade) emigrasen a Suiza, quedando a Casa a cargo de Ermitas e Manuel, os pais de Manuel. A intensa onda migratoria, que desde o rural barre Galiza desde mediados do século XX, vai supor a chegada de cuantiosos capitais ao medio agrario que resultarían fundamentais para o proceso de cambio agrario (Collarte, 2004).

No caso de Casa Vázquez os ingresos procedentes de seis anos de traballo en Suiza van ser fundamentais para permitir a modernización da explotación, acometendo reformas nas cortes, mellorando a cabana gandeira (especializándose en vacas de raza rubia galega para a produción de carne), e mellorando o equipamento de maquinaria co que contaba a explotación. Neste caso, como en moitos outros, a emigración non significou unicamente dispoñibilidade de capital senón tamén novas ideas que modificaron as formas de produción. Un bo exemplo disto é a plantación de maceiras que realizan Manuel e Oliva emulando o modelo suízo de plantacións perimetrais.

# 3.2. Actividade produtiva actual

As actividades produtivas realizadas en Casa Vázquez poden dividirse en dous grandes tipos, en función da orientación final das mesmas:

- 1. Actividades orientadas cara o mercado que, en función do nivel de ingresos anuais xerados, se enumeran a continuación por orde de importancia:
  - a. Gandería bovina extensiva. Tomando como referencia a derradeira listaxe de sanidade animal<sup>9</sup>, conta con 30 cabezas de gando, das cales 20 teñen dereitos de produción polos que se recibe unha axuda por vaca nutriz. Por razas había 18 de rubia galega (produción certificada como *Ternera gallega suprema*), 2 de raza asturiana e 4 de raza caldelá (que dan dereito ao cobro dunha axuda por raza en perigo de extinción dentro do contrato de explotación sustentable CES). A cría dos xatos realízase por estancia total coa nai ata os 4 a 6 meses, dependendo da época do ano, e despois introdúcense en cortes para realizar o cebo e acabado, aleitándose entre unha e dúas veces ao día. A alimentación das vacas procede totalmente dos produtos forraxeiros producidos na Casa (herba seca, silo, pasto e herba en verde) así como –maioritariamente- a dos xatos, tendo aporte dunha cantidade pequena de penso composto.
  - b. Produción de mazá ecolóxica certificada desde 1999. Esta certificación é a que fixo rendíbel a produción na medida en que permite obter unha importante diferenciación en prezo. Ao longo

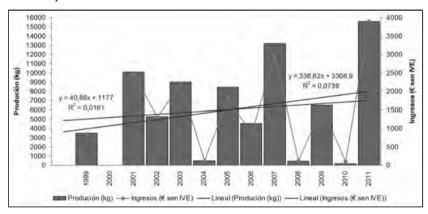
-

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> 8 de maio de 2012

dos anos fixéronse innovacións importantes que a seguir se detallan:

- Plantación de fincas con aptitude agrícola e superficie inferior a 1000 m² cun marco de plantación de 7 por 7 metros, o que permite unha completa mecanización da recolleita e a compatibilización do uso gandeiro (aproveitamento a dente polo gando).
- Especialización das árbores, con patróns de porte medio, e variedades sidreiras dos tipos De la riega, Riesta, Solariña, Verdilona ou Regona.
- Introdución dos 'big-bags' para o manexo con pala cargadora do tractor entre a finca e o acopio. Deseño e construción dun útil en forma de L invertida que se acopla á pala cargadora do tractor para aumentar a capacidade de manexo dos big-bags. Isto permitiu reducir en 2/3 por campaña o tempo empregado na manipulación da mazá.

Na actualidade hai 240 pés adultos e 40 en estado de aumento de produción. A Figura 1 ilustra a evolución da produción, vendas e ingresos desde 1999. Aínda que a produción é irregular, pódese apreciar que a produción está a aumentar nos anos con puntas de produción, o que dá unha idea da mellora no manexo da plantación.



**Figura 1**. Evolución da produción de mazá ecolóxica. Fonte: Elaboración propia a partir dos volantes de circulación.

 Produción forestal en terras de baixa aptitude agraria. As especies plantadas son *Quercus robur*, *Castanea sativa*, *Pinus insignis* e *Pinus radiata*. Como se describe a continuación os ingresos proporcionados por este aproveitamento son importantes para a economía da Casa, sobre todo tendo en conta que é unha actividade moi pouco esixente en tempo de traballo, investimentos e gastos.

- 3. Actividades orientadas maioritariamente ao consumo familiar. O autoconsumo é unha parte moi relevante dos recursos que xera a unidade produtiva para a economía familiar. Hai que apuntar que a familia valora esta produción non só polo aforro económico que supón, senón porque lles permite acceder a alimentos de gran calidade. A parte da produción que se detalla de seguido, a casa destina un xato ao ano para o consumo interno.
  - a. Produción de trigo de variedade grandal. Se ben os excedentes de produción son vendidos a terceiros. a maior parte da mesma destínase á elaboración do pan consumido pola familia e á produción de pensos para o porcino e para a mestura dos xatos comercializados. O volume de produción varía en función de cada ano, posto que, cando se renova algunha pradería, acostúmase a sementar antes unha campaña de cereal.
  - b. Porcino. Está dedicado ao consumo familiar aínda que tamén se vende algún exemplar cebado.
  - c. Gando miúdo. Galiñas, polos de cebo e coellos.
  - d. Horta familiar con cultivos hortícolas de temporada e patacas. A esta fin están dedicadas aproximadamente 0,2 ha (dependendo do ano). No caso do horto, plántanse todo tipo de cultivos de temporada, estando situado nunha terra de calidade que dispón de rega por fonte natural. No caso das patacas, cámbianse tódolos anos de finca para control natural dos parasitos e pragas que podan proliferar.

Mención a parte merece a creación do *Museo Integrado de Maquinaria Agrícola Clásica de Galicia*, se ben no momento actual esta actividade non supón ningunha fonte adicional de ingresos ós propietarios, non descartan que sexa unha actividade que os acabe xerando.

#### 3.3. Descrición da base territorial actual

A maior parte da propiedade ten a súa orixe no conxunto herdado por Manuel e Oliva, o que fai que as parcelas estean en dúas parroquias: Trasliste e Franqueán (concello de O Corgo), situada a 8 km de distancia da Casa de Vázquez. Mais, ao longo dos anos os propietarios ampliaron a base territorial a través de procedementos como cambios con veciños por predios equivalentes<sup>10</sup> ou mediante arrendamento. Esta foi a vía

.

 $<sup>^{10}</sup>$  A finca Sobor de vila pasou a agregarse ao Fondo do Agro, pasando esta a ter unha superficie de 3604 m², a finca Bouza agregouse ao Agro pasando esta a ter unha superficie de 7167 m², e, por último, o leiro do Castelo agregouse á Veiga de Arriba cunha superficie final de 7911 m².

fundamental pola que a Casa conseguiu incrementar a súa base territorial aínda que, como se verá máis adiante, a escasa dispoñibilidade de terras fixo que todas as parcelas estean situadas lonxe da Casa.

#### 1. Parcelas en propiedade (Táboa 1)

Táboa 1. Parcelas en propiedade de Casa de Vázquez.

			Pradeira	ıs e	Pradeira	as e			Agrícola	
	Forest	:al	pasto	S	mazaiı	as	Mazair	as	autoconsur	no
	Nº de		Nº de		Nº de		Nº de			
	parcelas	has	parcelas	has	parcelas	has	parcelas	has	Nº de parcelas	has
		2,0						0,3		
Trasliste	8	6	8	6,9	7	4,17	3	7	3	0,2
								0,2		
Franqueán							3	4		

Fonte: elaboración propia a partir dos arquivos da casa.

- 2. Parcelas en propiedade mancomunada (MVMC). A Casa tamén participa na propiedade de montes veciñais, de novo en ambas parroquias. Os usos son forestal e gandeiro (3,32 has declaradas para pago único).
- 3. Parcelas arrendadas. A casa dispón de 6 has en réxime de arrendamento divididas en 3 parcelas. Trátase de fincas cunha extensión media superior á que teñen as de propiedade mais están moi distantes da casa<sup>11</sup>. Están adicadas á produción de forraxe e cereal (en rotación).

#### 3.4. Instalacións e maquinaria

A casa conta coas seguintes instalacións:

- 260 m² de establo libre, construído en 1996, con capacidade para 25 vacas. Úsase para manexo do gando na aplicación de tratamentos veterinarios, controis sanitarios, e alimentación do mesmo en épocas de forte invernía. Tamén para amamantado de xatos en idade de acabado (que oscila entre os 4 a 9 meses).
- 118 m² de establo trabado, construido en 1980, con capacidade para 15 vacas. Foi o primeiro que se construiu na parroquia, na hai nel unha corte de xatos, tamén se usa para amamantar xatos en épocas de acabado e sala de partos.
- 120 m² de almacéns para máquinas e enseres agrícolas construidos en 1995.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> A máis pequena ten unha extensión de 0,665 has e está a 2 km, e a 4 km está a segunda das parcelas cunha dimensión de 2,1 has. En ambos casos o arrendamento fíxose cun contrato privado. A casa dispón dunha terceira parcela de 3,2412 has que dista 12 km e que foi arrendada a través do Bantegal.

- 210 m² de almacén para forraxes henificados, palleira, construido en 1978, con financiamento procedente do aforro de capital no período de emigración.
- 30 m² de silo tipo trincheira construído no ano 1980, xa en desuso desde o 2000.
- 40 m² de cortes de acabado de xatos (cando se fala de acabado de xatos é cando se recollen para suministralles unha alimentación máis controlada), construida en 1985.
- 200 m³ de foxo de xurro, construido en 1997.
- Fincas principais cercadas con 5-6 fíos de arame de espiño.
- 72 m² de cubertizo en pendello tipo feira para museo de máquinas clásicas.

#### A maquinaria con que conta a Casa consiste en:

- Tractores: Tractor adquirido co apoio dun recente programa Renove de tractores (2008). Para adecuar o traballo na explotación ás novas medidas de seguridade do operario e coidado do medio -normativa europea de contaminación (fase III-B, Tier 3), que non foi de obrigado cumprimento ata 2011-. O custo foi de 50000€. Realiza na actualidade as tarefas pesadas de laboreo e forraxe. Tractor adquirido cun dos primeiros plans de mellora (1985), xestionados polo Instituto Lucense de Desenvolvemento, cun custo de 1.550.000 pesetas, con cabina homologada conforme á directiva tipo EP1/7803ª(8)/2. Realiza na actualidade as labores lixeiras de forraxe e transporte. Tractor con pala cargadora frontal da mesma marca, para labores de manipulación e elevación de cargas (rotopacas) e desbroce en terreos forestais; a punto de ser incorporado á colección de tractores clásicos (1969).
- Maquinaria de forraxe: Rotoempacadora de cámara fixa, para o ensilado en paquetes e para o rotoempacado da herba henificada. Empacadora de pacas prismáticas pequenas, compartida con outros dous agricultores da parroquia, pouco usada na actualidade, simplemente para a realización de pacas de palla pola súa facilidade de manexo manual, para estrado de cama dalgún animal en parto, posto que foi totalmente sustituida pola rotoempacadora. Remolque autocargador de 15 m³, utilizado para ensilar, pouco usado na actualidade, só para herba en verde. Hilerador semisuspendido adquirido cun plan de mellora aprobado para a explotación. Henificador semisuspendido compartido con outros dous agricultores da parroquia. Segadora rotativa suspendida, utilizada para corte da herba para silo e

henificada. Segadora autopropulsada de corte por coitelas compartida con outros dous agricultores da parroquia.

- Maquinaria de labor e abonado: Cuba de purín compartida con outros dous agricultores da parroquia. Cuba de purín compartida con familiar. Rodillo compactador de fabricación local, de 2.5 m de anchura, compartido con outros catro agricultores da parroquia. Abonadora-sementadora suspendida de 400 litros. Arado monosurco automático de 20". Arado trisurco automático non-stop compartido cun familiar. Cultivador de nove brazos helicoidais. Cultivador de refino de fabricación local de 2.5 m de ancho. Carro esparcidor de esterco de tres cadeas e tres rotores, de 15 m³.
- Maquinaria de transporte: Remolque agrícola de 3.7 m de largo por 1.7 m de ancho, homologado para 6500 kg. Remolque para turismo de 3 m de largo por 1.6 de ancho, homologado para 1500 kg.
- Outra maquinaria: Desbrozadora suspendida de 1.6 m utilizada para o control mecánico de malas herbas e silvas sen aplicar produtos fitosanitarios. Desbrozadora manual para labores de coidado de bordes das fincas e dos espazos a produción forestal. Motoserra de acumuladores, como ferramenta respectuosa co medio dado que non consume combustibles fósiles e as baterías son recargables e reciclables. Úsase para a poda das maceiras, de pinos, e corta de madeira para uso doméstico.

O conxunto da maquinaria propia (65%) e compartida (35%) suma vinte máquinas. Compartir maquinaria representa unha oportunidade de aforro económico dado que, no caso das labranzas deste tipo, as máquinas acadan a obsolescencia tecnolóxica a menos da metade da súa vida útil.

A parte a Casa ten a maquinaria antiga pertencente ao Museo. Parte dela procede da conservación e restauración de maquinaria propiedade de Casa de Vázquez, mais en 2006 comezou a definirse máis esta iniciativa e realízase a primeira exposición de tractores e maquinaria agrícola clásica. O proxecto recibe unha subvención do grupo de acción local Terras do Miño e na actualidade pódese visitar unha colección de maquinaria agrícola en miniatura (máis de 200 pezas), 6 tractores clásicos restaurados e varias máquinas agrarias de época.

#### 4. A forza de traballo

#### 4.1. O traballo cotián

O traballo distribúese entre tres persoas: a titular actual da actividade agraria (Oliva) de 62 anos, o seu cónxuxe (Manuel) xubilado de 67 anos e

o fillo de ambos (Marcos), de 39 anos, que traballa por conta allea no sector servizos.

Como se observa na Táboa 2, Oliva é a que leva gran parte do traballo cotiá de manexo do gando e do gando miúdo, ademais do traballo na horta, e a preparación e conservación dos alimentos. É responsábel tamén das tarefas de limpeza da casa e da elaboración da comida. É de salientar que cando se realizan traballos de campaña, tales como a recollida de mazás, o número de horas dedicadas ás tarefas domesticas e de autoconsumo rebáixanse substancialmente. As tarefas de manexo e mantemento da maquinaria (labranza, abonado, acople e desacople de apeiros) son realizadas por Manuel coa colaboración, nas tarefas máis complexas, de Marcos. Esta división do traballo en función do xénero correspondese no esencial co patrón descrito por *Méndez (1988) para a provincia de Lugo no período 1940-88*.

Manuel, aínda que xubilado e coas limitacións físicas propias da súa idade, mantén unha intensa actividade. Ocupase en exclusiva das tarefas administrativas máis rutinarias e comparte o traballo diario coa titular da explotación. El é o que se ocupa das tarefas de mantemento da labranza, como son arranxo de peches das parcelas, rozado de arredores ou reparacións e construción de paredes de pedra, así coma da realización de pequenas obras de albanelería.

A Táboa 2 reflicte o resultados obtidos coa recollida sistemática de tempos de traballo dunha semana tipo 12 que, como é esperable, experimenta variacións en función das labores requiridas polas campañas estacionais. As labores que non son diarias ou habituais descríbense no apartado seguinte.

Día da semana		allo par nercado	ао		raball xestic		Traballo para autoconsumo	Traballo doméstico	Trabal conserva manter	ación e
Luns	0,5	1	2	2	2		1,5	3,5		3,5
Martes	2	2,5					1,5	2		5,5
Mércores	0,5	4,5				1	1	5,5		1,5
Xoves		1,5	1				1	1	1	3
Venres	3	1				0,5	2,5	1		6,5
Sábado	1	1						4		0,5
Domingo		2								
Traballo	7	13,5	3	2	2	1,5	7,5	17	1	20,5

Táboa 2. Tempos de traballo (horas) nunha semana tipo.

En cursiva aparece sinalado o traballo do cónxuxe xubilado, en negriña o traballo compartido

Observamos que o número de horas de traballo semanais oscilan entre as 49,5 horas de traballo semanais de Oliva (incluíndo traballo doméstico) e

-

 $<sup>^{12}</sup>$  A recollida dos tempos correspóndese coa semana comprendida entre o 23 e 29 de abril de 2012.

as 41,5 horas de Manuel. Descontando o tempo adicado a mantemento e traballo doméstico, está por debaixo dunha xornada semanal normal (40 horas). Por outra parte tanto Manuel como Oliva declaran que parte do traballo compartido podería ser realizado por unha única persoa mais prefiren facelo deste xeito.

Como se sinalou anteriormente, a pesar de que Marcos non reside na Casa tamén aporta traballo. As motivacións desta participación son múltiples: o interese por este tipo de labores, o obxectivo de mellorar a calidade de vida dos pais descargándoos das tarefas máis pesadas e, por último, a responsabilidade ou compromiso de ser herdeiro da propiedade e explotación. O traballo que aporta Marcos non é remunerado directamente, se ben participa xunto coa familia e benefíciase dos alimentos producidos na Casa. De novo, non estamos ante unha situación excepcional, senón que é un exemplo mais de inserción nos procesos de reprodución, ampliación ou supervivencia da pequena agricultura familiar (Díaz Méndez, 1999).

A cuantificación do traballo aportado por Marcos, ao ser mais irregular, resultou máis difícil. Co obxectivo de facer unha cuantificación o máis precisa posible recorreuse a distintas formas de medida: análise dos tacógrafos dos tractores e estimación a partir dos tempos oficiais de mantemento de máquinas en taller. Esta análise permitiu estimar que o traballo de Marcos consiste en 265,4 horas/ano, que se desglosan en 225 horas/ano en manexo de maquinaria, 16,25 horas/ano en mantemento básico de máquinas, e 24,12 horas/ano en traballos de acople, desacople de maquinaria e reparacións.

#### 4.2. Traballos non cotiáns

Como xa se sinalou anteriormente, en determinadas épocas da campaña a intensidade dalgunhas tarefas (colleita de forraxe, labranza, abonado ou recollida de mazás) fai que se teña que modificar substancialmente a distribución de horas de traballo apuntada anteriormente. Nestes momentos Oliva e Manuel reducen ao mínimo as tarefas diarias (coidado do gando e tarefas domésticas) e suprimen a realización de tarefas de mantemento. De acordo co declarado por eles, as tarefas diarias redúcense ate quedar en:

- No caso de Oliva, 9 horas/semana
- No caso de Manuel, 4,5 horas/semana
- No caso de traballo compartido: 16 horas/semana

Para os labores relacionados coa recollida de mazá ecolóxica, hai que ter en conta que a produción é moi variable entre anos, polo que este traballo se divide en dous tipos: o traballo fixo (xestión administrativa, poda e reposición da plantación) e o traballo variable en función da produción, que é equivalente ao tempo de colleita. Para a xestión, empréganse

aproximadamente 4 horas ao ano (realizadas por Marcos), posto que a declaración de vendas e as inspeccións fanse dúas veces por exercicio, e para poda, vense dedicando aproximadamente dúas fins de semana, estimando un tempo de 12 horas por fin de semana, estando este traballo realizado por Marcos acompañado de Manuel ou Oliva. Para a colleita, en anos de produción punta, recórrese ao apoio doutro persoal: asalariado ou por rogas<sup>13</sup> (as rogas son membros da familia ou veciños que colaboran sen salario e que son compensados mediante traballo en reciprocidade). A Táboa 3 describe as horas de traballo dun ano punta (2011).

T	ábo	oa	3.	Horas	s de	traballo:	anuais	por	traballador (2011).

Membros da familia	Horas
Marcos	40
Oliva	20
Manuel	20
María (cónxuxe de Marcos)	10
Persoal asalariado	
Dúas persoas, dous días completos	32
Rogas	
Catro persoas, dous medios días	32
Total	154 horas

#### 4.3. Outros traballos realizados

A recollida de mazás en anos de boa colleita non é o único momento no que se emprega persoal asalariado, senón que tamén se recorre á participación doutros traballadores para o cultivo de praderías e para a roza de marxes de fincas. Os salarios pagados en 2011 son:

- Sementeira de 2 ha de pradería, 3 horas de traballo dun tractorista.
- Roza, 1 persoa 3 días.

#### 5. Resultados económicos

O obxectivo deste apartado non é realizar unha análise económica ao uso. Non se pretende reproducir unha conta de resultados nin calcular índices de rendibilidade, senón obter un indicador da renda xerada pola Casa que nos permita coñecer o seu peso na renda familiar. Para este

56

 $<sup>^{13}</sup>$  Non é este o único momento no que se recorre a este tipo de traballo colectivo, tamén no ensilado se emprega esta práctica.

exercicio usamos os datos procedentes do caderno de explotación<sup>14</sup>. Para a correcta interpretación dos datos hai que ter en conta que:

- A finais de 2006 a Casa sufriu un baleiro sanitario por un brote de tuberculose. Polo tanto, os datos de produción dos anos tomados en consideración amosan unha inestabilidade na produción gandeira.
- En 2008 mercouse un tractor novo, polo que nos custos é necesario valorar o peso notable da amortización do mesmo, que remata en 2013.
- As contas non reflicten dúas cuestións importantes:
  - A cuantificación do autoconsumo, cuxa importancia xa foi descrita anteriormente.
  - Os ingresos procedentes de vendas directas a particulares: xatos, porcos, trigo ou unha pequena parte da produción hortícola.

Á hora de valorar os ingresos é importante ter en conta que a renda do cónxuxe por xubilación ascende a 9.800€, único ingreso da unidade familiar a parte da renda xerada pola actividade agraria, polo que a achega que fai a esta actividade á renda dispoñible é superior ó 62%. Non estamos pois ante unha actividade residual en canto ao aporte de rendas, senón ante unha achega fundamental para manter unha calidade de vida adecuada. Outro elemento que contribúe a dar relevancia a esta actividade xorde ao comparar os ingresos xerados coa Renda Bruta Dispoñible do concello onde está a explotación: de acordo coa Conta de Renda dos Fogares (Base 2000) (IGE, 2012) a renda dispoñible bruta por habitante en Láncara ascendía en 2009 a 13.841€, cantidade inferior á xerada pola actividade agraria desta Casa.

**Táboa 4**. Ingresos e gastos<sup>15</sup> da Casa no período 2009-2011.

	2009	2010	2011
Gandería	8.329,91	2.563	5.959,71
Mazás	1564,8	100	4.204
Subvencións*	4.936,09	27.419.29	15.266,57
Producción forestal	2.121,79		7.000
Total ingresos	15.387,79	29.982,29	34.430,28
Total gastos	12.118,21	6.295,8	11.547,41

-

A fonte dos cadros económicos é o caderno de explotación, documento de obrigada cumprimentación ao ter asinado coa administración o CES (Contrato de explotación sustentable) de medidas agroambientais e axudas ao benestar dos animais.

<sup>15</sup> Cabe destacar que os gastos de mantemento dos animais dedicados a autoconsumo están incluídos nestes valores.

O salario mínimo interprofesional (SMI)¹6 é de 641,4 €/mes, ou 8979.6 €/ano. Os ingresos xerados pola Casa son 1,96 veces superiores ao SMI por traballador. Por último, resulta ilustrativa a comparación dos ingresos económicos obtidos co tempo de traballo empregado: 1,3 veces inferior ao dunha xornada laboral para a que foi calculado o SMI (30 horas semanais fronte a 40).

É necesario observar que Casa Vázquez está inserta nun contexto local específico onde se realiza a maior parte das transaccións económicas realizadas. A análise da conta de gastos desta Casa sinala a existencia dun modesto volume de compras de insumos, mais é importante destacar que tódalas transaccións realízanse na contorna da explotación, polo que os efectos na economía local do conxunto destas pequenas unidades produtivas son, sen dúbida, importantes neste contexto.

## 6. Conclusións

Hai dúas conclusións principais que se poden obter a partir deste traballo:

- Asimilar a pequena produción familiar a conceptos como penosidade no traballo ou ineficiencia económica ou ausencia de innovación é un erro. Como podemos comprobar neste caso, a xente realiza unha actividade coa que está moi implicada, mantén unha renta digna, e innova constantemente introducindo cambios no manexo dos sistemas agrarios e maquinaria moderna.
- Os ingresos xerados por esta Casa, aínda sen ter en conta o autoconsumo, son relevantes en termos económicos para os seus propietarios e para a economía local. Importancia que aínda se pon máis de relevo se se considera o nivel de renda medio do territorio onde se localiza a explotación ou a ratio ingresos/horas de traballo empregadas.

Mais o traballo realizado tamén nos permitiu detectar as principais ameazas que se cernen sobre este tipo de explotacións:

- A actividade gandeira require de atención diaria, o que na actualidade non resulta atractivo para moita xente dadas as formas de lecer socialmente implantadas. Este é un problema que se pode solucionar introducindo melloras no manexo e na planificación.
- Hai unha forte dependencia das subvencións que no período de estudo son 1,35 veces superiores ao rendemento bruto do conxunto. Estamos en momentos de incertidume. Por unha parte no horizonte temos unha reforma da PAC que vai modificar os parámetros que determinaban até agora a percepción de axudas

\_

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> R.D.1888/2011 do Ministerio de Emprego

mais, por outra, todo indica que nos próximos anos haberá un aumento no prezo dos alimentos (De Castro, 2011). Todo isto dificulta realizar unha previsión sobre ambos impactos no futuro inmediato.

 A complexidade da estrutura da propriedade é un atranco que dificulta de forma significativa o incremento da SAU dunha explotación agraria para ser mais rendible.

# Bibliografía

Bouhier, A. 2001. Galicia: Ensaio xeográfico de análise e interpretación dun vello complexo agrario. Santiago de Compostela. Xunta de Galicia.

Cardesín, J.M. 1992. *Tierra, trabajo y reproducción social en una aldea gallega*. Madrid: MAPA.

Carmona, X 1990. Merceros de Castilla: estacionalidad agrícola y desplazaminetos estacionales en la España Cantábrica. en Garcia, L. V., Gonzalez, R. Sierra, JM e Fuente R. Los espacios rurales Cantábricos y su evolución Santander: Universidad de Cantabria.

Collarte, A. 2004. La agricultura gallega y el acceso al crédito agrario oficial en el franquismo. *Estudios de Historia Agraria*, 17: 299-316.

De Castro, P. 2011. Hambre de tierras. Madrid. Eumedia.

IGE. 2012. Banco de datos municipais

http://www.ige.eu/estatico/pdfs/s5/notas\_prensa/com\_renda\_fogar\_m unicipal\_es.pdf

Iturra, R. 1988. *Antropología económica de la Galicia rural*. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.

Lisón Tolosana, C. 1971. Antropología cultural de Galicia. Madrid: Akal.

López Iglesias, E. 2000. O sector agrario galego ás portas do século XXI: Balance das suas transformacións recentes. *Revista Galega de Economía*. 9(1): 167-196.

Mariño Ferro, X.R. 2000. Antropoloxía de Galicia. Vigo: Xerais.

Risco, V. 1939. Estudo etnográfico da terra de Melide. Santiago de Compostela: Seminario de Estudos Galegos.

Méndez, L. 1988. *Cousas de mulleres: Campesinas, poder e vida cotidiana, (Lugo 1940-1980)*. Barcelona: Anthropos.

Sineiro García, F., López Iglesias, E., Lorenzana Fernández, R., Valdês Paços, B. 2007. El proceso de ajuste en la ganaderia bovina de la Cornisa Cantábrica. En E. Arnalte. *Políticas agrarias y ajuste estructural en la agricultura española.* Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

# Clasificación de los usos del suelo en una zona rural con datos lidar multitemporales

Sandra Buján<sup>17</sup>, Eduardo Corbelle y David Miranda

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidade de Santiago de Compostela

#### Resumen

A lo largo de la historia, la actividad humana ha ejercido una fuerte influencia sobre el territorio en el que se asienta, produciendo continuos cambios. Así el dinamismo del territorio constituye una de las principales dificultades que es necesario afrontar en aras de disponer de información actualizada que refleje la realidad del mismo. Buscando nuevas formas de obtener esta información de manera rápida y precisa y apoyándonos en las nuevas tecnologías de la información geográfica, en este trabajo se desarrollan y comparan dos métodos de clasificación de los usos del suelo empleando datos lidar multitemporales que difieren entre sí en la unidad básica de análisis (clasificación orientada a píxeles vs. orientada a objetos). De forma paralela, se ha estudiado cómo la densidad de puntos lidar influye en este proceso. En este sentido, la clasificación orientada a píxeles parece menos sensible a las variaciones de la densidad de puntos que la orientada a objetos, aunque con esta última se ha obtenido una precisión mayor. Finalmente, los resultados alcanzados ponen de manifiesto que lidar es una tecnología muy valiosa para la identificación de coberturas del suelo.

#### **Abstract**

Human activity has had a strong influence on the territory throughout history. This activity has changed in both the structure and pattern of the territory. This dynamism is one of the major handicaps to be addressed in order to have updated land information. This paper develops and compares two classification methods using multi-temporal lidar data that differ in the basic unit of analysis (pixel-based vs. object-based classification). In order to develop the analysis, we explored new ways to collect land information fast and accurately with the support of this geospatial technology. Also, the influence of density of lidar data has been examined. The results show that lidar technology is a source of valuable information for the representation of relief and the identification of land cover.

1

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup>e-mail: sandra.bujan@usc.es

#### 1. Introducción

A lo largo de la historia la actividad humana ha transformado el territorio en el que se asienta, produciendo continuos cambios. Esta circunstancia es una de las mayores dificultades a la que nos tenemos que enfrentar a la hora de representar el medio, en particular para disponer de información actualizada que refleje la realidad. Esta información es básica para la planificación, el análisis de las condiciones en las que se encuentra el medio ambiente y para compatibilizar la conservación con el desarrollo social y económico.

En respuesta a esta demanda, en las últimas décadas hemos visto el nacimiento de tecnologías, como los sensores remotos, que han permitido incrementar la velocidad, eficiencia de costes y precisión en la obtención de información, y que han favorecido el desarrollo de productos cartográficos con resoluciones espaciales y precisiones inalcanzables hasta el momento (McRoberts y Tomppo, 2007). En este sentido, destaca el avance de la tecnología *laser scanning* (escáner láser), que se ha convertido en una tecnología básica para la identificación y representación con elevada precisión y resolución tanto del terreno como de los objetos ubicados sobre él.

Aunque en España están disponibles datos lidar y ortoimágenes de gran parte del territorio nacional, todavía no se ha aprovechado todo el potencial de estos datos, ya que algunas operaciones, como la identificación de coberturas y usos del suelo o la detección de cambios, siguen anclados en costosos y tediosos procesos manuales. Estas operaciones pueden ser desarrolladas parcial o totalmente de forma automática mediante la aplicación de métodos de clasificación de imágenes.

Tradicionalmente, la mayoría de los procesos de clasificación han sido realizados mediante métodos basados en píxeles (Zhang y Guindon, 2009). Muchos autores han aplicado estos métodos a imágenes de satélite o aéreas para detectar cambios de uso (Celik y Curtis, 2010) o para realizar mapas de cobertura del suelo (Tatem et al., 2001); pero han sido menos los que han empleado datos lidar (Gonçalves-Seco et al., 2008). Sin embargo, emplear estos métodos en zonas urbanas y rurales complejas presenta ciertas limitaciones debido a la existencia de píxeles mixtos, causados por la elevada diversidad en estos entornos; o bien a la similitud espectral entre diferentes coberturas urbanas, las cuales pueden inducir a interpretaciones erróneas (Myint et al., 2011).

Este problema se ha visto mitigado gracias a las imágenes con mayor resolución espacial, las cuales han incrementado el potencial para extraer mayor detalle (Dengsheng et al., 2010). Sin embargo, este mayor detalle sigue causando problemas en zonas urbanas debido a la existencia de pequeños objetos en espacios reducidos, imperceptibles con resoluciones

menores, pero que se traduce visualmente en ruido con una resolución mayor (Myint et al., 2011). Para identificar estos objetos se considera que deben estar compuestos como mínimo por cuatro unidades espaciales (Cowen et al., 1995). Por tanto, se recomienda que la resolución espacial de los datos sea como mínimo la mitad del tamaño del objeto más pequeño que se pretenda identificar.

Por otro lado, los avances en los sistemas de información geográfica han propiciado el empleo de métodos de clasificación basados en objetos. Mientras que en la clasificación basada en píxeles a cada píxel se le asigna una clase temática atendiendo a ciertos valores estadísticos, reflectancias, niveles digitales o valores de altura; en el caso de los métodos orientados a objetos, en primer lugar los píxeles con características similares se agrupan en segmentos (denominados también objetos) y posteriormente se asignan a una clase (Bernardini et al., 2010). Estos métodos han dejado de considerar únicamente la información espectral, o información contenida en cada píxel, y pasaron a tener en cuenta también la información espacial (textura y forma) y topológica, reduciendo de este modo la variación espectral local dentro de cada objeto. Un amplio grupo de investigadores han empleado con éxito estos métodos en entornos urbanos (Brennan y Webster, 2006), alcanzando un elevado grado de ajuste entre el resultado de la clasificación y la realidad.

En vista de lo anterior, otros autores han comparado los métodos basados en píxeles con los que se basan en objetos (Myint et al., 2011), decantándose la mayoría por estos últimos. Sin embargo, a pesar del empeño de muchos investigadores por obtener información actualizada y precisa de los entornos urbanos y rurales, aún son necesarios mayores esfuerzos y metodologías más eficientes en este sentido.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, y con el propósito de ayudar tanto en la actualización de los datos geospaciales de ocupación del suelo como de identificar los cambios producidos por las actuaciones sobre el territorio, en este trabajo se comparará una clasificación basada en píxeles con una basada en objetos, empleando únicamente capas de información derivadas de datos lidar multitemporales. Finalmente, también se analizará la influencia que ejerce la densidad de puntos lidar en dicho proceso.

# 2. Área de estudio y datos

#### 2.1. Zona de estudio

El área de estudio se encuentra en Vilapena (43°N 25'W, 7° 10'W), municipio de Trabada, en la provincia de Lugo y su superficie es de aproximadamente de 0,5 km² (Figura 1). El municipio de Trabada se extiende desde una área de altas cumbres y profundos valles, desde el alto de Cerrochán (776 m), hasta la Ría de Ribadeo en la Ría de Abres. En la

zona se entremezclan zonas dedicadas a labradío, pequeños asentamientos de población y amplias áreas de plantación forestal, donde la principal especie es el *Eucalyptus globulus* labill. La gran variedad de usos del suelo en esta zona ha sido uno de los factores tenidos en cuenta en su selección.

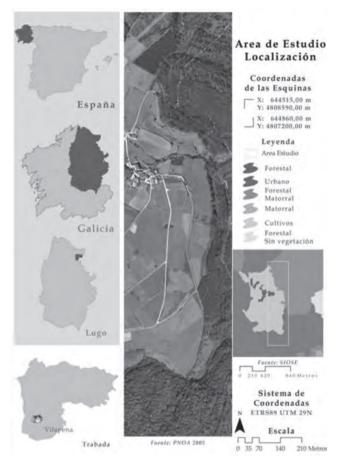


Figura 1. Localización del área de estudio. Fuente: PNOA © Instituto Geográfico Nacional de España - Xunta de Galicia y SIOSE © Instituto Geográfico Nacional de España - Xunta de Galicia.

#### 2.2. Datos

A continuación se describen las características de los datos empleados en esta investigación, que fueron obtenidos tanto por medio de sensores remotos (activos y pasivos) como mediante técnicas de topografía clásica.

Datos lidar. Los datos lidar multitemporales fueron obtenidos con un

sensor Optech ALTM 2033 en noviembre de 2004 y un sensor Leica ALS50-II en octubre de 2010. La diferencia principal entre ambos sensores está en que el sensor Optech ALTM 2033 es capaz de registrar dos retornos para cada pulso, independientemente de las características de la cobertura del terreno. Sin embargo, el sensor Leica ALS50-II únicamente registra múltiples retornos (hasta 5) en aquellas áreas con superficies semi-permeables (fundamentalmente zonas forestales). Las características técnicas de los sensores empleados para la captura de datos lidar se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Características técnicas de los sensores láser.

	Datos lidar 1	Datos lidar 2
Fecha	Noviembre 2004	Octubre 2010
Sensor	Optech ALTM 2033	Leica ALS50-II
Frecuencia del pulso láser	33000 Hz	115700 Hz
Ángulo de escaneo	± 10°	± 12°
Frecuencia de escaneo	31 Hz	40 Hz
Divergencia del rayo	0,2 mrad	0,2 mrad
Longitud de onda	1064	1064
Solape	60%	min 30%
Número de pases	18	6
Densidad de puntos	4 pulsos m <sup>-2</sup>	4 pulsos m <sup>-2</sup>
Altura de vuelo	1070-1250 m	1900 m
Precisión planimétrica	≤ 0,60 m	$\leq$ 0,20 m
Precisión altimétrica	$\leq$ 0,15 m	$\leq$ 0,07 m

Ortoimágenes. Las ortofotografías empleadas en esta investigación fueron adquiridas al amparo del proyecto PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), y fueron tomadas en 2005 y 2011 (Figura 2). Tienen una resolución espacial de 25 cm (escala de representación 1:2.500), una resolución radiométrica de 24 bits y se encuentran compuestas por tres bandas espectrales.

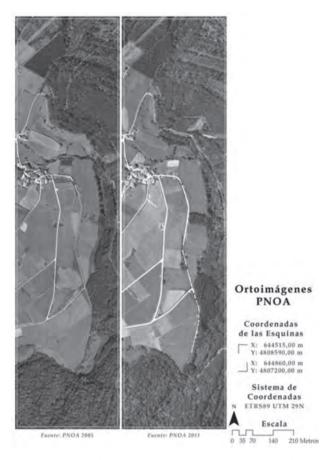


Figura 2. Imágenes aéreas de 2005 y 2011. Fuente: PNOA © Instituto Geográfico Nacional de España - Xunta de Galicia.

Datos de campo. Con el objeto de comprobar la precisión de los modelos digitales generados en este trabajo se han empleado 100 puntos de control<sup>18</sup>. Estos puntos han sido tomados en campo empleando métodos de topografía clásica. Para ello se ha empleado un GPS Trimble 5800 bifrecuencia con el cual se ha establecido una red microgeodésica en el área de estudio. Posteriormente, partiendo de las bases observadas, se realizaron múltiples itinerarios empleando una estación total Trimble 5603, de tal forma que fue posible obtener las coordenadas xyz de los puntos de control que posteriormente son empleados para validar altimétricamente los modelos.

-

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> Estos datos han sido tomados de la tesis doctoral de Luis Gonçalves Seco titulada *Automatización en la generación de modelos digitales de elevación, cubicación y combustibles, a partir de datos lidar*, y que fue presentada en 2007 en la Universidad de Santiago de Compostela.

# 3. Metodología

En este apartado se describen los procesos realizados para clasificar los usos del suelo en la zona de estudio. De forma paralela, se valora cómo la densidad de puntos lidar y la unidad mínima de análisis influyen en dicho proceso.

#### 3.1. Reducción de la densidad de puntos lidar

Para analizar la influencia de la densidad de puntos lidar en la calidad de los productos derivados de estos datos, como la imagen de intensidad o el modelo digital del terreno, y que afectan de forma indirecta a los resultados de los procesos en los que esta información es empleada (por ejemplo, las clasificaciones), es necesario disponer de datos con diferentes densidades de puntos. En este sentido resultan anecdóticos los casos en los que se encuentren disponibles datos lidar con distintas densidades de una misma zona. Sin embargo, existe la posibilidad de extraer nuevas nubes de puntos lidar con diferentes densidades a partir de una nube de puntos original con una densidad de puntos mayor.

Varios autores han desarrollado diferentes métodos para abordar este problema. Así. Andersen et al. (2005) desarrollaron un método de reducción aleatoria, donde un subconjunto de puntos es seleccionado de forma aleatoria. Sin embargo, este nuevo subconjunto no conserva el orden y regularidad de los datos originales. En un intento de mitigar estos problemas, otros autores (Buján et al., 2012; González-Ferreiro et al., 2012) modificaron el método anterior para que la reducción aleatoria se realizase por celdas, de tal forma que la superficie total ocupada por la nube de puntos lidar se divide en celdas cuadradas de 1 metro de lado, dentro de las cuales los puntos son seleccionados aleatoriamente. De esta forma la densidad se mantiene constante en todas las zonas. Hav otros métodos más complejos cuyos resultados se asemejan más a la realidad apoyándose en información adicional como la trayectoria de vuelo y el orden en que fueron registrados los puntos. Es el caso del método de reducción direccional (Magnusson et al., 2007), donde la reducción de la densidad de puntos se realiza guardando el orden y la regularidad de los datos originales.

En este caso, y con objeto de estudiar la influencia de la densidad de puntos en la metodología desarrollada, se ha optado por la aplicación del método de reducción aleatoria por celda. Si bien asumimos que el método de la reducción direccional es el más realista, no disponemos de los datos necesarios para su aplicación. Por tanto, de los métodos restantes, consideramos que el más adecuado es el método de reducción aleatoria por celda, puesto que evita que aparezcan zonas sin datos o con excesivo volumen de datos, como ocurre con el método de reducción aleatoria. Las características del método seleccionado han sido descritas en Buján et al. (2012).

Los datos lidar originales poseían una densidad de 4 pulsos×m<sup>-2</sup>. Esta densidad inicial se ha reducido de forma secuencial a 2, 1 y 0,5 pulsos×m<sup>-2</sup>, tanto en los datos de 2004 como en los de 2010.

#### 3.2. Normalización de la intensidad

La intensidad, vista como componente radiométrico de los datos lidar (Singh et al., 2010), es el cociente entre la cantidad de energía retrodispersada procedente de los objetos o del terreno que es captada por el sensor y la cantidad de energía total emitida (Song et al., 2002). Estos valores de intensidad no se ven afectados por las condiciones de iluminación, como pueden ser las sombras (Donoghue et al., 2007). Sin embargo otros factores como la orografía del terreno (Luzum et al., 2004), las características del vuelo y del sensor (Donoghue et al., 2007) o las condiciones atmosféricas (Luzum et al., 2004), sí ejercen cierta influencia sobre estos valores.

Debido al efecto de dichos factores sobre los valores de intensidad, muchos autores consideran necesario llevar a cabo un proceso de normalización. En algunos casos dicha normalización se realiza considerando el rango, el ángulo de incidencia y la atenuación atmosférica (Höfle y Pfeifer, 2007; Jutzi y Gross, 2010). Sin embargo, la aplicación de dicha corrección no siempre es posible, pues la información necesaria rara vez se encuentra disponible. Debido a esta limitación, otros autores (Donoghue et al., 2007; Mazzarini et al., 2007; García et al., 2010) se han decantado por llevar a cabo la normalización de los datos teniendo en cuenta un rango estándar, al no poseer el rango y ángulo de escaneo para cada punto lidar. De tal forma que los valores normalizados de la intensidad (I<sub>norm</sub>) se obtienen multiplicando el valor original de la intensidad (I) por el resultado del cociente entre el rango de cada punto al cuadrado (calculado como la diferencia entre la altitud media del vuelo y la altitud de cada punto - R) y el rango estándar al cuadrado (R<sub>s</sub>) [1].

$$I_{norm} = I * \frac{R^2}{R_s^2}$$
 [1]

No obstante, algunos autores como Hasegawa (2006), consideran que en ciertos casos está justificado no normalizar los datos puesto que la corrección de la intensidad por el rango no siempre es útil. En consonancia con esta visión, Holmgren y Persson (2004) emplearon valores de intensidad no corregidos para identificar diferentes especies arbóreas basándose en que el ángulo de escaneo era muy bajo (±20°); en que durante la adquisición de los datos el sensor había permanecido estable y en que el terreno presentaba una orografía poco accidentada. De forma alternativa, Song et al. (2002) aplicaron un filtro de mediana a la imagen de intensidad para reducir el efecto salt and pepper (sal y pimienta).

Teniendo en cuenta que no se disponía ni del rango ni del ángulo de escaneo para cada retorno, se ha optado por emplear el método descrito

en García et al. (2010) para normalizar la intensidad de cada punto. Los valores de intensidad calculados empleando este método son equivalentes a los valores de intensidad que deberían haberse registrado si el rango fuese el mismo para todos los puntos, eliminándose las variaciones producidas por el efecto *path length* (longitud del haz).

Finalmente, la imagen de intensidad normalizada ha sido generada empleando únicamente los puntos del primer retorno, con el fin de evitar el efecto de píxeles mixtos (mezcla de valores de intensidad de las copas de los árboles y el terreno) en zonas arboladas. El último paso ha consistido en aplicar un filtro de mediana con un tamaño de ventana de 3×3 m a esta imagen normalizada, para mitigar el ruido presente en la misma.

#### 3.3. Procesado de los datos lidar

Una vez reducida la densidad de puntos lidar y normalizados los valores de intensidad, se procedió a generar diversas capas de información con cada una de las cuatro densidades de puntos disponibles. En la Figura 3 se muestra de forma esquemática el proceso de obtención de dichas capas. En gris oscuro se indican las capas que sirven de datos de partida en el proceso de clasificación.

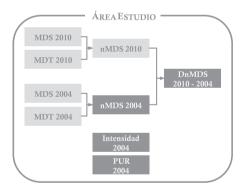


Figura 3. Esquema de obtención de las capas de información.

Modelos digitales de superficie (MDS). En conjunto se han obtenido tres modelos digitales de superficie, interpolando, por un lado, sólo el primer retorno de todos los pulsos lidar (para los datos de 2004 y 2010), y, por otro, sólo el último retorno (para los datos de 2004). En relación al primer caso, hay que considerar que estos modelos serán empleados para generar los nMDS (modelo digital de superficie normalizado). De esta forma, las zonas arboladas presentan valores de altura de la vegetación más reales que si se hubieran empleado todos los retornos, evitando una infravaloración de la altura. Sin embargo, en las zonas sin vegetación o edificadas existe una pérdida de información al no tenerlos todos en cuenta. Por otro lado, el MDS generado a partir del último retorno se

emplea para calcular la diferencia entre retornos.

Modelos digitales del terreno (MDT). Los modelos digitales del terreno han sido generados empleando el módulo TerraScan incorporado en el comercial Microstation®. Este módulo incluve modificación del algoritmo de densificación progresiva descrito en Axelsson (2000). Posteriormente, la calidad altimétrica de los MDTs fue evaluada empleando 100 puntos de control tomados en campo y el estadístico RMSE (Root Mean Square Error) propuesto por el NSSDA (National Standard for Spatial Data Accuracy). En la Tabla 2 se incluyen los resultados cuantitativos de este proceso de validación. Se observa que el error altimétrico en los MDTs de 2010 casi duplica los errores de los modelos de 2004. Este hecho puede deberse a que los puntos de control datan de 2004 y en esa fecha la gran mayoría se encontraban localizados en zonas sin vegetación o con vegetación baja. Sin embargo, en 2010 el 80% de estos puntos se encontraban en zonas arboladas.

**Tabla 2**. Valor RMSE de los puntos de control de los MDTs con distinta resolución.

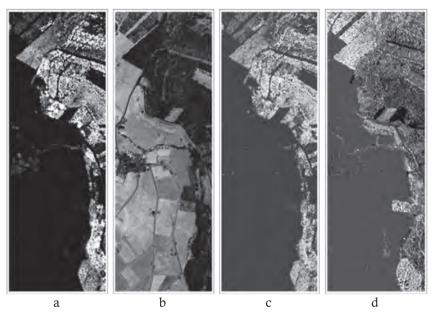
			Resol	ución	
	Datos lidar	4 pulsos×m <sup>-2</sup>	2 pulsos×m <sup>-2</sup>	1 pulsos×m <sup>-2</sup>	0,5 pulsos×m <sup>-2</sup>
DMCE	2004	0,17 m	0,24 m	0,24 m	0,24 m
RMSE	2010	0,34 m	0,42 m	0,44 m	0,52 m

Modelo digital de superficie normalizado (nMDS). El modelo digital de superficie normalizado se obtiene substrayéndole al MDS el MDT (Figura 4a). Así, el nMDS contiene los valores de altura de los objetos sobre el terreno. Esta información resulta de gran utilidad a la hora de diferenciar entre objetos y terreno, ya que los primeros tienden a tener valores positivos, mientras que el terreno presenta valores próximos a cero. En la Figura 4a los píxeles más claros representan valores positivos de altura (altura máxima 36,4 m), mientras que los más oscuros tienen valores próximos a cero (altura mínima -0,6 m).

Intensidad. Una vez normalizados los valores de intensidad de cada punto, a partir de cada conjunto de datos se ha calculado un TIN (red de triángulos irregulares). Posteriormente, estos TIN se han rasterizado con una resolución espacial de 0,5 m en el caso de las densidades de 4 y 2 pulsos×m<sup>-2</sup>, y de 1 m para el resto. Finalmente, a estas imágenes se les ha aplicado un filtro de mediana con un tamaño de ventana de 3×3 m (Figura 4b).

*Primer-Último retorno (PUR).* La diferencia entre el primer y último retorno se obtiene a partir de la diferencia entre el MDS generado a partir del primer retorno y el MDS generado a partir del último retorno (Figura 4c).

Esta información resulta de gran utilidad para diferenciar las coberturas permeables (por ejemplo, la vegetación) de aquellas que no lo son (por ejemplo, las cubiertas de las edificaciones). En la Figura 4c los píxeles con valores próximos a cero se representan en tonos oscuros.



**Figura 4**. Capas de información generadas con una densidad de 4 pulsos×m²: a) nMDS (a partir de los datos de 2004); b) Imagen de intensidad normalizada (a partir de los datos de 2004); c) PUR (a partir de los datos de 2004); d) DnMDS.

Diferencia entre modelos normalizados de superficie (DnMDS). La diferencia entre el nMDS de 2010 y el nMDS de 2004 se ha calculado substrayéndole al valor de cada píxel del primer modelo el valor del píxel correspondiente del segundo<sup>19</sup>. El resultado representa los cambios de altura de los objetos que han tenido lugar en la zona de estudio entre los dos años (Figura 4d). En esta Figura tanto los píxeles más oscuros como los más claros corresponden a cambios. En el primer caso se trata de valores negativos, que indican que los objetos presentes en 2004 ya no están en 2010; mientras que el segundo representa valores positivos, mostrando el crecimiento de la vegetación o nuevas plantaciones.

Finalmente, establecer la resolución espacial de las capas de información es un paso muy importante de cara a aprovechar al máximo la

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Previamente, se ha calculado la diferencia entre los MDTs con el propósito de verificar si los cambios de altura detectados son atribuibles a los objetos o al terreno. De esta forma, se obtuvo que sólo el 0,1% de la superficie del área de estudio muestra una diferencia entre MDTs inferior a -1 m, mientras que el 0,7% se encuentra por encima de 1,5 m.

información disponible. En este caso la resolución espacial se obtuvo teniendo en cuenta, tanto para el vuelo de 2004 como para el de 2010, el valor de la divergencia del rayo (0,2 mrad en ambos vuelos) y la altura de vuelo sobre una elevación media del terreno de 350 m (valores medios de 1250 m y 1900 m, respectivamente). De tal forma que estos datos permiten calcular el diámetro de la *footprint* (huella) del rayo láser, y su área puede estimarse como la máxima resolución espacial alcanzable en términos de reflectancia (Höfle y Pfeifer, 2007). Así, el diámetro de la *footprint* para el vuelo de 2004 es de 0,18 m, mientras que para el vuelo de 2010 es de 0,31 m. Por tanto, y teniendo en cuenta la densidad de los datos lidar, la resolución espacial con la que han sido generadas las diferentes capas de información es de 0,5 m para densidades de 4 y 2 pulsos×m<sup>-2</sup>, y de 1 m para el resto de densidades.

# 3.4. Clasificación orientada a píxeles en relación a la clasificación orientada a objetos

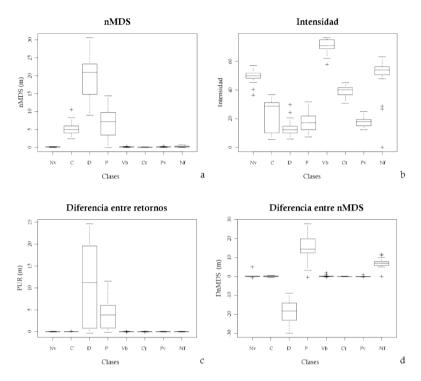
En este apartado se describen tanto las tareas previas realizadas para seleccionar las muestras de entrenamiento, como los procesos para obtener los árboles de decisión que serán empleados para realizar dos tipos de clasificación: orientada a píxeles y orientada a objetos. Ambas pretenden diferenciar hasta ocho clases de usos del suelo diferentes en la zona de estudio: "zonas forestales" (F); "zonas deforestadas" (D); "zonas con nuevas plantaciones" (Nf); "zonas con vegetación baja" (Vb); "construcciones" (C); "caminos de tierra" (Ct); "carreteras pavimentadas" (Pv) y "zonas sin vegetación" (Nv).

Selección de muestras. Las clasificaciones que se llevarán a cabo se basarán en múltiples umbrales. Si bien la aplicación de los umbrales se hará de forma semi-automática en el caso de la clasificación basada en píxeles, aunque no en el caso de la clasificación orientada a objetos, ya que ésta se realizará de forma manual. Sin embargo, en ambos casos se hace necesario seleccionar una serie de muestras que sean representativas de cada una de las ocho clases de usos del suelo que se pretende discriminar. Así, se han seleccionado de forma aleatoria 30 muestras de cada clase. Estas muestras han sido digitalizadas apoyándose en las ortofotografías disponibles de 2005 y 2011, de tal forma que se conoce la clase real a la que pertenece cada muestra. Posteriormente, se han representado gráficamente mediante diagramas de caja<sup>20</sup> los valores que toman dichas

ha sido Q<sub>1</sub>-1,5(Q<sub>3</sub>-Q<sub>1</sub>). De nuevo, si este valor es inferior al valor mínimo de las muestras, este valor mínimo será tomado como extremo inferior.

 $<sup>^{20}</sup>$  Los diagramas de caja se elaboraron a partir de cinco valores: la mediana ( $Q_2$ ); límites inferior (percentil 25 –  $Q_1$ ) y superior (percentil 75 –  $Q_3$ ); y extremos. El extremo superior considerado aquí ha sido  $Q_3+1,5(Q_3-Q_1)$ . Sin embargo, si este valor es mayor que el valor máximo de las muestras, el máximo valor de las muestras será considerado como extremo superior. De igual forma, el extremo inferior considerado

muestras en cada una de las capas de información (Figura 5).



**Figura 5**. Valores de las muestras de entrenamiento por clase en cada una de las capas de información.

En la Figura 5a es posible observar como todas las clases, a excepción de las clases "construcciones", "zonas forestales" y "zonas deforestadas", toman valores de altura próximos a cero, mientras que los mayores valores de altura se alcanzan en la clase "zonas deforestadas". En estas zonas suelen darse los valores más elevados va que en ellas se localizan árboles maduros de gran altura cuya tala ha sido reciente. En la Figura 5b se puede comprobar cómo los valores más altos de intensidad se dan en la clase "vegetación baja", mientras que uno de los rangos de valores más bajos, unido a la baja variabilidad, se da en la clase "carreteras pavimentadas". Por otro lado, en la Figura 5c se observa cómo únicamente las clases con vegetación alta en 2004 (clases "zonas forestales" y "zonas deforestadas") presentan valores por encima de cero, encontrándose la mayor variabilidad en las zonas deforestadas. Finalmente, en el último de los gráficos (Figura 4d) se comprueba la utilidad de la diferencia entre modelos normalizados de superficie para identificar las clases "zonas forestales", "zonas deforestadas" y "nueva plantación". En el caso de las zonas deforestadas hay que destacar que los valores que toman sus muestras presentan prácticamente los mismos valores que tomaban en la capa nMDS, pero con signo contrario.

Clasificación orientada a píxeles. La primera de las clasificaciones aplicada en este trabajo se realizó a nivel de píxel empleando el método de clasificación en árbol. El árbol de decisión fue generado de forma automática empleando el algoritmo J48 incluido en el paquete RWeka (Hornik et al., 2009) e incorporado en el software libre R (R Development Core Team. 2011). Este algoritmo es una adaptación del algoritmo libre C4.5 de Quinlan (1993) y ha sido empleado recientemente de forma satisfactoria por Corbelle y Crecente (2012). El resultado obtenido fue modificado ligeramente de forma manual a partir del análisis de las muestras de entrenamiento para mitigar errores entre clases. La información necesaria para ejecutar este algoritmo y obtener el árbol de decisión es una tabla en la cual cada fila hace referencia a una de las 240 muestras de entrenamiento seleccionadas; mientras que en las columnas se incluyen cada una de las variables, es decir, el valor que toma cada muestra en las diferentes capas de información. De igual forma, en una de las columnas se refleja la clase a la cual pertenece cada una de las muestras.

Finalmente, el árbol de decisión definitivo ha sido elaborado con el programa Definiens Developer® (Definiens, 2007). Teniendo en cuenta que el programa está diseñado para la ejecución de clasificaciones orientadas a objetos, se ha empleado el algoritmo de segmentación denominado *Chessboard* disponible en el programa, que permite dividir el área de estudio en objetos cuadrados, que pueden ser considerados píxeles.

Clasificación orientada a objetos. Al igual que en el caso anterior, también se emplea el método del árbol de decisión para realizar la clasificación orientada a objetos. Sin embargo, en este caso el diseño del árbol y el establecimiento de umbrales se hacen de forma totalmente manual.

El primer paso para llevar a cabo una clasificación orientada a objetos es obtener los objetos. Este proceso se denomina segmentación y es una de las etapas más importantes, de tal forma que la calidad de la segmentación repercute directamente en el resultado final de la clasificación. En este caso se ha empleado la imagen de intensidad, el nMDS y la diferencia entre nMDS como información de partida del algoritmo de segmentación multirresolución, el cual se encuentra disponible en el programa Definiens Developer®. Los parámetros de esta segmentación se han incluido en la Figura 8.

En base al resultado de la segmentación, y tras un análisis detallado de las muestras de entrenamiento, se ha diseñado el árbol de decisión y seleccionado los umbrales más adecuados para la discriminación de las ocho clases mencionadas.

#### 3.5. Evaluación de la precisión

Cuantificar el grado de acuerdo entre los resultados obtenidos y la realidad requiere una serie de cálculos estadísticos. En el caso de que el objeto de la evaluación sea una clasificación, la matriz de error es el método más utilizado para evaluar su precisión (Foody, 2002). Esta matriz permite calcular valores estadísticos que reflejen de manera cuantitativa la calidad de dicha clasificación. Entre los valores estadísticos más empleados en la literatura (Brennan y Webster, 2006; Dengsheng et al., 2010) podemos destacar: la precisión global, que refleja el porcentaje de píxeles u objetos correctamente clasificados; y el coeficiente Kappa que -a diferencia del anterior- tiene en cuenta los errores de omisión y comisión, y muestra el grado de ajuste debido exclusivamente a la exactitud de la clasificación, prescindiendo del atribuible al azar (Congalton, 1991).

Para el cálculo de la matriz de error y los valores estadísticos derivados de ésta, se han seleccionado aleatoriamente 50 píxeles por cada una de las clases que se pretenden identificar, los cuales se consideran representativos de dichas clases. Estos píxeles han sido seleccionados a partir de las ortofotografías disponibles y de la imagen de intensidad lidar. A continuación se comprobó a qué clase había sido asignado cada píxel de referencia después de haber realizado las dos clasificaciones descritas. Finalmente, se ha obtenido la matriz de confusión y a partir de ésta, calculado los valores estadísticos anteriormente descritos.

Finalmente, es necesario observar que, en primer lugar, se ha evaluado la calidad de la clasificación teniendo en cuenta todas las clases (8 clases) y, a posteriori, la evaluación se ha llevado a cabo integrando en una única clase aquéllas que presentaban mayores errores, es decir, la clase "caminos de tierra" y "zonas sin vegetación" (7 clases).

## 4. Resultados y discusión

#### 4.1. Clasificación orientada a píxeles

En el caso de la clasificación basada en píxeles, el árbol de decisión se obtuvo de forma automática, aunque ha sido necesario realizar algunos ajustes. El más significativo ha sido la inclusión de la capa de información PUR. El análisis con el algoritmo J48 no contemplaba el uso de esta capa, ocasionando gran confusión entre las clases "zona forestal" y "construcciones". Por ello, y para mitigar el efecto de esta confusión, se decidió introducir esta información en el árbol de decisión final (Figura 6).

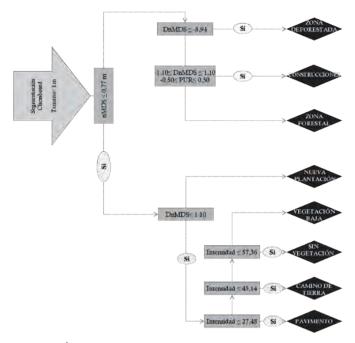
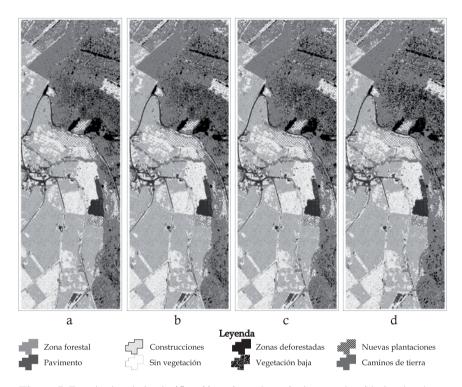


Figura 6. Árbol de decisión de la clasificación orientada a píxeles.

El resultado de la clasificación de cada una de las densidades disponibles se muestra en la Figura 7; y los valores derivados de las matrices de confusión han sido incluidos en la Tabla 3.

En primer lugar, la interpretación de los resultados de la clasificación orientada a píxeles (Figura 7) permite comprobar que en todos los casos existe confusión entre las clases "zonas forestales" y "construcciones". También es posible observar algunos errores de identificación de las "zonas deforestadas". Estos errores pueden deberse a que no es totalmente completo el solape entre los datos lidar multitemporales. Finalmente, hay que observar que la influencia ejercida por la disminución de la densidad de puntos en los resultados no es muy acusada, aunque puede verse reflejada en las construcciones, donde sus contornos se vuelven discontinuos.

En general, los resultados son buenos con independencia de la densidad de puntos (Tabla 3), pues la variación de la densidad no ha ejercido gran influencia, aunque existe una ligera pérdida de calidad a medida que la densidad disminuye. Por otro lado, la calidad de las clasificaciones ha aumentado al no tener en cuenta la clase "caminos de tierra", pero en este caso la variación de la densidad tiene mayor influencia que si se discriminan ocho clases.



**Figura 7**. Resultados de la clasificación orientada a píxeles con densidades de: a) 4 pulsos×m<sup>-2</sup>; b) 2 pulsos×m<sup>-2</sup>; c) 1 pulsos×m<sup>-2</sup>; d) 0,5 pulsos×m<sup>-2</sup>.

Tabla 3. Resultados de la clasificación orientada a píxeles.

Densidad de puntos	Precisión global (%)		Índice Kappa	
	8 clases	7 clases	8 clases	7 clases
4 pulsos×m <sup>-2</sup>	89,25	92,57	0,88	0,91
2 pulsos×m <sup>-2</sup>	89,75	91,71	0,88	0,91
1 pulso×m <sup>-2</sup>	89,50	90,43	0,89	0,90
0,5 pulsos×m <sup>-2</sup>	88,25	90,43	0,87	0,90

#### 4.2. Clasificación orientada a objetos

Al igual que en lo relativo a la clasificación orientada a píxeles, en la clasificación orientada a objetos también se ha empleado un árbol de decisión para llevar a cabo la clasificación. Sin embargo, en este caso ha sido elaborado manualmente a partir del análisis de las muestras de entrenamiento. En la Figura 8 se describe el árbol de decisión utilizado en

la clasificación orientada a objetos.

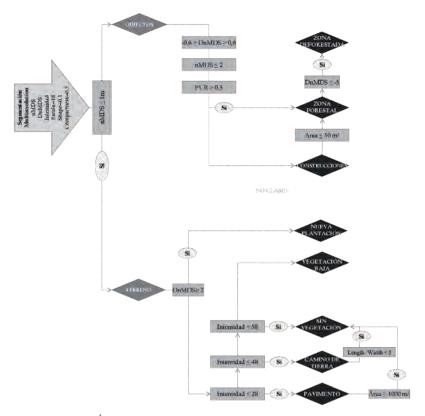
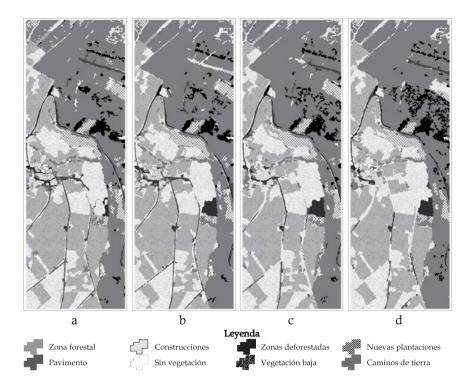


Figura 8. Árbol de decisión de la clasificación orientada a objetos.

A diferencia de la clasificación orientada a píxeles, se han empleado varios algoritmos con el propósito de depurar algunas clases. Este es el caso de las clases "carreteras pavimentadas" y "construcciones", a las cuales se ha aplicado un algoritmo de tamaño para limitar la superficie de los objetos pertenecientes a estas clases; mientras que para el depurado de la clase "caminos de tierra" se ha empleado un algoritmo de forma, ratio length/width (razón entre longitud y anchura), cuyo valor es mayor cuanto más alargados y rectos son los objetos.

El resultado de la clasificación con el árbol de decisión mencionado de cada una de las densidades disponibles se muestra en la Figura 9. Los valores derivados de las matrices de confusión están descritos en la Tabla 4.



**Figura 9**. Resultados de la clasificación orientada a objetos con densidades de: a) 4 pulsos×m<sup>-2</sup>; b) 2 pulsos×m<sup>-2</sup>; c) 1 pulsos×m<sup>-2</sup>; d) 0,5 pulsos×m<sup>-2</sup>.

Analizando los resultados gráficos de la clasificación orientada a objetos (Figura 9) se observa que éstos presentan una apariencia muy similar con distintas densidades de puntos. Incluso algunas zonas han sido erróneamente clasificadas con independencia de la densidad de puntos. Es el caso de una zona arada (parte central derecha) que ha sido clasificada de forma errónea como zona pavimentada. Esta confusión se ha mantenido en todos los casos, aunque al emplear una mayor densidad de puntos lidar, la extensión del área confundida ha sido menor. Esta confusión se ha debido a que en el momento de la toma de datos la zona se encontraba recién abonada, descendiendo de esta forma los valores de intensidad hasta alcanzar los valores de intensidad propios de las zonas pavimentadas.

También es posible comprobar cómo, a medida que la densidad de puntos disminuye, los caminos de tierra pierden continuidad en sus límites. La misma circunstancia se aprecia en las construcciones: cuanto menor es la densidad de puntos, más irregulares al tiempo que imprecisos se vuelven los límites de las mismas.

Densidad de puntos	Precisión global (%)		Índice Kappa	
	8 clases	7 clases	8 clases	7 clases
4 pulsos×m <sup>-2</sup>	92,25	93,71	0,91	0,93
2 pulsos×m <sup>-2</sup>	91,25	93,14	0,90	0,92
1 pulso×m <sup>-2</sup>	86,00	93,14	0,84	0,92
0,5 pulsos×m <sup>-2</sup>	83,00	89,14	0,81	0,87

Tabla 4. Resultados de la clasificación orientada a objetos.

Atendiendo a la evaluación cuantitativa (Tabla 4), observamos que en general los resultados obtenidos son muy buenos pero, como se esperaba, la densidad de puntos ejerce cierta influencia. Se observa que con densidades de 2 pulsos×m² o mayores los resultados de la clasificación son aceptables en el caso de discriminar 8 clases; sin embargo, con densidades menores la calidad decrece significativamente. Este descenso puede atribuirse fundamentalmente a errores en el proceso de segmentación. Si se tienen en cuenta los resultados de identificar 7 clases, el uso de densidades de 1 pulso×m² proporciona muy buenos resultados. Sin embargo, con densidades de 0,5 pulsos×m² la calidad de algunas clases, como por ejemplo la que representa a las construcciones o los caminos de tierra, puede ser inadecuada para ciertos propósitos, como la delimitación de contornos en cartografía urbana o de núcleos de población.

#### 4.3. Comparación de los métodos de clasificación y discusión

En primer lugar, si comparamos los resultados de las dos clasificaciones realizadas en este trabajo, tenemos que, en general, los resultados de la clasificación orientada a píxeles no se han visto afectada por la disminución de la densidad de puntos. No es así en el caso de la clasificación orientada a objetos, donde la precisión -empleando la mayor densidad de puntos- difiere en casi un 10% con respecto a los resultados obtenidos empleando la menor densidad (en el caso de discriminar 8 clases). Esta circunstancia se produce por la ocurrencia de graves errores al discriminar la clase "caminos de tierra" a medida que la densidad de puntos disminuye. Este hecho puede corroborarse observando los resultados de discriminar 7 clases, sin considerar la clase "caminos de tierra", ya que la diferencia entre resultados con diferentes densidades es mucho menor.

Finalmente, hay que observar que comparar los resultados de este estudio con los obtenidos en otros trabajos es complejo puesto que, por un lado, pocos autores han llevado a cabo clasificaciones empleando como única fuente de información datos lidar; por otro, aún han sido menos los que

han empleado datos lidar multitemporales; y, finalmente, en ningún caso las clases a identificar coinciden. Sin embargo, en el trabajo de Brennan y Webster (2006) se identificaron un gran número de clases (10) en una zona urbana costera mediante una clasificación orientada a objetos, empleando 4 capas de información derivadas de datos lidar. La precisión general que obtuvieron fue de un 94%. Sin embargo, estos autores se encontraron con grandes dificultades para diferenciar entre árboles y edificios, debido a que en algunos casos la vegetación alta era muy densa, lo cual propició que las diferencias entre retornos fuesen muy similares en ambas clases.

Por otro lado, empleando datos lidar multitemporales, Yu et al. (2006) identificaron individualmente más del 75% de los árboles talados en una zona forestal. También comprobaron que el número de árboles talados que habían sido contados en el trabajo de campo no coincidía con el número de árboles que habían obtenido de forma automática, atribuyendo este error a la incorrecta delimitación individual de los árboles que habían llevado a cabo previamente.

#### 5. Conclusiones

En este trabajo se han desarrollado dos métodos de clasificación del uso del suelo, uno basado en píxeles y otro en objetos. Para ello se ha empleado el método del árbol de decisión y datos lidar multitemporales para la identificación de ocho clases en una zona rural. Finalmente, se ha analizado la influencia que ejerce la densidad de puntos lidar en ambas clasificaciones.

De acuerdo con los resultados obtenidos, puede concluirse que el método de clasificación orientado a objetos es más preciso que el método orientado a píxeles con densidades superiores a 1 pulso×m². Sin embargo, en este último caso, las variaciones de precisión empleando diferentes densidades de puntos son casi inexistentes. La clasificación basada en píxeles se ha visto menos influida por la variación de la densidad de puntos, fundamentalmente las clases "carreteras pavimentadas", "zonas sin vegetación", "vegetación baja", "caminos de tierra" y "nuevas plantaciones".

Los métodos de clasificación empleados también han demostrado la utilidad y potencial de los datos lidar a la hora de detectar zonas forestales o edificadas con densidades mayores de 2 pulsos×m<sup>-2</sup>. Con densidades inferiores, sobre todo empleando la clasificación orientada a objetos, se han observado ciertas limitaciones con algunas clases como, por ejemplo, la clase "construcciones" o la clase "caminos de tierra".

La reducción de la densidad de puntos lidar ha afectado a los resultados, sobre todo al proceso de segmentación en la clasificación orientada a objetos. Sin embargo, en el caso de emplear la clasificación orientada a

píxeles, los resultados han sido más satisfactorios de los que inicialmente se esperaba, y ambos abren la puerta al uso de estas técnicas en España, donde los datos lidar con densidades de 0,5 – 1 pulso×m<sup>-2</sup> se encuentran disponibles para el 90% del territorio. Sin embargo, atendiendo a los resultados de este trabajo, si se aumentara la densidad de estos datos hasta 2 pulsos×m<sup>-2</sup>, la precisión de los resultados podría compensar el coste adicional de adquisición y aumentaría considerablemente el rango de posibles aplicaciones.

#### Bibliografía

Andersen, H.E., McGaughey, R.J. y Reutebuch, S.E. 2005. Estimating forest canopy fuel parameters using lidar data. *Remote sensing of Environment*, 94 (4): 441-449.

Axelsson, P. 2000. DEM generation from laser scanner data using adaptive TIN models. *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 33 (B4): 111-118.

Bernardini, A., Frontoni, E., Malinverni, E.S., Mancini, A., Tassetti, A.N. y Zingaretti, P. 2010. Pixel, object and hybrid classification comparisons. *Journal of Spatial Science*, 55 (1): 43-54.

Brennan, R. y Webster, T.L. 2006. Object-oriented land cover classification of lidar-derived surfaces. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 32 (2): 162-172.

Buján, S., González-Ferreiro, E., Reyes-Bueno, F., Barreiro-Fernández, L., Crecente, R. y Miranda, D. 2012. Automatic detection of buildings from lidar data and ortho-images in a highly complex urban area. *The Photogrammetric Record*, 27 (140): 401-422.

Celik, T. y Curtis, C.V. 2010. Resolution selective change detection in satellite images. *IEEE International Conference on Acoustics Speech and Signal Processing (ICASSP)*. 14 de marzo de 2010: 970-973.

Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote sensing of Environment*, 37 (1): 35-46.

Corbelle Rico, E. y Crecente Maseda, R. 2012. An object-oriented approach to automatic classification of panchromatic aerial photographs with GRASS GIS and R. En E. Bocher y M. Neteler, eds., *Geospatial Free and Open Source Software in the 21st Century. Lecture Notes in Geoinformation and Cartography*. Nantes, Francia: Springer Berlin Heidelberg, 123-137.

Cowen, D.J., Jensen, J.R., Bresnahan, P.J., Ehler, G.B., Graves, D., Huang, X., Wiesner, C. y Mackey, J.H.E. 1995. The design and implementation of an integrated Geographic Information System for environmental applications. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61 (11): 1393-1404.

Definiens. 2007. Definiens. Developer 7. Reference Book. München, Alemania: Definiens AG.

Dengsheng, L., Hetrick, S. y Moran, E. 2010. Land cover classification in a complex urban-rural landscape with QuickBird imagery. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 76 (10): 1159-1168.

Donoghue, D.N., Watt, P.J., Cox, N.J. y Wilson, J. 2007. Remote sensing of species mixtures in conifer plantations using lidar height and intensity data. *Remote Sensing of Environment*, 110 (4): 509-522.

Foody, G.M. 2002. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote sensing of environment*, 80 (1): 185-201.

García, M., Riaño, D., Chuvieco, E. y Danson, F.M. 2010. Estimating biomass carbon stocks for a Mediterranean forest in central Spain using lidar height and intensity data. *Remote Sensing of Environment*, 114: 816-830.

Gonçalves-Seco, L., Reyes, F. y Miranda, D. 2008. Land cover classification of rural areas using lidar data: a comparative study in the context of fire risk. *Proceedings of SilviLaser 2008*. Edinburgh, UK, 17 de septiembre de 2008: 427-436.

González-Ferreiro, E., Diéguez-Aranda, U. y Miranda, D. 2012. Estimation of stand variables in Pinus radiata D. Don plantations using different lidar pulse densities. *Forestry*, 85 (2): 281-292.

Hasegawa, H. 2006. Evaluations of lidar reflectance amplitude sensitivity towards land cover conditions. *Bulletin of the Geographical Survey Institute*, 53: 43-50.

Höfle, B. y Pfeifer, N. 2007. Correction of laser scanning intensity data: Data and model-driven approaches. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 62 (6): 415-433.

Holmgren, J. y Persson, Å. 2004. Identifying species of individual trees using airborne laser scanner. *Remote Sensing of Environment*, 90 (4): 415-423.

Hornik, K., Buchta, C. y Zeileis, A. 2009. Open-Source Machine Learning: R Meets Weka. 24: 225-232.

Jutzi, B. y Gross, H. 2010. Investigations on surface reflection models for intensity normalization in Airborne Laser Scanning (ALS) data. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 76 (9): 1051-1060.

Luzum, B., Starek, M. y Slatton, K.C. 2004. Normalizing ALSM intensities. Florida, USA: Geosensing Engineering and Mapping, University of Florida.

Magnusson, M., Fransson, J.E.S. y Holmgren, J. 2007. Effects on estimation accuracy of forest variables using different pulse density of laser data. *Forest science*, 53 (6): 619-626.

Mazzarini, F., Pareschi, M.T., Favalli, M., Isola, I., Tarquini, S. y Boschi, E. 2007. Lava flow identification and ageing by means of lidar intensity: Mount Etna case. *Journal of Geophysical Research-Solid Earth*, 112 (B2): 1-43.

McRoberts, R.E. y Tomppo, E.O. 2007. Remote sensing support for national forest inventories. *Remote Sensing of Environment*, 110 (4): 412-419.

Myint, S.W., Gober, P., Brazel, A., Grossman-Clarke, S. y Weng, Q. 2011. Perpixel vs. object-based classification of urban land cover extraction using high spatial resolution imagery. *Remote Sensing of Environment*, 115 (5): 1145-1161.

- Quinlan, J.R. 1993. *C4.5: programs for machine learning*. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: http://www.R-project.org/.
- Singh, K.K., Vogler, J.B. y Meentemeyer, R.K. 2010. Estimation of land-use in an urbanized landscape using lidar intensity data: a regional scale approach. *Geospatial Data and Geovisualization: Environment, Security, and Society*. Orlando, Florida, USA, 15 de noviembre de 2010: unpaginated CD-ROM.
- Song, J.H., Han, S.H., Yuand, K.Y. y Kim, Y.I. 2002. Assessing the possibility of land-cover classification using lidar intensity data. *International Archives of Photogrammetry Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 34 (3/B): 259-262.
- Tatem, A.J., Lewis, H.G., Atkinson, P.M. y Nixon, M.S. 2001. Super-resolution mapping of urban scenes from IKONOS imagery using a Hopfield neural network. *IEEE 2001 International Geoscience and Remote Sensing Symposium*. Sydney, Australia, 9 de julio de 2001: 3203-3205.
- Yu, X., Hyyppä, J., Kukko, A., Maltamo, M. y Kaartinen, H. 2006. Change detection techniques for canopy height growth measurements using Airborne Laser Scanner data. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 72: 1339-1348.
- Zhang, Y. y Guindon, B. 2009. Multi-resolution integration of land cover for subpixel estimation of urban impervious surface and forest cover. *International Journal* of Digital Earth, 2 (2): 89-108.

## La agricultura urbana en Lugo

## Patricia Gil Fernández<sup>21</sup> y Andrés Manuel García Lamparte

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidad de Santiago de Compostela

#### Resumen

En un futuro marcado por la urbanización y la crisis energética mundial, la agricultura urbana se presenta como una estrategia de intervención en el territorio, orientada a la rehabilitación integral de ambientes urbanos y periurbanos para lograr un desarrollo sostenible.

Concretamente, el presente trabajo pretende estudiar las huertas urbanas de Lugo y analizar su repercusión social y ambiental, así como estudiar los factores que condicionan el desarrollo de este tipo de iniciativas, para comprenderlas mejor. Asimismo se definirán otras áreas potenciales para la ubicación de nuevas huertas mediante técnicas de análisis multicriterio. El conocimiento generado será útil a la hora de proponer mejoras y medidas de cara al fomento de la agricultura urbana en la ciudad que ayude a resolver, en la medida de lo posible, los problemas a los que se tendrá que enfrentar la misma en un futuro próximo.

Los resultados del estudio evidencian que los usuarios consideran las huertas urbanas como "huertas de ocio" principalmente. Éstas desempeñan un papel de dinamización social, creando un sentido de comunidad. Por otro lado, el análisis multicriterio ha permitido la identificación de diversas áreas idóneas para la ubicación de nuevas huertas. Pero, a su vez, se advierte un escaso apoyo institucional ante proyectos de este tipo.

Palabras clave: agricultura urbana, desarrollo sostenible, dinamización social.

#### **Abstract**

In a future marked by global urbanization and energy crisis, urban agriculture is a strategy of intervention in the territory, aimed at the rehabilitation of urban and suburban environments to achieve sustainable development.

Specifically, this paper is aimed at studying the urban gardens of Lugo and analyzing the social and environmental impact, so as to better understand the factors that influence the development of these initiatives. Likewise, other potential areas for the location of new orchards using a multi-criteria analysis are identified. The knowledge gained will be useful to advance in urban agriculture in the city, as well to help solving, as far as possible, the problems that it will face in the future. The results of the study show that users consider urban gardens as "leisure gardens" primarily. They play a major role in social revitalization, creating a sense of community. Furthermore, multi-criteria analysis has allowed the identification of several areas suitable for the location of new orchards. However, we identify a weak institutional support to such projects.

**Key words:** urban agriculture, sustainable development, social revitalization.

-

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> e-mail: patriciagilfdez@gmail.com

#### 1. Introducción

En un siglo los habitantes que residen en ciudades han pasado del 15 al 50% del total mundial (Deelstra y Girardet, 2000), y se espera que para 2030 haya cerca de dos mil millones de nuevos residentes urbanos (Mcdonald et al., 2008). Como dice De Miguel (1974), en todas partes resulta evidente la irreversible tendencia de los espacios a urbanizarse.

A mayor población urbana mayor será la demanda dentro de las ciudades de recursos tales como alimentos, fibras y agua potable. Por lo tanto, las áreas urbanas necesitan un territorio cada vez mayor que sea capaz de proveer estos recursos. Si se tiene en cuenta el contexto de escasez de energía y materias primas al que nos dirigimos (Klare, 2003), cada vez será menos sostenible el consumo desproporcionado de recursos procedentes de áreas distantes. Según esto, las áreas urbanas serán cada vez más dependientes de su hinterland para poder abastecerse (Ortega Santos, 2011). Por lo tanto, es necesario incrementar la conciencia medioambiental entre los ciudadanos y fomentar un consumo local y responsable para garantizar la sostenibilidad de las áreas urbanas. Dada la tendencia a la concentración de la población mundial en las ciudades, no existirá un mundo sostenible sin ciudades sostenibles (Deelstra y Girardet, 2000), por lo que se hace imprescindible conciliar simultáneamente urbanización y sostenibilidad.

De entre los recursos más importantes que se pueden producir localmente destacan los alimentos, sobre cuya dependencia de la producción local se está generando gran concienciación social. Este hecho se debe a la creciente preocupación por la soberanía y seguridad alimentarias ante las amenazas planteadas por el actual sistema; y tiene su expresión en diferentes movimientos globales agroalimentarios como el *Slow Food Movement*<sup>22</sup>. Este tipo de movimientos defienden un medio ambiente sano, una alimentación justa y apropiada, y unas formas de gestión que respondan a relaciones de cooperación y horizontalidad para asegurar la equidad social. Son movimientos que apoyan, por lo tanto, prácticas sostenibles como la agricultura urbana para lograr sus objetivos.

Se conoce como agricultura urbana, la práctica agrícola y pecuaria en las ciudades y sus alrededores utilizando recursos y servicios locales, con el fin de generar productos de autoconsumo y venta en el mercado local. Según la FAO (1999), se estima que unos 800 millones de habitantes de ciudades de todo el mundo participan en actividades relacionadas con la agricultura urbana para generar renta y producir alimentos.

El concepto de agricultura urbana está estrechamente vinculado al de seguridad alimentaria, el cual, como se ha dicho anteriormente, se ha convertido en una preocupación creciente para las poblaciones urbanas

\_

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> http://slowfood.es

(Armar-Klemesu, 2000). Además, la agricultura urbana puede contribuir a mejorar la salud pública al asegurar el acceso a los alimentos, proporcionando productos de calidad y una dieta más diversa. Por otro lado, ayuda a mejorar la gestión de los recursos, reutilizando aguas residuales y residuos orgánicos (Smith y Nasr, 1992), así como a dinamizar la economía local. También contribuye a la reeducación de la población, empezando por cambiar la percepción de los ciudadanos con respecto a los alimentos, ya que la experiencia directa de su cultivo está en gran medida ausente en la vida urbana de los países desarrollados. Gracias a la agricultura urbana la gente tiene una mayor percepción sobre qué tipo de productos se utilizan en el proceso de cultivo y una mayor conciencia sobre las prácticas ambientales dañinas. Por último, a través de la educación ambiental, que puede surgir de la práctica de la agricultura urbana, será más fácil comprender los problemas a los que se enfrenta el sistema agroalimentario debido, entre otros aspectos, a la dependencia de las energías fósiles (Pollan, 2008).

La agricultura urbana, por lo tanto, puede convertirse hoy en una estrategia de gestión integral del ambiente urbano, generando sinergias y complementariedad entre la conservación y reciclaje de los recursos naturales del suelo y el agua, la recuperación paisajística y ecológica de territorios degradados, la provisión de alimentos, la generación de empleo, y el fomento de la interacción social de diversos actores urbanos mediante la habilitación de espacios recreativos, educativos y productivos en torno a la actividad agro-cultural en la ciudad.

#### 1.1. Antecedentes de la agricultura urbana

A lo largo de la historia se distinguen varias etapas en la evolución del significado de los huertos urbanos, principales representantes de la agricultura urbana.

En la antigüedad los huertos de las ciudades proveían de alimentos frescos a su población, debido a su carácter perecedero y a la dificultad del transporte. Con la llegada de la Revolución Industrial estos espacios se fueron perdiendo al igual que la agricultura periurbana se fue alejando del centro, dado que las mejoras tecnológicas posibilitaban la conservación de los alimentos durante más tiempo y el transporte a mayor distancia; de este modo se facilitó la importación de productos más baratos que desplazaron la producción local (Steel, 2008). No obstante, los momentos de expansión de la agricultura urbana coinciden con crisis importantes relacionadas con la escasez de alimentos y energía; los espacios donde arraiga con más fuerza corresponden a áreas urbanas degradadas y con una población de bajos ingresos (Morán Alonso, 2008).

En EE.UU, durante las dos Guerras Mundiales, el programa *Liberty and Victory Gardens* estimuló la construcción de huertos familiares y comunitarios en terrenos desocupados destinados a la subsistencia de los

más necesitados. Su homónimo en el Reino Unido se encuentra en los cottage garden. Además, durante la Segunda Guerra Mundial, la campaña Dig for Victory instaba al pueblo británico a producir parte de su propia comida, y los jardines públicos se transformaron en huertos. Por su parte, en Alemania los schrebergärten eran los huertos familiares para las clases populares que constituían una importante fuente alimentaria en un contexto de crisis (Zaar, 2011).

Sin embargo, actualmente, el objetivo de los huertos urbanos se centra sobre todo en hacer más sostenibles las ciudades y favorecer la inserción de la naturaleza mediante corredores ecológicos y otros elementos que influyan positivamente en el metabolismo urbano. Se reconoce también la aportación al aumento de la calidad de vida que supone tener acceso a alimentos frescos, ecológicos y de calidad en los terrenos pertenecientes a las ciudades (Morán Alonso, 2011). En este sentido surgen nuevos provectos y los existentes se reafirman gracias a la mayor conciencia ambiental de la sociedad, al interés por los alimentos sanos y producidos localmente, así como a las posibilidades de cooperación en iniciativas relacionadas con la salud, la educación, la biodiversidad y la inclusión social. Ejemplos de estas iniciativas se encuentran alrededor de todo el mundo. En Europa existen huertos urbanos en ciudades de Reino Unido, Países Bajos, Bulgaria, Alemania, Suecia, Francia. Mientras tanto, en otros países europeos como Grecia, Irlanda, Portugal o España están en auge este tipo de proyectos, debido en gran medida a la crisis económica iniciada en 2008. Por otra parte, en Latinoamérica estas iniciativas presentan otra escala y poseen más un carácter de subsistencia (Cristiani. 2000). En los países en vías de desarrollo, la agricultura urbana se está llevando a cabo gracias a numerosos proyectos de instituciones como la FAO (Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Los casos más conocidos y premiados son los de Cuba y Argentina. Adicionalmente, países como Perú, Ecuador, Venezuela y Brasil cuentan con programas de agricultura urbana en municipalidades.

En España, a diferencia de otros países, la agricultura urbana tiene escaso reconocimiento institucional, y es frecuente que sean las asociaciones, colectivos o comunidades de vecinos, los que por su propia iniciativa aprovechan solares en desuso o parcelas abandonadas para organizar huertos y otros espacios comunitarios. Es el caso del proyecto conocido como *Esta es una Plaza*<sup>23</sup>, cuyo objetivo es construir en un espacio público del barrio madrileño de Lavapiés, un lugar alternativo de ocio, socialización, intercambio y desarrollo del tejido social.

Cada vez más, las administraciones públicas se interesan por este tipo de iniciativas. El caso más conocido es el de los huertos urbanos

\_

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> http://estaesunaplaza.blogspot.com.es

municipales, que aparecen esencialmente como espacios de ocio y formación para los ciudadanos, y suelen ser gestionados por entidades privadas subcontratadas por entes públicos. La proliferación de proyectos de este tipo se observa en diversas provincias como Sevilla, Madrid, Valencia, Alicante, Málaga, A Coruña o Barcelona.

En el caso de la ciudad de Lugo, la práctica de la agricultura urbana comenzó en 2007, cuando la Diputación Provincial lanzó una iniciativa medioambiental a través de un concurso público denominado Dinamización de zonas verdes, cuya finalidad era la de conseguir que los ciudadanos lucenses disfrutasen del entorno verde que rodea la ciudad. El concurso fue adjudicado a la Federación de Asociaciones de Vecinos de Lugo, entidad sin ánimo de lucro, que fue encargada de dinamizar las zonas verdes, impulsar productos autóctonos y gestionar las huertas urbanas. Gracias a esta iniciativa, actualmente alrededor de 300 usuarios cultivan semillas y plantas en los huertos que la Diputación Provincial les ha cedido en la ladera del Río Rato y el Puente de Paradai<sup>24</sup>. El interés por parte de los ciudadanos ha sido tan elevado, que hay demandantes de parcelas para cultivo en lista de espera. El proyecto fue en su día un proyecto pionero en Galicia, seguido por numerosas ciudades e incluso iniciativas privadas que comenzaron a alquilar espacios de terreno para plantaciones, como es el caso del proyecto *Vida de Aldea*<sup>25</sup>.

En este estudio se lleva a cabo una investigación mediante encuestas y entrevistas a los usuarios de las huertas, así como a los actores responsables de su creación y gestión, para identificar los factores que fomentaron su creación, la función que desempeñan, los beneficios que se obtienen del cultivo y qué valores promueven. Al mismo tiempo se estudian los factores que pueden condicionar la instalación de futuras huertas, y se definen áreas potenciales para su extensión a partir de la información obtenida. Posteriormente se valora si las huertas urbanas son instrumentos efectivos.

### 2. Fuentes de datos y metodología

#### 2.1. Fuentes de datos utilizados

Para la elaboración del estudio se ha utilizado información procedente de diversas fuentes:

- Cartografía de la EIEL (Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales) de 2005.
- Datos estadísticos del IGE (Instituto Galego de Estatística).

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> http://hortosdelugo.blogspot.com.es

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> http://www.vidadealdea.com

- Entrevistas a empleados de la Federación Vecinal Lucense, encargados de la gestión de las huertas, así como empleados de la Diputación Provincial de Lugo responsables de su implantación.
- Entrevistas y encuestas a los usuarios de las huertas del Paseo do Río Rato y del Puente de Paradai.
- Mapa de parcelas del catastro de 1995.
- Mapa topográfico nacional.

#### 2.2. Metodología

La zona de estudio está en la ciudad de Lugo, que junto con Ourense es una de las ciudades que vertebran el interior rural de Galicia. El municipio posee una superficie de 329,8 km², y tenía una población de 98.007 personas en 2011 (IGE, 2011), lo que lo convierte en el cuarto municipio de Galicia en población, después de Vigo, A Coruña y Ourense.

Desde una perspectiva demográfica, el porcentaje de habitantes menores de 20 años supone el 17,1% de la población, mientras que los habitantes de 65 y más años rondan el 20%. Por otra parte la edad media es de 43,6 años y posee un índice de envejecimiento de 115,3 (IGE, 2011).

En cuanto a la estructura productiva, la ciudad funciona como un gran centro de servicios para una población dispersa en un área muy amplia, por lo que posee un sector terciario muy desarrollado y un sector industrial débil, aunque cuenta con un sector primario muy significativo para un área urbana (Tabla 1).

**Tabla 1.** Población ocupada según rama de actividad en el municipio de Lugo. Fuente: IGE (2011)

Sector	Población activa
Agricultura y ganadería	1582
Pesca	46
Industria	3592
Construcción	3191
Servicios	27439
Total	35850

Como consecuencia de la crisis económica y financiera mundial, el mercado laboral en España se ha visto muy afectado, dando lugar a un incremento del número de parados. De los desempleados en la provincia de Lugo, 23.449 en 2011 (IGE, 2011), aproximadamente el 35% se concentra en la capital. En el municipio de Lugo el sector económico que registra un mayor número de parados es el sector servicios (63,6%), seguido de la construcción (13,2%). En cambio, el sector primario (agricultura y pesca) es el menos afectado (2,1%).

Otro aspecto importante es la estrecha relación que Lugo siempre ha tenido y tiene con las áreas rurales y periurbanas. De hecho todavía hoy en día se celebran mercados locales de alimentos en distintos municipios de la provincia, es el caso de Portomarín, Rábade o Guntín. Y en el centro de la ciudad sigue existiendo el mercado municipal en la Plaza de Abastos, donde los agricultores locales continúan vendiendo sus productos dos días a la semana. A ello se une desde 2007 la iniciativa de las huertas urbanas objeto de estudio, de cuya gestión se encarga la Federación Vecinal Lucense por un período de 10 años. Durante este tiempo será la Sociedad Urbanística Provincial de Lugo (SUPLUSA), organismo dependiente de la Diputación, la encargada de financiar y tutelar la iniciativa.

Las visitas a estas huertas posibilitaron la interacción directa con los hortelanos, conociendo su valoración de la iniciativa. Por otro lado, estas entrevistas facilitaron la identificación de actores implicados en el proyecto, los cuales también fueron entrevistados posteriormente.

A partir de esta información previa se diseñó la encuesta. Ésta constaba de 22 preguntas orientadas a conocer el perfil de los usuarios de las huertas, así como sus experiencias, el grado de satisfacción con la iniciativa, problemas y oportunidades y beneficios obtenidos. Se realizaron de forma aleatoria un total de 30 encuestas en sucesivas visitas a las huertas, lo que representa un 10% de los usuarios. De este porcentaje un 83% pertenece a usuarios de las huertas del Rato, en donde se localizan la mayoría de las huertas (250 aproximadamente), mientras que el resto son hortelanos del Puente de Paradai.

Posteriormente se analizó la información recabada hasta entonces, lo que permitió conocer los factores que impulsaron la creación de las huertas, además de la función socio-ambiental que desempeñan y los beneficios y problemas derivados.

A continuación se recopiló y analizó la información geográfica disponible de la ciudad, extraída tanto del mapa topográfico nacional, como del parcelario y la cartografía de la EIEL para identificar las variables que pueden condicionar la ubicación de nuevas huertas. Seguidamente, se procedió al diseño y aplicación de un modelo de análisis multicriterio, considerando las variables identificadas. Dicho modelo se apoyó en un sistema de información geográfica (SIG) y se utilizó una metodología de

tipo compensatorio denominada suma lineal ponderada, en la que las variables evaluadas son combinadas aplicándole un peso a cada una de ellas en función de su importancia, y sumando los resultados obtenidos. Antes de introducir las variables en el modelo, fueron estandarizadas linealmente, asignándoles valores comprendidos entre 0 y 1.

De este modo, se obtuvo un mapa de aptitud para el desarrollo de la agricultura urbana a partir de las variables consideradas. Posteriormente, se estableció un umbral para los valores del mapa de aptitud, a partir del cual se diferenció entre parcelas no aptas y aptas para la ubicación de nuevas huertas en la ciudad.

#### 3. Resultados

#### 3.1. Entrevistas

En las entrevistas preliminares a los usuarios se trataron cuestiones relativas a cómo los hortelanos descubrieron la iniciativa, las razones que les llevaron a solicitar las huertas, el procedimiento seguido para adquirirlas, además del tiempo de posesión y dedicación a las mismas o los cambios que proponen.

Las respuestas no distaron mucho las unas de las otras y entre otros aspectos los hortelanos coinciden al afirmar que «hemos estrechado lazos con los demás usuarios, intercambiando experiencias, trucos, consejos» e incluso realizan trueques. Además, los entrevistados definen la experiencia como muy positiva y la aconsejan a todos los ciudadanos, ya que además de un hobby lo ven como «una terapia porque ayuda a relajarse y desconectar de los problemas diarios».

En las entrevistas posteriores, José Carballido, encargado de la gestión de las huertas en la Federación Vecinal, asegura que la respuesta por parte de la población lucense ante la implantación de las huertas urbanas, «fue inmejorable, con una elevada demanda desde los comienzos», manifestada en largas listas de espera para disponer de un huerto. De este modo, el objetivo de la Federación Vecinal es aumentar el número de parcelas, si bien es cierto que reconocen que «existen limitaciones de terreno en la zona». Desde la Federación Vecinal, tanto su presidente, Jesús Vázquez, como José Carballido, coinciden en que «se están realizando estudios para identificar otras zonas idóneas para la ubicación de nuevas huertas, y así poder hacer frente a la elevada demanda». Pero el principal problema con el que se topan es que no encuentran terrenos que se adecúen a sus necesidades o expectativas. En cambio, el gerente de SUPLUSA, Ramón Arias, manifiesta que «no se plantean instalar nuevas huertas, principalmente por la falta de disponibilidad de terrenos». Por otra parte, por el momento tampoco se plantean impulsar otras iniciativas similares, dado que en la situación de crisis económica actual, «no existen medios económicos suficientes para llevarlas a cabo». Además de las dificultades económicas, Ramón Arias considera que este tipo de iniciativas no gozan de mayor apoyo institucional porque «son temas relativamente novedosos para la administración, y en general ésta tiene cauces muy reglados» por lo que, según declara «no resulta fácil que se implique en este tipo de proyectos». Aún así insiste en señalar que «la Diputación Provincial de Lugo siempre ha tratado de fomentar o participar en actividades de este tipo». Un claro ejemplo de ello, son además de las huertas urbanas, «las rutas fluviales por el Río Miño o el programa km 0» comenta. Éste último programa apuesta por el desarrollo de la provincia fomentando su conocimiento a través de visitas institucionales destinadas a los lugareños.

Otro aspecto importante es el relativo al procedimiento para adquirir las huertas. Para ello es necesario ponerse en contacto con la asociación, solicitarla y ser incluido en la lista de espera (en el caso de que la haya). En el momento en que un usuario se da de baja, los solicitantes son informados y a continuación se les asigna la huerta. Cabe destacar que la cesión se realiza a través de un acuerdo verbal (sin ningún tipo de contrato), y el tiempo de cesión es ilimitado. Además, no existe ningún requisito para disponer de las huertas, como dice Jesús Vázquez «simplemente hay que tenerlas cuidadas», ya que, de lo contrario, el usuario sería dado de baja.

De este modo, los usuarios sólo tienen que ocuparse del mantenimiento de las huertas, mientras que «la asociación es la encargada de suministrar todos los útiles necesarios para las tareas, así como las plantas, semillas, etc.» asegura Loli Fouz, una de las monitoras de la iniciativa. Además, los usuarios cuentan con el asesoramiento de estos monitores especializados, que están a su disposición durante el horario de apertura de los huertos (diferente en función de la estación del año). A lo largo del año «se organizan también varias degustaciones de productos, una castañada, y cursos de agricultura ecológica y poda, entre otros» indica María Rodríguez, otra de las monitoras.

En cuanto a las características de los hortelanos, no hay un perfil definido. «Hay usuarios de todas las edades, que son funcionarios, ingenieros, veterinarios, estudiantes, jubilados, parados, etc.» informa Rafael Sotuelo, otro de los monitores del proyecto. Incluso se da el caso de una ONG denominada *Aliad Ultreia*, cuyo objetivo es conseguir la integración social de personas en riesgo de exclusión.

#### 3.2. Encuestas

A pesar de la diversidad de los lugares de origen, actualmente todos los usuarios residen en la ciudad de Lugo; y la distancia media desde su domicilio hasta las huertas es de 2,5 km, distancia que se aproxima a la existente entre el centro de la ciudad y las huertas urbanas.

La edad de los usuarios varía entre 30 y 72 años, siendo el rango de 40-64 años el que concentra un mayor número de personas (77 %) y la edad media es de 51 años (Figura 1).

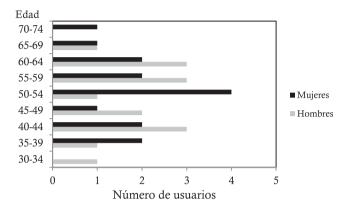


Figura 1. Estructura por edad de los usuarios.

Tabla 2. Nivel educativo de los usuarios.

Nivel de estudios	Número de usuarios
Sin estudios	-
Estudios básicos	10
Estudios medios	7
Estudios superiores	13

Tabla 3. Situación laboral de los usuarios.

Situación laboral	Número de usuarios	
Ocupado	19	
Parado	2	
Prejubilado	2	
Jubilado	3	
Estudiante	-	
Tareas domésticas	4	

En general, los encuestados poseen un nivel educativo elevado ya que un 43% tiene estudios superiores, mientras que un 34% ha cursado al menos estudios básicos (Tabla 2).

En lo que respecta a la situación laboral, el grupo predominante es el de ocupados (63%). Su perfil profesional es diverso (veterinarios, docentes, trabajadores de la construcción, economistas, comerciales), y gran parte son funcionarios. En menor proporción, se encuentran los prejubilados y parados (Tabla 3).

Por lo tanto, basándonos en la situación socioeconómica existente en la ciudad, se puede afirmar que la población lucense está bien representada en las huertas urbanas. Más detalladamente, se observa que el rango de edades más frecuente casi coincide en ambos casos. Del mismo modo, el sector terciario se ve ampliamente representado en las huertas, destacando sobre el resto, al igual que ocurre en la ciudad. Cabe mencionar, también que, al contrario de lo que pudiese esperarse, el número de usuarios en situación de desempleo es escaso. Este hecho no concuerda demasiado con la realidad de Lugo ya que, como se ha comentado anteriormente, el 35% de los parados de la provincia residen en la capital.

En lo que se refiere a las razones que han llevado a los encuestados a solicitar las huertas, un 93% asegura haberlo hecho por ocio exclusivamente y solamente dos usuarios reconocen haberlo hecho también por necesidad. A excepción de un 20% que afirma tener mucha experiencia anterior en la actividad agrícola, el resto tiene poca (37%) o ninguna (43%); aunque gran parte de los agricultores urbanos ha tenido o tiene alguna vinculación con la agricultura (53%).

Por otro lado, a excepción de uno de los hortelanos, todos destinan la producción a autoconsumo, ya que en muchos casos, incluso la producción obtenida no cubre las necesidades de la familia. Finalmente, conviene señalar que todos los usuarios manifiestan un elevado grado de satisfacción con la experiencia.

#### 3.3. Evaluación multicriterio

Mediante la aplicación de la técnica de evaluación multicriterio (EMC), se han obtenido mapas para cada una de las variables de mayor importancia. Las variables consideradas fueron, por orden de prioridad, la pendiente, orientación, distancia a los puntos de abastecimiento de agua, distancia a las carreteras, distancia al centro urbano, área e índice de forma de las parcelas.

#### Pendiente

Se ha considerado que los terrenos más apropiados para la actividad agrícola son aquellos que no excedan el 20%. A las parcelas que no

cumplen esta condición se les puntuó con valor 0, mientras que al resto de parcelas se les asignaron valores normalizados linealmente entre 0 y 1, correspondiendo el valor 1 a las planas.

#### Orientación

De la orientación depende en cierta medida el éxito de un cultivo. Para el cultivo hortícola son preferibles las orientaciones sureste, suroeste y especialmente, la orientación sur, ya que se trata de las más adecuadas para que los cultivos agrícolas puedan maximizar la radiación solar.

#### Distancia a los puntos de abastecimiento de agua

Dada la importancia de la disponibilidad de agua para el cultivo, se ha estimado conveniente que las parcelas que no sobrepasen los 20 metros de distancia a un punto de abastecimiento de agua (bien sean ríos o canalizaciones) son más adecuadas (valor 1), a diferencia de las más alejadas, a las cuales se les dio un peso de 0,7.

#### Distancia a las carreteras

La distancia a los accesos también juega un papel importante a la hora de tomar la decisión de solicitar una huerta, porque la mayor parte de los usuarios reconocen acudir normalmente en vehículo.

En esta variable se ha diferenciado, por orden de prioridad, entre carreteras primarias (se corresponden con las estatales), carreteras secundarias (incluyen las autonómicas y provinciales) y, por último, terciarias (municipales). Por lo tanto, las parcelas más apropiadas son aquellas más próximas tanto a vías primarias como secundarias o terciarias.

#### Distancia al centro urbano

Se considera que las parcelas idóneas para futuras huertas no deberían estar a una distancia superior a 3 km dado que, como se deduce de las encuestas realizadas, la mayoría de los usuarios viven en el centro de Lugo, por lo que a distancias mayores les sería más difícil acceder a las huertas para cuidarlas. De esta forma, las parcelas a más de 3 km fueron excluidas, y las que están a una distancia inferior fueron ponderadas entre 0 y 1, siendo 1 el valor que representa una menor distancia a la ciudad.

#### Área

Esta variable puede ser decisiva para un nuevo proyecto al condicionar el número de subparcelas disponibles para huertas, así como el tamaño de las mismas. Cuanto mayor sea la superficie mayor será el número potencial de subparcelas, o bien mayor será su tamaño, lo cual -a su vezimplicaría un incremento de la producción. Por lo tanto, las parcelas con mayor tamaño serán parcelas preferibles frente al resto.

#### Índice de forma

El índice de forma es la relación existente entre el área y el perímetro de la parcela. Dicho índice toma valor 1 cuando la forma se corresponde con un cuadrado perfecto y se incrementa el valor conforme aumenta la irregularidad de la parcela. De este modo se priorizaron las parcelas más regulares (índices de forma más bajos) para tratar de aprovechar mejor su superficie.

A continuación, se asignaron los pesos a cada una de las variables establecidas, en base a la información previa (Tabla 4).

**Tabla 4.** Tabla de pesos asignados a las variables utilizadas

Variable	Peso
Pendiente	0,20
Orientación	0,20
Distancia a abastecimiento de agua	0,20
Distancia a carreteras primarias	0,10
Distancia a carreteras secundarias	0,05
Distancia a carreteras terciarias	0,05
Distancia al centro urbano	0,10
Área	0,05
Índice de forma	0,05

Por último, se empleó una máscara para excluir las parcelas edificadas y aquellas que se encuentran a una distancia de más de 3 km. Esta máscara se puntuó con valores de 0 y 1 (siendo cero las parcelas excluidas), para hacer el producto con las variables a la hora de calcular la suma lineal ponderada.

Tras el análisis, se obtuvo el mapa en el que se representan las parcelas más idóneas para la instalación de futuras huertas. Como se puede observar en la Figura 2, las parcelas con valor 1 se corresponden con las zonas de mayor aptitud (parcelas con un valor de aptitud superior al 75%), mientras que las parcelas con valor 0 son descartadas. En lo que respecta a la ubicación, se comprueba que una gran mayoría se sitúa en barrios del centro de la ciudad, como O Carme, Fonte dos Ranchos o A Cheda y otras se encuentran más dispersas en torno a la zona del campus de la Universidad, Fontiñas y As Gándaras.

#### 3. Conclusiones

Es evidente que la agricultura urbana tiene la capacidad de solucionar algunos de los problemas que afectan a las áreas urbanas, ayudando a conectar a las personas con la tierra, dándoles la oportunidad de cultivar sus propios productos, y asegurando el acceso directo a los alimentos, a la vez que mejora la nutrición y, por ende, la salud. Sin embargo, el impacto de la agricultura urbana va más allá de la seguridad alimentaria, proporcionando otros beneficios ambientales, económicos y sociales.

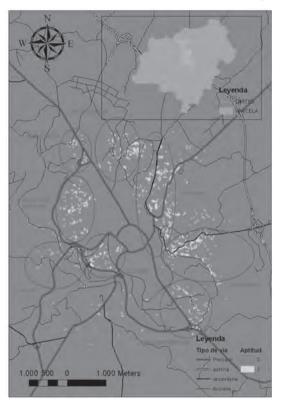


Figura 2. Parcelas más aptas para ubicar futuras huertas según el análisis multicriterio.

Las huertas urbanas de Lugo destacan por ser una iniciativa pionera en Galicia, que actualmente está en pleno apogeo. A raíz de este estudio se evidencia que los usuarios las consideran principalmente como una fuente de entretenimiento, es decir, como "huertas de ocio". Prácticamente no hay hortelanos que las cultiven exclusivamente para satisfacer necesidades alimentarias. Este hecho puede ser debido a que la economía lucense está muy vinculada al sector primario y esto ha amortiguado el efecto de la crisis, al contrario de lo que ocurre en otras ciudades.

La mayor parte de los usuarios son gente joven, empleada y con estudios superiores. Esto, añadido a que la mayoría de los residentes de la ciudad tiene familiares agricultores o una estrecha relación con el campo (por lo tanto fácil acceso a productos frescos), permite concluir que las huertas son trabajadas principalmente por motivos recreacionales y medioambientales.

También se ha podido apreciar mediante las entrevistas y encuestas, que las huertas desempeñan un papel de dinamización social, ya que concentran a todo tipo de personas y colectivos, favoreciendo su integración y las interrelaciones personales, promoviendo un sentido de comunidad. Fomentan, además, la aparición de otro tipo de iniciativas de carácter social, basadas en la agricultura urbana, que no han contado hasta hoy con el apoyo institucional necesario. Es el caso, por ejemplo, de la ONG *Aliad Ultreia* que dispone de una huerta en el Paseo del Río Rato, destinada a la rehabilitación de drogodependientes.

Por otro lado, a partir del análisis multicriterio se han identificado numerosas zonas susceptibles de albergar la agricultura urbana en la ciudad, sin embargo no ha habido interés por parte de las instituciones públicas en utilizar estos terrenos para promover iniciativas de este tipo. Desde el punto de vista institucional, se observa una participación muy limitada y la carencia de metodologías de planificación participativa y multisectorial para promover la implantación de nuevos proyectos relacionados con la agricultura urbana. Es, por ello, que estudios futuros deberían incidir sobre los factores que limitan el apoyo institucional a este tipo de iniciativas.

## Bibliografía

Armar-Klemesu, M. 2000. Armar-Klemesu, M. 2000. Urban agriculture and food security, nutrition and health. En N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella & H. de Zeeuw, (eds.) *Growing cities, growing food, urban agriculture on the policy agenda*. Feldafing: Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE). pp. 99-118.

Cristiani, C.B. 2000. La agricultura urbana en América Latina y el caso de México: Un esbozo. Xochimilco: UAM.

Deelstra, T.; Girardet, H. 2000. Urban agriculture and sustainable cities. En N. Bakker, M. Dubbeling, S. Guendel, U. Sabel Koschella & H. de Zeeuw, (eds.) *Growing cities, growing food, urban agriculture on the policy agenda*. Feldafing: Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE). pp. 43-66.

De Miguel, A. 1974. Algunas ideas sobre la moderna sociología de la ciudad. *Ciudad y Territorio*, 2: 6-14.

FAO. 1999. *Cuestiones de la agricultura urbana*. Disponible en: http://www.fao.org/ag/esp/revista/9901sp2.htm, 1999.

Klare, M. 2003. Guerras por los recursos. El futuro escenario del conflicto global. Barcelona: Urano.

McDonald, R.I.; Kareiva, P.; Forman, R.T.T. 2008. The implications of current and future urbanization for global protected areas and biodiversity conservation. *Biological Conservation*, 141(6): 1695–1703.

Morán Alonso, N. 2011. Huertos urbanos en tres ciudades europeas: Londres, Berlín, Madrid. *Boletín CF+S*, 47/48: 75-124.

Morán Alonso, N. 2008. Huertos y jardines comunitarios. *Boletín CF+S*, 40: 75-124.

Ortega Santos, A. 2011. Re-ecologizar lo urbano. Agricultura urbana e historia ambiental. *Historia Contemporánea* 39: 453-479.

Pollan, M. 2008. *The food issue: Farmer in chief.* The New York Times. 9 de octubre de 2008.

Smith J.; Nasr, J. 1992. Urban agriculture for sustainable cities: using wastes and idle land and water bodies as resources. *Environment and Urbanization*, 4 (2):141–152.

Steel C. 2008. Hungry city: how food shapes our lives. London: Chatto & Windus.

Zaar, M.H. 2011. Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia actual. *Biblio 3w: Revista bibliográfica de geografia y ciencias sociales*, Vol. XVI, n° 944. Disponible en http://www.ub.edu/geocrit/b3w-944.htm

# Marco normativo e institucional para el LBSAP de la ciudad de Lugo

Patricia Sánchez Pedreira<sup>26</sup>, Urbano Fra.Paleo y Andrés García Lamparte

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidade de Santiago de Compostela

#### Resumen

La pérdida de biodiversidad cada vez es más evidente, debido a la concentración de la población en áreas urbanas y a la huella ecológica. Las ciudades son grandes consumidoras de recursos y el crecimiento urbanístico es uno de los mayores consumidores de suelo tanto en las ciudades como alrededor de ellas, reduciendo así su biodiversidad. A partir del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), se han desarrollado las Estrategias de Biodiversidad Local y Planes de acción (LBSAP) como mecanismo para implementar el CBD a nivel local, siendo el LBSAP una herramienta crucial para implementar acciones que palien los efectos negativos en la biodiversidad causados por las ciudades. El LBSAP trata de incentivar procesos y mecanismos de gobierno para que las ciudades sean eficaces en la puesta en práctica de las directrices del CDB. Para llevar a cabo un LBSAP es necesario analizar los procesos urbanos, identificar los principales actores que intervienen en los procesos de toma de decisiones, las interacciones que tienen lugar, el marco legal e institucional, los procesos de gobernanza, así como, las lagunas en los diferentes planes, programas o normativa que afectan a la biodiversidad o que deberían tenerla en cuenta. Por lo tanto, en el presente trabajo se analiza el marco legal del área de estudio para establecer medidas dentro del LBSAP de la ciudad de Lugo encaminadas a la conservación de la biodiversidad de la ciudad. La principal conclusión que se extrae del trabajo es la necesidad de un organismo autónomo que se encargue de coordinar y gestionar la biodiversidad en la ciudad.

Palabras clave: Biodiversidad, gobernanza, marco legal, mapa de actores

#### **Abstract**

The loss of biodiversity is increasingly evident, due to the escalating urbanization and the ecological footprint of cities. These are great consumers of resources and urban growth is the main factor of land demand within and outside cities, reducing biodiversity at the same time. Based on the principles of the Convention on Biological Diversity, Local Biodiversity Strategies and Action Plans (LBSAP) have been proposed as mechanisms to implement the CBD at the local level, in order to mitigate the negative impacts caused by cities. LBSAP seeks to induce processes and changes in governance to make cities more efficient in the

-

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> e-mail: patriciasanp@gmail.com

implementation of the principles of the CBD. In order to implement an LBSAP it is necessary to examine urban processes, identify the key actors who intervene in decision making processes, the interactions that take place, the institutional framework, governance, and the gaps in plans, programs or legislation that shapes biodiversity. This paper analyzes the legal framework and the components of the decision-making process in which the LBSAP might be inserted, in order to contribute to the conservation and promotion of biodiversity in the city. The main conclusion drawn is the need for an independent environmental agency to coordinate and manage the urban biodiversity and key environmental actions.

**Keywords:** Biodiversity, governance, legal framework, actor map

#### 1. Introducción

#### 1.1. Las ciudades y la biodiversidad

Las comunidades locales y las ciudades son la escala más adecuada para alcanzar los objetivos propuestos en acuerdos ambientales internacionales como el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), firmado por 192 gobiernos nacionales y la Unión Europea en 1992 (CBD COP, 2010). A pesar de que los gobiernos locales no están directamente involucrados en la negociación de los acuerdos internacionales, que son firmados por los gobiernos nacionales, la mayoría de los acuerdos se aplican en la práctica a la escala local.

La importancia de la pérdida de biodiversidad ha aumentado, debido al proceso de concentración de la población en áreas urbanas que está teniendo lugar en todo el planeta (García, 1997) y que cada vez tiene una influencia mayor en los ecosistemas. Las zonas urbanas actualmente consumen el 75% de los recursos de la tierra (UNEP and UN-HABITAT, 2005) y albergan a más de la mitad de la población.

Por lo tanto, es cada vez más importante tener en cuenta la forma en la que debemos pensar las políticas de conservación de la biodiversidad en las zonas urbanas. Las ciudades causan impactos directos en la biodiversidad debido a diferentes factores como el efecto isla de calor, que produce diferencias de temperatura entre la ciudad y su entorno (Landsberg, 1981), los gases (CO<sub>2</sub>, CO, óxidos de nitrógeno, COV) emitidos por el tráfico de vehículos, los sistemas de calefacción y la actividad industrial; o los efluentes vertidos por las industrias y la propia ciudad a la red hidrológica. A su vez, las ciudades pueden causar impactos indirectos mayores si cabe, debido a que su población es cada vez más dependiente de recursos producidos en áreas distantes. En consecuencia, la manera en que las ciudades están diseñadas, planificadas y gobernadas influye en la magnitud y el tipo de impactos directos e indirectos sobre la biodiversidad. El principal factor que afecta a la biodiversidad es la expansión urbana mediante nuevas construcciones y urbanizaciones en zonas interiores y periurbanas de posible conservación.

Las relaciones entre el crecimiento urbano y la diversidad biológica tienen que ver tanto con la pérdida de biodiversidad como con las opciones de conservación dentro y fuera de los límites de la ciudad, ya que sabemos que la conservación de la biodiversidad urbana puede proporcionar importantes beneficios en forma de servicios ecosistémicos (Puppim, 2010).

Los ecosistemas y su biodiversidad ofrecen una serie de servicios a las ciudades que van desde el abastecimiento de agua de calidad y espacios verdes de recreo, a efectos menos tangibles como la conservación de especies locales que tienen un valor ecológico y económico o la contribución a la estabilidad climática a largo plazo. Además, se benefician de otros servicios ecosistémicos como la disminución de la contaminación del aire, la reducción del ruido, el filtrado y depuración de aguas pluviales y la depuración de aguas residuales. Asimismo deben tenerse en cuenta otros servicios ecosistémicos como la producción de alimentos a través de la agricultura urbana, y los prestados por los espacios verdes y distintas cubiertas vegetales, especialmente en las ciudades situadas en países desarrollados (Pearson et al., 2010). Los residentes urbanos son más conscientes de los servicios ecosistémicos prestados por parques, zonas verdes y superficies o corrientes de agua para el recreo, o del suministro de agua potable procedente de ríos y lagos (Bolund y Hunhammar, 1999). En cambio les conceden menos importancia a servicios ecosistémicos menos evidentes proporcionados por la biodiversidad, como el control de plagas.

A pesar de los beneficios que los servicios ecosistémicos proporcionan a la población urbana y la importancia que ésta le da a los mismos, poca atención se ha prestado a la relación con la biodiversidad, tanto dentro de la trama urbana como en áreas más alejadas. Un dato a destacar es que las zonas urbanas actualmente consumen el 75% de los recursos de la Tierra (UNEP y UN-HABITAT, 2005) y albergan a más de la mitad de la población. Es con la perspectiva de la ecología urbana como se estudian las ciudades como un tipo particular de ecosistema analizando su metabolismo (los flujos de materia y energía), un enfoque relevante que permite entender y corregir las consecuencias negativas de la expansión urbana. La aproximación funcional al ecosistema urbano se contempla teniendo en cuenta no sólo las consecuencias negativas de la interacción entre la población y el medio natural o seminatural, sino también los efectos que la naturaleza ejerce sobre la vida de las personas, algunos de ellos beneficiosos (Terradas et al., 2011).

## 1.2. El Convenio de Diversidad Biológica (CBD) y las estrategias de biodiversidad local y planes de acción (LBSAP)

Debido a los efectos sobre la biodiversidad causados por el crecimiento y metabolismo urbano, son necesarias acciones que palien los efectos negativos en la biodiversidad causados por las ciudades. A partir del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) se han desarrollado las Estrategias de Biodiversidad Local y Planes de acción (LBSAP) (UNUIAS, 2012) como mecanismo para implantar el CBD a nivel local, en combinación con las estrategias de biodiversidad nacionales y sus planes de acción, proporcionando mecanismos para la gobernanza multinivel. El LBSAP trata de incentivar procesos urbanos y mecanismos de gobierno para que las ciudades sean eficaces en la puesta en práctica de las directrices de la CDB. Esta convención apoya y reconoce el papel crítico que tienen los gobiernos locales en la reducción de la pérdida de biodiversidad y en la mejora de la gestión de los ecosistemas.

Un LBSAP es una estrategia acompañada de acciones específicas integradas en la planificación urbana y, por tanto, una herramienta crucial para la gestión de la biodiversidad y los servicios de ecosistema urbanos. Para ello el LBSAP va acompañado de una valoración de la biodiversidad (especies y hábitats) y de los servicios de ecosistema en la ciudad que sirve para identificar, monitorizar, evaluar y priorizar los objetivos de conservación y restauración de la diversidad biológica urbana.

Para llevar a cabo un LBSAP es necesario conocer los procesos urbanos, identificar a los principales actores que intervienen en los procesos de toma de decisiones, las interacciones que tienen lugar, el marco legal e institucional, los procesos de gobernanza, así como las lagunas en los diferentes planes, programas o normativa que afectan a la biodiversidad o que deberían tenerla en cuenta, y explorar las opciones para fortalecer los procesos participativos. Por este motivo se realiza este trabajo, destinado a obtener la información necesaria para desarrollar un LBSAP en la ciudad de Lugo.

## 2. Objetivos

En este capítulo se realiza un análisis de la gobernanza local, del marco legal, de los instrumentos y actores y de los procesos que tienen lugar que afectan a la conservación de la biodiversidad y a la prestación de servicios ecosistémicos urbanos en la ciudad de Lugo para proponer estrategias e instrumentos mediante un LBSAP e integrarlo en el marco normativo actual.

La información generada en este estudio, se empleará para elaborar la Estrategia de Biodiversidad Local y Plan de acción (LBSAP) para la ciudad de Lugo en colaboración con expertos y actores locales, teniendo

en cuenta la información generada en este análisis y las carencias y oportunidades que existen en el territorio y el marco legal existente.

#### 3. Metodología

La metodología aplicada parte de un análisis del documento guía para la implementación del LBSAP (documento elaborado por Local Governments for Sustainability, United Nation University Institute of Advanced Studies y el Convenio de la Diversidad Biológica), y así conocer los objetivos y el método de trabajo. Posteriormente se llevó a cabo una revisión bibliográfica para identificar a los organismos, normativa, políticas, planes y proyectos que afectan a la biodiversidad. De este modo, se procedió al mapeo de las políticas existentes y procesos de planificación local, con un análisis de los convenios, declaraciones, leyes, planes, programas y proyectos que tratan de abordar la conservación del medio ambiente y la diversidad biológica, que existen a distintos niveles, desde el ámbito internacional hasta el ámbito local.

Para realizar el mapeo de agentes implicados, se identificaron los grupos más importantes de agentes u organismos que tienen intereses o influyen en cómo se incorporan los valores ambientales y la conservación de la biodiversidad. Esta información fue completada con entrevistas a agentes clave, principalmente a nivel local. Se realizaron entrevistas con agentes tales como Protección Civil del Concello de Lugo, Concellería de Medio Ambiente, Concellería de Infraestructuras y Agenda 21, Servicio de Montes de la Consellería do Medio Rural en Lugo, Confederación Hidrográfia Miño-Sil, responsable del Plan de Desarrollo Sostenible y expertos de distintas ramas de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), Grupo ecologista ADEGA, Delegación el Lugo del Colegio de arquitectos de Galicia (COAG) y representantes del Monte Vecinal en Mano Común Segade (Orbazai). Una vez realizadas las entrevistas, se procedió al análisis de la información, haciendo especial énfasis en los problemas de gobernanza, aplicación de legislación y efectos del crecimiento urbano sobre la biodiversidad de la ciudad.

Para el análisis del crecimiento urbano se realizó una revisión bibliográfica y un análisis de ortofotografías aéreas desde vuelo americano de 1956 hasta la ortofotografía más actual (PNOA, 2007).

Una vez analizada esta información se elaboraron las líneas estratégicas en colaboración con la bióloga Laura García Alonso, que posteriormente fueron expuestas al grupo focal, del que formaban parte los actores entrevistados previamente. En el grupo focal se partió del borrador de estrategia y se plantearon los temas de debate para que cada participante realizase comentarios y valoraciones de las líneas estratégicas y medidas propuestas, haciendo de facilitador el profesor Urbano Fra Paleo.

#### 4. Resultados

#### 4.1. Normativa aplicable y planes

Existe un amplio conjunto de acuerdos internacionales que abordan la conservación de la biodiversidad y un aprovechamiento sostenible de los recursos genéticos. Entre ellos se encuentra el Convenio sobre la Diversidad Biológica, el convenio más relevante en materia de biodiversidad.

Así, la conservación de la biodiversidad se aborda con varias estrategias a distintas escalas, la Unión Europea, el gobierno nacional, el autonómico y el local. Los instrumentos tienen un mayor nivel jerárquico en la parte superior de la escala pero su influencia puede ser mayor cuanto más próximos estén respecto de los ciudadanos y de los problemas, lo que tiene lugar en la parte inferior de la pirámide (Figura 1).



**Figura 1**. Grado de influencia en la biodiversidad en función de los instrumentos normativos.

#### 4.2. Actores involucrados

A continuación se identifican aquellos grupos más importantes de agentes u organismos que tienen intereses o pueden influir en cómo se incorporan los valores ambientales y la conservación de la biodiversidad.

#### 1. Instituciones y organizaciones internacionales

## 1.1. Conferencia de las Partes, COP - Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)

La Conferencia de Partes (COP) es el máximo órgano del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), el cual reúne a los representantes de todos los países que lo han ratificado.

## 1.2. Organización de la Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO

La UNESCO trabaja para crear condiciones propicias para un diálogo entre las civilizaciones, las culturas y los pueblos fundado en el respeto de los valores comunes. En su división de Ciencias Naturales, la UNESCO ha desarrollado el programa MaB (Man and Biosphere). El 7 de noviembre de 2002 la UNESCO incluyó Terras do Miño en la Red Mundial de Reservas de la Biosfera. Terras do Miño abarca el 39% de la provincia de Lugo e incluye todo el Concello de Lugo. En el Concello de Lugo se encuentran elementos que refuerzan a la reserva, como la Muralla de Lugo, declarada por la UNESCO Patrimonio de la Humanidad el 30 de noviembre de 2000, o el lugar de interés comunitario LIC Parga-Ladra-Támoga, al amparo del Programa Life Naturaleza.

#### 1.2.1. Programa MaB

El Programa el Hombre y la Biosfera (MaB en inglés) propone una agenda de investigación interdisciplinaria y de formación de capacidades para mejorar la relación de la población con su ambiente en forma global. Ha avanzado en la constitución de la Red de Reservas de la Biosfera como vehículo para impulsar la integración de las poblaciones y la naturaleza, a fin de promover un desarrollo sostenible mediante un diálogo participativo, el intercambio de conocimiento, la reducción de la pobreza, la mejora del bienestar, el respeto a los valores culturales y la capacidad de adaptación de la sociedad ante los cambios.

#### 1.3. Comisión Europea. Dirección General de Medio Ambiente

Tiene como objetivo proponer políticas que aseguren un alto nivel de protección del medio ambiente en la Unión Europea y así preservar la calidad de vida de los ciudadanos. La Dirección General se asegura de que los estados miembros apliquen la legislación medioambiental comunitaria. En algunos casos, la Dirección General de Medio Ambiente representa a la Unión Europea en materia de medio ambiente en las reuniones internacionales como la Convención de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica.

#### 2. Administración General del Estado. Gobierno de España

#### 2.1. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

#### 2.1.1. Organismo Autónomo Parques Nacionales

Es el ente que tutela la aplicación en España del Programa MaB de la UNESCO y la coordinación de la Red de Reservas de la Biosfera, dentro de la cual se encuentra la reserva de la Biosfera Terras do Miño. Parques Nacionales completa su acción con una capacidad instrumental para apoyar acciones en materia de educación ambiental, conservación de biodiversidad, divulgación de conocimientos y experiencias, servir de escenario para la puesta en común de capacidades, e integrar a la sociedad en la nueva cultura ambiental.

#### 2.1.2. Secretaría de Estado de Medio Ambiente

#### 2.1.2.1. Dirección General del Agua

#### 2.1.2.1.1. Confederación Hidrográfica del Miño-Sil

Organismo autónomo adscrito a este ministerio y que tiene las competencias de la administración hidráulica de las cuencas cuyo territorio abarca más de una comunidad autónoma, es decir, las cuencas intercomunitarias. De la conservación del buen estado de los ríos y acuíferos dependerá la disponibilidad de agua en cantidad y

calidad suficiente para atender a las demandas presentes y futuras.

## 2.1.2.2. Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Rural

Entre sus funciones, está la elaboración del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, de acuerdo con el artículo 9 de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

#### 3. Administración autonómica: Xunta de Galicia

#### 3.1. Consellería do Medio Rural e do Mar

Es el departamento del gobierno gallego que integra las competencias relacionadas con las actividades productivas del sector primario de Galicia. En este sentido, y en lo que tiene que ver con el ámbito rural, le corresponde proponer y ejecutar las directrices del gobierno en materia de agricultura, ganadería, desarrollo rural y ordenación comarcal, estructuras rurales, industrias agroalimentarias y forestales, montes, prevención y defensa de los incendios forestales. De este departamento depende la Secretaría General de Montes y Medio Rural y el Plan de Ordenación de los recursos piscícolas.

#### 3.2. Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras

Es el departamento de la administración autónoma con competencias y funciones en materia de calidad y evaluación del medio ambiente, ordenación del territorio y del litoral, urbanismo, vivienda y suelo, infraestructuras, movilidad, en lo que tiene que ver con la planificación y ordenación del transporte, paisaje y promoción del desarrollo sostenible, y conservación de la naturaleza. Esta Consellería elabora el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas, la Estrategia Gallega para la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad y el Plan Director de Red Natura 2000 de Galicia.

#### 4. Deputación Provincial de Lugo

#### 4.1. Medioambiente

## 4.1.1. Conservación de la naturaleza, educación y divulgación ambiental

Promotor de la candidatura y gestor de la reserva de la Biosfera Terras do Miño, que fue la primera Reserva de la Biosfera declarada en Galicia (2002) y la segunda más grande de la Península Ibérica. Gran parte de la Reserva está incluida dentro de la Red Natura 2000, incluyendo el LIC (Lugar de Interés Comunitario), Parga-Ladra-Támoga.

## 5. Administración Local: Concello de Lugo

#### 5.1. Concellería de Medio Ambiente

Entre sus competencias está la gestión del ciclo del agua (abastecimiento de agua potable, gestión y depuración de aguas residuales), la gestión de residuos sólidos urbanos y la gestión de los parques y jardines.

#### 5.2. Concellería de Infraestructuras y Agenda 21

Esta Concellería es la encargada de las infraestructuras de la ciudad y de promover el avance de la Agenda 21. A través de la Agenda 21 se busca un desarrollo de la ciudad más sostenible incorporando el componente social.

#### 5.3. Concellería de Recursos Humanos y Protección de la Comunidad

Tiene responsabilidades en la seguridad ciudadana a través de Protección Civil con servicios especializados, entre los que se encuentran los sanitarios y

medioambientales, velando por la seguridad ciudadana.

#### 6. Universidade de Santiago de Compostela (USC)

Las universidades son un ámbito de generación y transmisión del conocimiento, mediante la investigación y la docencia y, por lo tanto, un instrumento de desarrollo académico y social. Este papel implica una responsabilidad con el desarrollo sostenible en las principales actividades (docencia, investigación y gestión de los espacios e infraestructuras, y de trasmisión de conocimiento a la sociedad) y, en ese marco, con el medio ambiente.

#### 6.1. Plan de desarrollo sostenible de la USC

La USC, consciente de la necesidad de incorporar la ética de la sostenibilidad y medioambiental a toda su actividad decidió asumir la responsabilidad de proporcionar formación, y de impulsar el avance científico de la gestión bajo criterios de sostenibilidad, fomentando en todos los miembros de la comunidad universitaria el sentido de la responsabilidad por la conservación y mejora del medio ambiente. Entre sus objetivos está reducir el impacto ambiental de sus actividades a través de políticas de conservación de recursos, prevención de la contaminación energética y adecuado tratamiento de residuos.

#### 7. Sociedad civil

#### 7.1. ADEGA - Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza

Asociación ecologista que trabaja en defensa del medio ambiente gallego y global, impulsando de la calidad de vida de los ciudadanos.

### 7.2. COAG LUGO - Delegación en Lugo del Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia

El Colegio Oficial de Arquitectos busca promover un ejercicio profesional comprometido con la calidad de vida en el marco de un desarrollo sostenible.

#### 7.3. Monte Vecinal en Mano Común (MVMC) Segade (Orbazai)

Es el monte más cercano a la ciudad de Lugo y el ente gestor realiza una gestión forestal y ambiental muy activa. Todos los beneficios obtenidos de su explotación se reinvierten en la comunidad.

#### 7.4. Calfensa Medioambiente

La empresa tiene la concesión para la limpieza y mantenimiento de los parques y jardines del Concello de Lugo.

#### 7.5. Federación de Asociaciones de Vecinos del Concello de Lugo

Esta federación representa los intereses y es una plataforma para poner de manifiesto las necesidades de los ciudadanos de los barrios del Concello de Lugo.

Se realizaron entrevistas con gran número de representantes de los organismos e instituciones identificadas (Figura 2), lo que permitió obtener conocimiento adicional, identificar intereses e influencia en el problema, así como su perspectiva sobre la conservación de la biodiversidad.

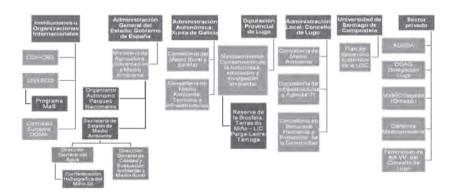


Figura 2. Mapa de actores según su pertenencia orgánica e institución.

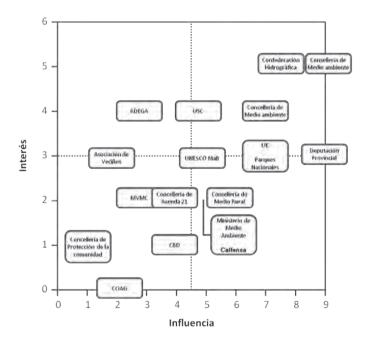


Figura 3. Mapa de actores según su influencia e interés en la biodiversidad local.

Tabla 5. Nivel de interés e influencia de los actores identificados en la conservación de la biodiversidad.

		nter	és en	Interés en la cuestión	ıesti	ón		ln	flue	ncia	posi	ción	n y fu	Influencia: posición y función de los actores	de ]	los a	ctore	မှာ	INI	INT INF
Actores	Impa	Impacto en la	en la		ırtici	Participación	u	000	nete	Competencias	-	Rec	Recursos y	s y		Rela	Relaciones	8		
	ວ	cuestión	υu	en	la cı	en la cuestión	ü		3		$\dashv$	spon	sabil	responsabilidades	S			3		
	0	1	3	0	1	2	3	0	1	2 3	0	1	. 1	2 3		0 1	2	3		
COP-CBD	_	×		×					×				^	×		×			1	4
UNESCO: Programa MaB		×	_		×			<u> </u>	×					×		×			3	5
Unión Europea		×	<u> </u>		×				Ĥ	×				×			×		3	7
Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	_	×			×				Ĥ	×		_	_	×		×			2	2
Organismo Autónomo Parques Nacionales		×	_		×				Ĥ	×		_		×	_		×		3	7
Confederación Hidrográfica del Miño-Sil			×			×			_	×	\ .	_		×	_		×		2	8
Consellería do Medio Rural e do Mar	_	×			×				_	×			×				×		2	9
Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestructuras			×			×				×				×				×	2	6
Terras do Miño – LIC Parga-Ladra-Támoga			×			×			_	×				×				×	2	8
Concellería de Medio Ambiente		×	_			×			Ĥ	×		_	_	×				×	4	7
Concellería de Infraestructuras y Agenda 21	_	×			×			_	×			×					×		2	4
Concellería de RRHH y Protección de la Comunidad	_	×		×				×	H		×	H				×			1	1
Universidade de Santiago de Compostela	_	×					×		×				^	×				×	4	5
ADEGA	_	×					×	×				×					×		4	3
COAG Delegación Lugo	×			×				×			×						×		0	2
MVMC Segade (Orbazai)	×					×		×					×	_		×			2	3
Calfensa Medioambiente	×					×		×						×			×		2	5
Asociaciones de Vecinos del Concello de Lugo		×	_	=	×		$\neg$	×	$\dashv$	$\dashv$		×	J	-		×			3	2

Las valoraciones del interés e influencia en el mapa de actores (Figura 3), señalan como agentes clave (influencia alta e interés alto) a la Confederación Hidrográfica Miño-Sil y a la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia. Por el contrario, los actores con menor influencia e interés son, la Concellería de Recursos Humanos y Protección de la Comunidad y el Colegio de Arquitectos. Como ya se había intuido en el estudio previo de la normativa, las instituciones de mayor influencia sobre la biodiversidad son aquellas de rango jerárquico superior pero que, sin embargo, son las que menos capacidad de acción directa tienen sobre los problemas de biodiversidad de una ciudad. A pesar de que las ciudades del siglo XXI tienen problemas comunes, cada ciudad tiene unos problemas concretos que deberían resolver instituciones que estudiasen y gestionasen el problema en la misma ciudad.

Como se observa en el mapa de actores, concellerías a las que afecta directamente la biodiversidad, como son la Concellería de Axenda 21 y la Concellería de Protección de la Comunidad, tienen un interés e influencia bajos. La Concellería de Medio Ambiente tiene interés e influencia altos, sin embargo reconocen que en ocasiones se encuentran sin capacidad de acción ante ciertas situaciones relacionadas directamente con la biodiversidad.

## 4.3. La gobernanza de la biodiversidad a escala local

Las entrevistas con los actores han permitido adquirir un mayor conocimiento de los problemas urbanos y de su relación con la conservación de la biodiversidad, del marco en el que se toman las decisiones, y del papel que pueden jugar los distintos agentes en la adopción de medidas que permitan avanzar en la conservación.

La normativa y los planes afectan directamente a la posibilidad de toma de decisiones, ya que muchas veces limitan las acciones que se pueden llevar a cabo. Del mismo modo, a menudo los planes son los que producen afectan directamente a la biodiversidad. Uno de los entrevistados indica que, a menudo, tanto la normativa europea como la nacional o autonómica abordan el mismo tema, pero solo dan orientaciones, sin establecer obligaciones, lo que crea un gran vacío normativo. Por ello cree necesario establecer protocolos y procedimientos para el desarrollo de planes y programas, aunque no haya normas. También considera que, en muchos casos, se han realizado proyectos urbanos sin haber realizado una evaluación de impacto ambiental (EIA) con el argumento de que no era necesario o sorteando alguno de los pasos legales a los que se está obligado. Otro entrevistado indica que la estructura y procesos de la administración son una barrera para el diseño y aplicación de las políticas, ya que crea inercias, lo que hace a la administración "una maquinaria muy pesada" que frena los procesos y ralentiza la aplicación de los planes. En cuanto al acceso a la información para la redacción de planes, un entrevistado señala que hay problemas de acceso a la información, ya que está diseminada en distintos departamentos y, en ocasiones, es desconocida para algunos técnicos, lo que causa problemas y deficiencias en el análisis y comprensión de la situación a la hora de realizar un plan. Otro de los entrevistados cree que hay falta de ideas nuevas a la hora de diseñar los espacios libres de las zonas urbanizadas y resalta que se podrían diseñar espacios verdes que requieran menos mantenimiento en materiales, agua y energía, lo que refuerza la opinión de otro actor que cree que se podrían utilizar plantas autóctonas que requiriesen menos mantenimiento. Se resalta la falta de criterios medioambientales a la hora de valorar los diseños de infraestructuras y equipamientos de la ciudad.

El crecimiento urbano y la ocupación del territorio es uno de los factores identificados que más han deteriorado la biodiversidad de la ciudad, debido al rápido crecimiento urbano y a la inadecuada ordenación municipal. La ciudad ha crecido limitada por el Río Miño, el Río Rato-Fervedoira y la vía de ferrocarril, por lo que fue adquiriendo una forma alargada. Por ello, la margen derecha del Río Miño, que presenta un mejor estado de conservación, en la actualidad se está viendo amenazada por el crecimiento urbano. Sin embargo, para un entrevistado el río es un limitante pero no un conformante de la ciudad, por lo que no sería un problema que la ciudad se extendiese al otro lado del río. En contraposición, otro entrevistado cree innecesario que se construya al otro lado del Miño y señala que debería ser una zona que se preservarse del crecimiento urbanístico. La ciudad se ha conformado como resultado de un planeamiento -que no planificación- muy endeble (Normas Subsidiarias de Planeamiento Municipal), y la falta de formación de los promotores urbanísticos hace que se hayan seguido únicamente criterios especulativos de carácter económico y no estéticos o ambientales. Según otro actor el modelo urbanístico actual consume mucho suelo v se deterioran muchas zonas de alto valor ambiental. Sin embargo, para otro actor. "Lugo es pequeño y hay territorio y territorio por ocupar, por lo que, tal vez debería ser (un crecimiento) difuso".

El plan general de ordenación municipal (PXOM) fue uno de los temas recurrentes en las entrevistas realizadas, ya que es uno de los instrumentos que más puede afectar a la biodiversidad de la ciudad. Respecto a la redacción del PXOM, se señala que ninguna consellería da orientaciones para la realización del plan, lo que, unido a la falta de coordinación con municipios colindantes, da lugar a externalidades negativas. También indica que el plan se ejecutó por un equipo redactor ajeno al territorio y que dispuso de mala o insuficiente información territorial en el proceso de elaboración. Se indica que el PXOM debería ser revisado –pese a haber sido aprobado recientemente- debido al parón en el sector de la construcción, ya que la previsión de crecimiento demográfico y urbano es desmesurada y no se ajusta a la demanda real de

nuevas viviendas que existe en estos momentos. Por esto, algunos entrevistados ven la actual crisis económica como una oportunidad para frenar el crecimiento urbano expansivo y crear un modelo de crecimiento más sostenible y respetuoso con el medio ambiente. En cuanto a los espacios libres destinados a zonas verdes que debe reservar el PXOM, varios entrevistados observan que se han estado cubriendo con rotondas y medianas, reduciendo considerablemente los espacios verdes efectivos, aquellos que tienen mayor superficie y continuidad espacial. Varios entrevistados coinciden en que el PXOM es un instrumento que tarda un tiempo excesivo en realizarse y que cuando se está utilizando las necesidades del territorio ya no son las mismas que cuando se redactó, por lo que se lleva a cabo "un urbanismo obsoleto, porque se formaliza ahora lo que se planteó hace mucho tiempo". Por esto se cree que el PXOM debería tener una visión integradora y de conjunto y contemplar y regular intereses comunes. En relación a la destrucción y pérdida de zonas de importancia ambiental local, se reconoce la necesidad de recabar informes medioambientales cuando se lleve a cabo un provecto de urbanización.

La administración local es una de los organismos con mayores posibilidades de llevar a cabo acciones sobre la biodiversidad, por ser el organismo más próximo al problema. Sin embargo, en ocasiones se imposibilita esta opción porque la capacidad de acción de este organismo se ve impedida por organismos de rango jerárquico superior e incluso por organismos del mismo rango. La Concellería de Medio Ambiente del Concello de Lugo tiene competencias en la gestión de parques y jardines, del abastecimiento de agua potable y de la depuración de aguas residuales, y de los residuos sólidos urbanos, aunque la gestión del ciclo del agua es una prioridad política por encima de la gestión de parques y jardines. En este sentido "la gestión de aguas, es lo que más presupuesto se lleva" y se apunta a la desigualdad respecto de las ciudades en la zona de Galicia Costa, ya que Lugo debe pagar un canon de vertido, mientras que a las ciudades en las otras cuencas no se les exige. El pago por este canon lleva a la ciudad a asumir unos costes que le impide llevar a cabo otras acciones en materia de conservación, lo que sumado a la dependencia de otras administraciones y del propio Concello, le hace más difícil llevar a cabo algunas medidas. La limitación para llevar a cabo iniciativas en materia de conservación de biodiversidad por parte de la Concellería de Medio Ambiente podría superarse con una agencia de ecología urbana, según un entrevistado, que definiese indicadores de biodiversidad. Para otro actor debe existir un compromiso entre gobierno y oposición en materia de iniciativas como Agenda 21 o conservación de biodiversidad. Se indica que existen diferencias entre distintas concellerías y un grado distinto de implicación en temas ambientales. Se señala que no existe suficiente coordinación de otros departamentos con la Concellería de Urbanismo, lo que conduce en ocasiones a la pérdida de valores ambientales, como sucedió en las obras del nuevo auditorio de Lugo, donde se identificó un manantial que fue descartado ante la falta de interés para hacer un aprovechamiento del agua en los espacios verdes próximos de acuerdo con la empresa que realizaba las obras. Según un entrevistado es necesario avanzar en el intercambio de conocimiento entre la USC y el Concello, formando a los técnicos para influir en las decisiones cotidianas, y actualizarse respecto de los procedimientos y modelos de gestión. Se considera necesario establecer compromisos a largo plazo por parte de los gobernantes, en cuanto a plazos y seguridad jurídica, para llevar a cabo acciones en materia de crecimiento urbano sostenible, respetando los valores naturales y conservando la biodiversidad. Apuntan también a la necesitad de que el consenso sea mayor y que la aprobación de las propuestas precise de mayorías más amplias.

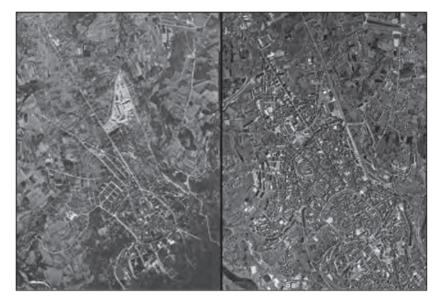
Un factor importante en la conservación de la biodiversidad es la toma de decisiones por parte de los responsables públicos, que marcan así unas directrices y toman decisiones que pueden favorecer o perjudicar directamente a la biodiversidad. A menudo se priorizan otros factores en contra de la biodiversidad, como puede ser la accesibilidad, la movilidad o la estética. Se cree que los responsables políticos no perciben la existencia de amenazas para la biodiversidad, por lo que las políticas en este ámbito siempre tienen una prioridad más baja. A día de hoy las competencias en materia de biodiversidad están en un nivel de la administración, la Xunta de Galicia, que no es la escala local. Por lo que en lo que a competencias locales se refiere, uno de los entrevistados opina que si un municipio no pudiese hacerse cargo de la gestión de una competencia ésta debería permanecer subsidiariamente en la Diputación Provincial y no en la comunidad autónoma.

Los ciudadanos también son agentes que afectan a la biodiversidad, tanto positiva como negativamente. Su actitud hacia la biodiversidad se refleja a menudo en las decisiones que toman los políticos, ya que éstos tratan de satisfacer las necesidades y, de alguna manera, las demandas de los ciudadanos. En lo que concierne a la falta de iniciativas de conservación de la biodiversidad, se observa que no sólo es responsabilidad de los decisores políticos, sino de la actitud de los ciudadanos. Aunque cada vez existe mayor conciencia de la importancia de la biodiversidad -sobre todo entre algunos grupos sociales- aún existe mucho desconocimiento y poco interés. Varios entrevistados señalan al papel del vandalismo urbano, que daña o destroza el mobiliario urbano y, en algunos casos, el patrimonio histórico, así como zonas verdes y ajardinadas. Para solucionar este problema ven necesario llevar a cabo programas de educación v concienciación ciudadana para fomentar valores cívicos y de respeto del patrimonio común. En relación a esta carencia, uno de los entrevistados cree también necesario promover la sensibilización ambiental de la sociedad, "hacerle ver a la gente que sin moluscos, no habrá truchas", y comprender la complejidad de las interacciones en el medio. Por otra parte, uno de los entrevistados cree que se empieza a percibir un incremento de la conciencia ambiental entre el colectivo universitario, en lo que se refiere a llevar a cabo acciones para disminuir el impacto ambiental. Por el contrario, señala que no existe percepción de responsabilidad de los daños ocasionados al medio natural, porque probablemente los ciudadanos no sean conscientes del impacto ocasionado. En el mismo sentido también se observa que las generaciones más jóvenes están más concienciadas pero que, para superar la falta de conciencia pública, hay que esperar algunas generaciones más para vislumbrar cambios efectivos. Según varios actores la ciudad vive de espaldas al río, sin reconocer el valor ambiental y ven la actual crisis como una oportunidad para cambiar la percepción y actitud de los ciudadanos y para ofrecer alternativas de desarrollo acordes con la conservación y desarrollo sostenible. El ciudadano de Lugo no se interesa por los espacios verdes en el núcleo urbano porque va los tiene alrededor. Otro de los problemas identificados es que se demanda el derecho a rentabilizar una propiedad pero no se asumen los deberes u obligaciones asociadas, por lo que se cree necesario redefinir la relación de propiedad del suelo. El régimen de propiedad privada es un importante condicionante para proteger zonas naturales de interés para varios actores. Por el contrario, para otro entrevistado la propiedad privada también es una oportunidad, ya que en muchos casos son los propietarios quienes están dispuestos a conservar, por lo que se cree necesario arbitrar mecanismos de compensación por externalidades positivas a propietarios individuales que conservan zonas tradicionales como medida para proteger posibles zonas de conservación.

A pesar de la visión más positiva hacia la biodiversidad de los ciudadanos, no ven la forma de influir en los decisores políticos para mostrarles sus inquietudes respectos de los problemas ambientales y de dar a conocer su enfoque en materia de biodiversidad. Para dar solución a este problema existen iniciativas que se realizan en otras ciudades, como procesos de participación pública, por lo que varios entrevistados creen necesario introducir los presupuestos participativos. De hecho se cree que hay una carencia general de participación pública y que esta participación permitiría que llegasen propuestas ciudadanas de gran valor. En cuanto a las iniciativas que parten desde arriba, de los decisores políticos, un entrevistado cree que si hay una perspectiva de mejora de la calidad de vida de los ciudadanos, éstos aceptarían de mejor grado las innovaciones. La elaboración de la Agenda 21 del concello contó con una gran participación social por parte de colectivos económicos, sociales, ambientales, vecinales y culturales, aseguran varios entrevistados. El problema surgió cuando, una vez elaborado, hubo un cambio de legislatura y el nuevo gobierno no continuó con esta iniciativa, haciendo que los ciudadanos participantes se sintieran utilizados. Para los entrevistados, esto es claramente negativo, dando lugar a la desconfianza por parte de los ciudadanos que habían colaborado en la redacción del documento. La Concellería de Infraestructuras y Agenda 21 ha retomado el reto de completar la Agenda 21, revisando el documento y evaluando los objetivos que se habían cumplido. Estos procesos deberían tener una continuidad en el tiempo que sea visible, estableciendo metas a largo plazo. Aunque, como señala un agente, muchos de los objetivos del documento ya no se podrán cumplir como resultado de la discontinuidad en el proceso de elaboración de la propuesta, o por las nuevas condiciones socioeconómicas como resultado de la crisis financiera.

La conservación de los valores naturales y las figuras de protección que existen para ello a menudo no consiguen su objetivo por falta de aplicación de las mismas. Se conocen distintas figuras de protección que, tratando de abordar un problema de biodiversidad, no consiguen su objetivo porque siempre se priorizan otros antes que la protección de la biodiversidad urbana. Uno de los temas que más se ha tratado en las distintas entrevistas ha sido la pérdida de una zona de carballeiras en el área de San Fiz que, a pesar de estar protegida por el Plan Especial de Conservación de Carballeiras, fue erradicada. Se cree que la legislación y planificación para la protección de carballeiras es inadecuada, dispersa, y con muchas modificaciones que se contradicen. Se observa que hay una falta de sanción efectiva para frenar la pérdida de este hábitat por la presión de los procesos de desarrollo urbano, va sea mediante la reducción progresiva, solicitando permisos de corta cada cierto tiempo hasta la disminución parcial o total de la unidad paisajística o mediante la tala completa. Así mismo la mayoría coincide en que el área de O Carme debería ser una zona de protección, por ser una de las grandes zonas verdes más próximas al centro de la ciudad, al mismo tiempo que un vacimiento arqueológico y por incluir al camino de Santiago, entre otros valores. Esto conduce a algún entrevistado a indicar que se deberían reubicar las viviendas de esta zona. Al ser Lugo una ciudad pequeña rodeada de amplios espacios verdes, es fácil comunicarla con el entorno y se señala que el Rato es un ejemplo de buena gestión ambiental. Un entrevistado ve necesario crear nuevas áreas de huertas urbanas, en espacios vinculados a parques y jardines. Además ve factible establecer huertas en solares vacantes destinados a servicios dotacionales que están sin uso temporalmente. Por el contrario, y respecto a una iniciativa similar en O Carme de uso temporal de las fincas privadas para huertas urbanas, uno de los entrevistados ve difícil adoptar esta solución, ya que son muchos propietarios en esta zona con fincas de pequeña dimensión, por lo que sería muy difícil negociar con todos ellos.

En lo relativo a la Reserva de la Biosfera Terras do Miño, se indica que la gestión no es muy activa, ya que no se están llevando a cabo acciones de divulgación, ni se realizan políticas de conservación, lo que supone un mal aprovechamiento de los valores del territorio, ya que esta figura de conservación es una oportunidad para dar a conocer los valores en materia de biodiversidad.



**Figura 4**. Ortofotografías de 1956 y 2007. *Fuente: PNOA* © *Instituto Geográfico Nacional de España - Xunta de Galicia* 



Figura 5. Principales barrios de la ciudad.

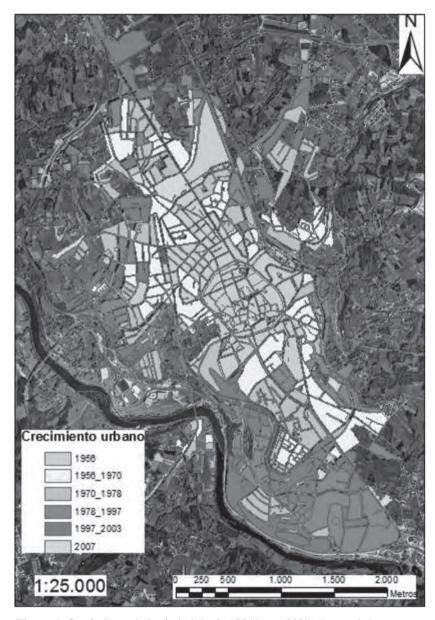
#### 4.4. Crecimiento urbano de la ciudad

En una ciudad queda la impronta de las sucesivas generaciones que han intervenido en su desarrollo a lo largo de la historia, de acuerdo con sus respectivos modelos de producción del espacio y sistemas de producción, y siempre en función de los intereses de la clase dominante (Rodríguez, 1989). La ciudad histórica de Lugo, formada sobre la margen izquierda del río Miño, mantiene el trazado de sus calles principales siguiendo el patrón establecido en la época romana. Sin embargo, la morfología de gran parte de la ciudad ha sufrido un gran cambio, especialmente en el siglo pasado, cuando la ciudad creció rápidamente, en gran medida, fruto del éxodo rural. Este crecimiento implicó un gran y rápido consumo de suelo, predominantemente agrícola, lo que tuvo un notable impacto en la reducción de la biodiversidad.

Si nos centramos en el desarrollo urbano desde mediados del siglo XX hasta la actualidad, observamos varias oleadas de expansión espacial. En la fotografía aérea de 1956 (Figura 4) podemos observar cómo la ciudad hasta ese año había crecido en torno a la muralla y hacia el norte en torno a la Avenida de A Coruña y, en menor medida, a lo largo del Camiño Real. La zona más alejada por aquel entonces del centro, era la ocupada por la empresa cárnica Frigsa. Por esta época ya existía el Parque de Rosalía de Castro, una de las principales zonas verdes de la época. Así mismo, se puede apreciar en la ortofotografía que prácticamente todos los terrenos que rodeaban la ciudad tenían un uso agrícola.

#### 4.5. Estrategia de conservación de la biodiversidad

Mediante las entrevistas y el grupo focal se han identificado los principales problemas que afronta la biodiversidad de la ciudad. Para darles solución se han elaborado unas líneas estratégicas conjuntamente con una bióloga. Las distintas líneas se enmarcan en cuatro grandes marcos, ambiental, legal y gobernanza, social y económico. Las líneas estratégicas tratan de abordar los problemas estableciendo unos objetivos y dándoles una visión práctica y realizable a corto, medio y largo plazo.



**Figura 6**. Crecimiento de la ciudad desde 1956 hasta 2007. *Fuente de la imagen: PNOA* © *Instituto Geográfico Nacional de España - Xunta de Galicia* 



Figura 7. Principales problemas para la conservación de la biodiversidad local.

Tabla 2. Estrategia de conservación de la biodiversidad.

Marco	Línea estratégica	Objetivos
		Promover una gestión sostenible de los parques y jardines
	Una ciudad respetuosa con	Frenar la pérdida de los hábitats de ribera y las carballeiras
	los ecosistemas, hábitats, y especies que alberga	Favorecer la conservación de las especies endémicas y protegidas
Ambiental		Controlar las especies invasoras que amenazan la diversidad biológica nativa
		Mejorar la conectividad y ampliar las zonas verdes
	Una ciudad con nuevos espacios de conservación	Proteger las zonas de propiedad pública con valor naturales de especial interés
		Proteger las áreas privadas de interés ambiental
		Conectar la Zona de Especial Protección de los Valores Naturales

Marco	Línea estratégica	Objetivos
		(ZEPVN) Miño-Neira y el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Parga-Ladra-Támoga
		Restaurar las zonas verdes donde la gestión no ha conservado sus valores naturales
		Incentivar una gestión activa de los recursos forestales, cinegéticos y piscícolas
		Generar unidades de producción local de alimentos
	Una ciudad comprometida con el uso racional de sus recursos naturales	Conservar las variedades agrícolas locales
	recursos autorares	Minimizar la impermeabilización del suelo
		Aprovechar de forma sostenible los recursos hídricos infrautilizados de la ciudad.
	Una ciudad con una gestión local comprometida con la biodiversidad	Coordinar todas las actuaciones en materia ambiental que se realizan en la ciudad.
Legal y de gobernanza	Una ciudad con planes, programas y proyectos acordes con su realidad territorial	Promover que los planes, programas y proyectos de la ciudad consideren la biodiversidad y los servicios ecosistémicos
	Una ciudad con procesos	Impulsar la participación ciudadana en la toma de decisiones
	de participación pública y	Inducir acuerdos en política ambiental
	diálogo	Mejorar la coordinación entre administraciones
		Aumentar la sensibilidad y la responsabilidad ambiental
Social	Una ciudad con habitantes concienciados ambientalmente	Incentivar la transferencia de conocimientos entre la USC y la administración local
		Fomentar que la universidad sea foco de innovación ambiental
		Reducir la presión urbanística y de las infraestructuras
Económico	Una ciudad con una visión de un desarrollo sostenible	Impulsar acciones de atracción turística que pongan en valor la diversidad biológica de las zonas con mayor calidad ambiental de la ciudad

#### 5. Conclusiones

Tras el estudio del marco legal se observa que hay una amplia legislación y normativa dirigida a la conservación del medio ambiente en todos los niveles de la administración pero, a pesar de todo, la diversidad biológica sigue disminuyendo, ya que las competencias están divididas, no hay una correlación entre competencias y capacidad para aplicar las medidas y, especialmente, hay una distancia entre los organismos competentes y los problemas locales. Al igual que en otros niveles, también se observa una fragmentación de las competencias en la administración que impide que se diseñen y apliquen políticas coordinadas que tengan en cuenta las múltiples dimensiones de los problemas.

Los problemas que afronta la biodiversidad de la ciudad (Figura 6) demandan soluciones específicas y globales, pero un paso importante para la integración de las políticas sería la creación de un organismo autónomo local que tuviera la responsabilidad de aumentar y conservar la biodiversidad existente, como sucede en las ciudades de Barcelona o Vitoria.

Sin duda, el crecimiento urbano, regulado por el PXOM, ejerce una gran presión y es una de las principales amenazas de la biodiversidad de la ciudad. A menudo, a la hora de urbanizar, se eliminan espacios con valor ecológico y especies autóctonas y se planifican nuevos espacios verdes con especies, normalmente alóctonas, lo que supone una notable pérdida de biodiversidad, costes más elevados de mantenimiento, y el riesgo de introducir especies invasoras.

## Bibliografía

Bolund, P., Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Econ.* 29: 293–301.

CBD COP. 2010. Plan of Action on Subnational Governments, Cities and Other Local Authorities for Biodiversity. Convention on Biological Diversity Conference of the Parties.

Pearson, C., Pilgrim, S., Pretty, J. 2010. *Urban Agriculture: Diverse activities and benefits for city society*. London: Earthscan.

Puppim, J.A., O. Balaban, C.N.H. Doll, R. Moreno-Penaranda, A. Gasparatos, D. Iossifova y A. Suwa. 2011. Cities, biodiversity and governance: Perspectives and governance challenges for the Convention on Biological Diversity at the city level. *Biological Conservation* 144(5): 1302–1313.

Rodríguez, F. 1989. *Valor y usos del suelo urbano en Lugo*. Santiago de Compostela: Universidad de Santiago de Compostela.

Terradas, J., Franquesa, T., Parés, M. Chaparro, L., Ecología urbana. Considerar una ciudad como un ecosistema ayuda a entender su funcionamiento y resulta esencial para diseñar estrategias de futuro y vigilar su desarrollo. *Investigación y Ciencia* 422: 52-60.

UNEP y UN-HABITAT. 2005. *Ecosystems and biodiversity: The role of cities*. Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP) and United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat).

UNU-IAS. 2012. Estrategias de biodiversidad local y planes de acción LBSAP. Guía (borrador). Yokohama: UNU-IAS, ICLEI, CBD.

## Biodiversidad y servicios ecosistémicos para el plan estratégico de biodiversidad de la ciudad de Lugo

Laura García Alonso<sup>27</sup>, Urbano Fra.Paleo y Andrés García Lamparte

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidade de Santiago de Compostela

#### Resumen

Un LBSAP es una estrategia acompañada de acciones específicas que permite avanzar en la gestión de la biodiversidad y los servicios de ecosistema en áreas urbanas. En este trabajo se describe el inicio de un proceso para elaborar de forma consensuada un LBSAP para la ciudad de Lugo, a través de la integración del diagnóstico de la información ambiental existente y la realización de entrevistas a los representantes de las entidades locales con interés e influencia en la biodiversidad local. Los resultados se reflejan en el marco ambiental de la estrategia de biodiversidad local para la ciudad de Lugo, evidenciando que, a pesar de la escasez de espacios verdes en la malla urbana y la presión del desarrollo urbanístico y de infraestructuras, la biodiversidad urbana presenta numerosas potencialidades, como la existencia de figuras de protección de espacios naturales periurbanos, la presencia de especies catalogadas y de interés y de hábitats prioritarios de la Directiva Hábitats, así como de un cinturón con actividad agraria y forestal que circunda la ciudad. Además, las posibilidades en relación al establecimiento de zonas de amortiguación y conectividad entre las áreas con mayor valor ecológico pueden contribuir a la meior conservación de sus recursos ambientales.

#### **Abstract**

An LBSAP is a strategy accompanied by specific actions, which is a key tool for the management of biodiversity and ecosystem services in urban areas. This paper seeks to begin the process of developing a LBSAP for the city of Lugo with a participatory approach, integrating the existing environmental data from various studies and conducting interviews with representatives of local authorities with interest and influence on local biodiversity. Their integration in the local biodiversity strategy for the city of Lugo shows that, despite the lack of green areas in the urban fabric and the pressures of urban and infrastructure development, urban biodiversity has numerous potentialities. These include the existence of law instruments for the protection of periurban natural areas, the presence of listed species and habitats of interest and priority included in the EU Habitats Directive, and a green belt with farming and forestry activities surrounding the city. Furthermore, the establishment of buffer zones and corridors connecting areas with high ecological value may significantly contribute to a better preservation of the environmental resources.

-

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> e-mail: lauralonso85@gmail.com

### 1. Introducción

El contexto actual de rápida urbanización, asociado al incremento de la densidad y extensión espacial del área edificada, en el que los valores naturales se van haciendo cada vez más escasos y fragmentados -hasta casi desaparecer-, hace que el modelo tradicional de conservación en los espacios urbanos sea inviable. De algún modo es necesario reconocer el peso de la actividad humana en la naturaleza, para encontrar un compromiso entre la protección y un uso sostenible de los recursos naturales (Goddard et al., 2009; Niemelä, 1999). En este contexto surge el estudio de la ecología urbana, que integra métodos y teorías de las ciencias naturales y sociales para diagnosticar los patrones y procesos de los ecosistemas urbanos, y sus efectos regionales y globales (Grimm et al., 2008).

Los ecosistemas urbanos han sido frecuentemente examinados de forma casi exclusiva en términos de su impacto en la biodiversidad. Así, las zonas urbanas actualmente consumen el 75% de los recursos de la Tierra (UNU-IAS, 2012a) y la actividad humana tiene una gran influencia, tanto dentro de sus límites, con la destrucción de hábitats o la introducción de especies invasoras, como fuera de ellos, a través del uso de los recursos naturales y la generación de emisiones y residuos (Hansen et al., 2005).

Sin embargo, aunque el impacto de una ciudad en la biodiversidad es significativo, resulta igualmente importante tener en cuenta la biodiversidad existente en el ecosistema urbano (Savard et al., 2000). Los paisajes dominados por la actividad humana tienen características biofísicas únicas y, como indica Niemelä (1999), contienen una gran variedad de hábitats, desde los más naturales a los más modificados, lo que permite la existencia de una alta diversidad de especies, incluyendo especies raras y amenazadas. Además, los ecosistemas urbanos aportan múltiples ventajas a las ciudades a través de los llamados servicios de ecosistema, que son los beneficios que las poblaciones humanas obtienen directa o indirectamente del funcionamiento de los ecosistemas, desde la provisión de alimentos y agua a la regulación climática, la purificación del aire (Costanza et al., 1997) o la reducción de riesgos (Guadagno, Depietri y Fra, 2012).

#### 1.1. La conservación de la biodiversidad a nivel local

La conservación de la biodiversidad urbana presenta algunos retos y posee una serie de potencialidades que han de ser tenidas en cuenta. El primer reto está relacionado con que los gobiernos de las ciudades no están directamente implicados en la negociación de los acuerdos de biodiversidad internacionales, que son firmados por los gobiernos nacionales, aunque la mayor parte de la incorporación de las políticas relacionadas con la biodiversidad se produce a nivel local (Puppim de Oliveira et al., 2011). El segundo es que los legisladores, los decisores

políticos, los técnicos encargados de la planificación urbana, los investigadores y los ciudadanos, necesitan disponer de información y conocimiento de las áreas urbanas (McDonnell & Pickett, 1993). Sin embargo, aunque en la actualidad se entiende que los estudios ecológicos de las regiones urbanas resultan indispensables, la biodiversidad de los hábitats urbanos está escasamente documentada en la mayor parte de la ciudades (Niemelä, 1999).

Por otro lado, en las ciudades existe una concentración de población que puede realizar cambios positivos a través de una decisión informada, por lo que la concienciación y educación ambiental ciudadana juegan un gran papel (Puppim de Oliveira et al., 2011). De este modo, la ecología urbana permite integrar el conocimiento de los ecosistemas urbanos en los procesos de acción pública, de modo que se pueda ayudar a la sociedad a producir formas urbanas más sostenibles (Alberti, 1999). Además, son las ciudades las que poseen los principales centros de innovación e investigación y las instituciones académicas, que pueden colaborar en el desarrollo de planes y políticas de protección y conservación de la biodiversidad (UNU-IAS, 2012a).

En respuesta a estos retos y potencialidades, en 1992 192 gobiernos nacionales y la Unión Europea firmaron el Convenio de Diversidad Biológica, que incorpora el Plan de Acción de Gobiernos Subnacionales, Ciudades y otras Autoridades Locales para la biodiversidad (2010-2020), y que tiene como objetivo brindar apoyo a las Partes, sus asociados y autoridades locales para aplicar el Plan de acción y la Estrategia de Biodiversidad Local (LBSAP) (CBD COP, 2010). Un LBSAP es una estrategia que va acompañada de acciones específicas y puede servir como herramienta para la gestión de la biodiversidad y los servicios de ecosistema urbanos (UNU-IAS, 2012a), ya que es el mecanismo para incorporar el CBD a nivel local, en combinación con la estrategia de biodiversidad nacional y sus planes de acción (UNU-IAS, 2012b).

## 2. Objetivos

La estrategia de biodiversidad local debe contemplar objetivos y medidas de acción integral, que sean el resultado de un proceso participativo que involucre a los principales agentes locales en el consenso de las medidas a incorporar y aplicar.

El presente trabajo tiene como objetivo iniciar el proceso para elaborar de forma consensuada un LBSAP para la ciudad de Lugo. Con la finalidad de alcanzar este objetivo general, se pretenden identificar los valores de la biodiversidad de la ciudad de Lugo, las amenazas y oportunidades para la conservación y la restauración de la diversidad biológica urbana, y definir las acciones prioritarias para la conservación de la biodiversidad y los servicios ambientales de la ciudad, que sirvan a la formulación de líneas estratégicas consensuadas para la estrategia de biodiversidad local.

## 3. Metodología

El estudio integra dos procesos diferentes, aunque complementarios, que cubren los objetivos de un LBSAP. Por un lado, se ha realizado un diagnóstico de la biodiversidad basado en los estudios existentes, lo que permite definir acciones que son prioritarias para conservar, mejorar y restaurar la biodiversidad urbana. El conocimiento de las especies y de los hábitats se basó en la información disponible en el banco de datos asociado a la cuadrícula de 10×10 km PH16, disponible en el Sistema de Información Territorial de la Biodiversidad (SITEB) 28. La caracterización debe considerarse únicamente como una estimación, va que se deriva del análisis de la información correspondiente a entidades geográficas de mayor rango en las que se inserta el ámbito de estudio. El mapeo de los ecosistemas y la delimitación del ámbito de estudio se han realizado a partir la base de datos geográfica del Concello de Lugo y de la fotointerpretación de la ortofoto del PNOA de 2007. Para actualizar la información, se realizó una interpretación de las fotografías aéreas de la ciudad a mayor escala, disponibles en el servicio Google Maps.

Por otro lado, se realizaron entrevistas semiestructuradas a actores representantes de entidades y organizaciones locales, con distintos intereses e influencia en la conservación de la biodiversidad urbana, seguido de la formación de un grupo focal, lo que permitió conocer las diferentes percepciones y propuestas de los ciudadanos, organizaciones ciudadanas, investigadores y representantes públicos de la ciudad de Lugo. Las entidades involucradas en el proceso, que participaron en las entrevistas y en el grupo focal, se relacionan en la Tabla 1.

Integrando estos dos métodos se definieron una serie de líneas, objetivos y medidas estratégicas a partir de una zonificación ambiental y una matriz DAFO.

Para realizar la zonificación se ha tenido en cuenta la información aportada por los actores de las entidades locales y se ha seguido el método propuesto por Löfvenhaft et al. (2002). Estos autores identifican distintas zonas ecológicas útiles para la gestión y planificación urbana de la ciudad de Estocolmo, a partir de patrones de distribución de la diversidad urbana. Para la ciudad de Lugo se usaron como patrones de distribución de la diversidad los ecosistemas urbanos, lo que permitió zonificar la ciudad en cuatro tipos de áreas según su calidad ambiental. Mediante este método se considera que hay zonas en la ciudad en las que es preciso crear nuevos espacios verdes, zonas de potencial desarrollo de los valores naturales. Las áreas con mayor valor ambiental, o zonas núcleo, pueden ser conectadas con otros espacios para impedir la fragmentación y el aislamiento poblacional, a través de zonas de

-

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> http://inspire.xunta.es/siteb

conectividad. Por último, otras áreas pueden funcionar como zonas de amortiguación, protegiendo los valores naturales de la ciudad.

Tabla 1. Instituciones y entidades involucradas en el proceso participativo.

Institución	Entidad
Administración local: Concello de Lugo	Concellería de Medio Ambiente Concellería de Infraestructuras y Agenda 21 Protección civil
Administración autonómica: Xunta de Galicia	Consellería de Medio Ambiente, Infraestructuras y Territorio
Administración General del Estado: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente	Confederación Hidrográfica del Miño-Sil
Sociedad civil	Colegio Oficial de Arquitectos de Galicia. (COAG) Delegación en Lugo. Comunidad de Montes de San Miguel de Orbazai (MVMC de Orbazai) Asociación para la Defensa Ecológica de Galicia (ADEGA) Universidad de Santiago de Compostela: Departamento de Biología Celular y Ecología, Departamento de Botánica y Plan de Desarrollo Sostenible.

Para facilitar la definición de las líneas estratégicas, se usó la matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, y Oportunidades), ya que se considera que una estrategia operativa supone tener en cuenta tanto la situación externa (amenazas y oportunidades) como las propias cualidades y características internas (debilidades y fortalezas) (Hill y Westbrook, 1997).

#### 4. Resultados

Es necesario tener en cuenta que, en el caso de las zonas verdes urbanas -al igual que otros espacios naturales— muchos procesos e interacciones biológicas se extienden más allá de los límites administrativos (Pickett el al., 2001). Por ello, se han definido los límites urbanos de la ciudad de Lugo partiendo del Plan General de Ordenación Municipal e incorporado áreas periurbanas de conservación ambiental en contacto con el tejido urbano (Figura 1).

Así, los límites oeste y este, incluyen a las áreas de protección de los ríos Miño y Rato-Fervedoira respectivamente; el límite sur incluye la parte septentrional de la Zona de Especial Protección de los Valores Naturales (ZEPVN) Miño-Neira, y el límite noroeste la parte meridional del Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Parga-Ladra-Támoga.

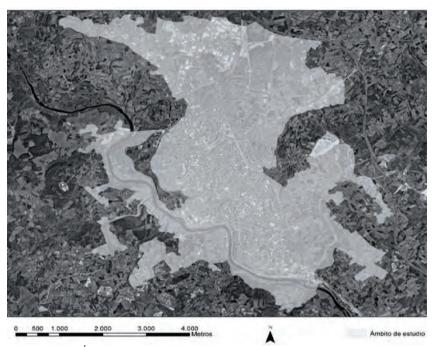


Figura 1. Área urbana de estudio. Fuente de la imagen: PNOA © Instituto Geográfico Nacional de España - Xunta de Galicia

#### 4.1. Diagnóstico de la biodiversidad: especies, hábitats y ecosistemas

#### 4.1.1. Especies en el área urbana y periurbana

Araújo (2003) encuentra una correlación positiva entre la densidad de población humana y la riqueza de especies de plantas, mamíferos, reptiles y anfibios en Europa, lo que indica que los factores que hacen que un área sea adecuada para la ocupación humana, son los mismos que la hacen adecuada para otras especies. Alvey (2006) señala que, sea cual sea la causa, esta correlación positiva enfatiza la importancia de la conservación de la biodiversidad en los asentamientos humanos de alta densidad y en su entorno.

La ciudad de Lugo tiene una considerable biodiversidad, albergando 550 especies y subespecies, de las cuales 327 son especies y subespecies de flora (incluyendo hongos) y el resto (223) son especies y subespecies de

fauna. En la ciudad se encuentran 103 especies y subespecies de flora vascular, 224 especies de hongos, 173 especies y subespecies de vertebrados y 50 de invertebrados (Ramil et al., 2008a). Además, de las especies distribuidas en la ciudad se encuentran recogidas en el Catálogo Nacional o el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas 105 especies de fauna y 7 de flora.

Para el ámbito de estudio, se ha considerado que el carballo (*Quercus robur*) y la trucha común (*Salmo trutta*) son especies clave para la conservación del patrimonio natural de la ciudad. Además de su importancia ambiental, el carballo es una especie que forma parte del patrimonio social y cultural de la ciudad, pues tradicionalmente se realizaba un aprovechamiento de las carballeiras en las actividades agrarias, como fuente de leña, madera y materia orgánica para abono. La trucha común tiene un papel importante en la cadena trófica y es una especie muy sensible a la alteración de las aguas, por lo que puede usarse como bioindicador de la calidad (Dirección Xeral de Conservación da natureza, 2012a). Además, es una especie dominante en los ríos gallegos por su interés piscícola (CMA, 2008). Estas especies clave pueden ser consideradas también como especies bandera, al ser especies carismáticas que atraen el apoyo gubernamental y del público para el desarrollo y adopción de programas de conservación (Isasi-Catalá, 2011).

Por último, de entre las especies exóticas invasoras presentes en el área de estudio más peligrosas para las poblaciones de especies nativas, destacan el helecho de agua (*Azolla filiculoides*) y el cangrejo americano (*Procambarus clarkii*), ambos presentes en el río Miño a su paso por la ciudad.

En el marco del Proyecto Life-2000 que se desarrolló en el LIC Parga-Ladra-Támoga en 2003, se llevaron a cabo acciones de control con métodos mecánicos de las masas de *Azolla*, con el fin de restablecer las condiciones naturales de los cauces que han sido modificados por esta especie, mitigando la competencia y el desplazamiento de especies autóctonas, como *Nymphoides peltata* (OAPN, 2009).

En el caso del cangrejo americano, en la actualidad no se llevan a cabo acciones de control en la zona, pero el Plan Gallego de Especies Exóticas Invasoras, en proceso de elaboración por parte de la Consellería de Medio Ambiente y Sostenibilidad de la Xunta de Galicia, prevé diversas medidas de control de esta especie. Se pretende evitar su efecto negativo sobre la vegetación acuática, las poblaciones de anfibios nativos y el cangrejo autóctono *Austropotamobius pallipes*, que se encuentra en la categoría de especie en peligro de extinción en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas (Dirección Xeral de Conservación da Natureza, 2012b).

#### 4.1.2. Hábitats en el área urbana y periurbana

De los hábitats prioritarios identificados en la Directiva 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres, son los bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (bosques riparios, fresnedas y saucedas; freixidos, amenedos, salcedas) los que adquieren un mayor protagonismo. El estado de conservación de este hábitat depende del grado de manejo al que se ve sometido, encontrándose particularmente afectado por la construcción de áreas recreativas en los márgenes del río, por la pesca intensiva y por la alteración del régimen hidrológico del río (Ramil et al., 2008b).

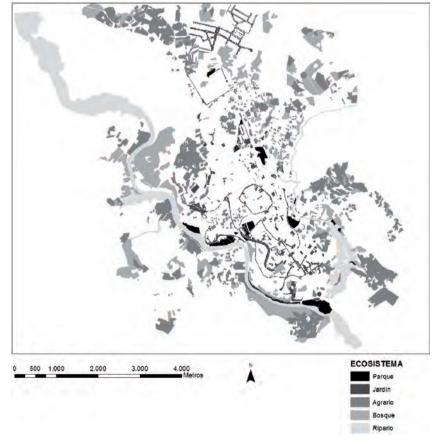


Figura 2. Tipos de ecosistemas urbanos de la ciudad de Lugo.

Por lo que se refiere al hábitat de las carballeiras galaico-portugesas con *Quercus robur* y *Quercus pyrenaica*, aunque no es prioritario para la Directiva 92/43/CEE, tiene gran importancia para los ciudadanos de Lugo. La eliminación del sotobosque y la simplificación estructural derivada de un manejo intenso, así como la eliminación de los pies muertos o derribados, incide negativamente en el estado de conservación de este hábitat (Ramil et al., 2008b). La supervivencia de este hábitat en el entorno de estudio peligra por las talas inducidas por la presión urbanística en la zona.

### 4.1.3. Principales ecosistemas urbanos

Bolund & Hunhammar (1999) han desarrollado una clasificación general de los ecosistemas urbanos que ha sido aplicada teniendo en cuenta las condiciones específicas de la ciudad de Lugo. Se identifican cinco ecosistemas urbanos: árboles de la calle y césped (jardines), parques, ecosistemas riparios, bosques urbanos y áreas cultivadas.

En la Figura 2 se muestra la localización de los cinco tipos de ecosistemas urbanos y la Tabla 2 describe sus principales características.

**Tabla 2**. Tipos de ecosistemas urbanos (modificado de Bolund & Hunhammar, 1999).

Tipo de ecosistema	Características generales	Características específicas
Jardines	Árboles de la calle y césped	Son zonas pequeñas, con pavimento impermeable, asociadas a servicios dotacionales o césped asociado a medianas y rotondas. Destacan los jardines de la Diputación Provincial, el campus universitario, Jardín de San Roque, Praza Maior, Praza de Ferrol, Praza da Estación de Autobuses, Praza da Fonte dos Ranchos, Praza Viana do Castelo, y las medianas de Avenida Rodríguez Mourelo-Avenida de Ramón Ferreiro, Ronda de Fontiñas-Ronda das Mercedes-Ronda de Fingoi-Ronda da República Argentina.
Parques	Áreas verdes mayores, que pueden contener césped, árboles y otras plantas	Parques ligados al centro de la ciudad, que contienen especies emblemáticas o apreciadas por los ciudadanos. Destacan el Parque de Rosalía de Castro, el Parque dos Paxariños y el de A Milagrosa.

Tipo de ecosistema	Características generales	Características específicas
Ecosistemas riparios	Ríos y sus riberas	Ecosistemas asociados a los ríos Miño y Rato-Fervedoira.
Bosques urbanos y	Áreas menos gestionadas con una mayor densidad	Los bosques de carballeiras constituyen los bosques urbanos. Destacan las zonas de Acea de Olga, el campus universitario y los taludes de la Carretera Nacional VI al sur.
periurbanos	de árboles que los parques	En cuanto a los bosques periurbanos, son zonas dedicadas a la producción forestal con gestión activa, entre las que destacan las de la zona de la carretera de Ombreiro.
Áreas cultivadas	Huertos urbanos y pastos	Destacan las zonas de agricultura planificada en las Hortas do Rato, así como la agricultura residual en San Fiz, Madanela, O Carme, A Milagrosa y A Piringalla.

#### 4.2. Los servicios de ecosistema

Los servicios más importantes prestados por los ecosistemas en las áreas urbanas son la purificación del aire, la reducción del ruido, la regulación del microclima, la regulación de la escorrentía, el tratamiento de aguas residuales, la provisión de alimentos y los valores recreativos/culturales (Bolund & Hunhammar, 1999).

En la ciudad de Lugo las emisiones contaminantes son producidas fundamentalmente por el tráfico rodado y las actividades industriales (Concello de Lugo, 2009). Los árboles urbanos pueden mejorar la calidad del aire reduciendo la polución (McPherson et al., 1994), pero su contribución en esta ciudad está aún por estudiar.

El tráfico es la principal causa de ruido en la ciudad, en la que domina la función residencial. La variación en el ruido es debida a la existencia de una red de carreteras con vías de diferente intensidad de tráfico medio diario e importancia de los vehículos pesados (Concello de Lugo, 2009). De este modo, destacan la carretera N-VI, que actúa como corredor periférico, y el eje Avenida de Coruña-Avenida de Madrid, que organiza el tráfico en el centro urbano. Los ajardinamientos de las principales calles con arbustos y árboles contribuyen ligeramente al apantallamiento contra el ruido, por lo que tienen otras funciones que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos. La contribución de las zonas verdes de la ciudad a la disminución de la temperatura, atenuando el efecto isla de calor, o el papel de las zonas acuáticas para atenuar los cambios bruscos

de temperatura no han sido aún cuantificados en la ciudad, por lo que es necesario que el diseño de las nuevas zonas verdes contemple esta variable.

La vegetación urbana -particularmente las zonas con superficies de especies herbáceas- permite una mejora del drenaje del agua de lluvia, proporcionando áreas permeables que absorben el exceso de escorrentía de las precipitaciones (Guadagno et. al., 2012). La mayor parte de las zonas verdes del centro de la ciudad son superficies impermeables, al utilizarse predominantemente materiales que no permiten la filtración del agua. De nuevo, el diseño de las zonas verdes debería contemplar esta contribución.

Aunque la ciudad de Lugo posee una red de saneamiento y un sistema de depuración de aguas adaptados a la Directiva 91/271/CEE (Concello de Lugo, 2009), la calidad del agua es mejorada por la flora y la fauna de los ecosistemas riparios a través de la asimilación de grandes cantidades de nutrientes y la disminución del contenido de determinados elementos, como el nitrógeno y el fósforo (Bolund & Hunhammar, 1999), que llegan a través de las aguas residuales vertidas al río en la parte superior de la cuenca y en zonas puntuales del área urbana.

En relación a la provisión de alimentos, a pesar de que los huertos urbanos en la ciudad no permiten abastecer a toda su población, y de que no son la fuente principal de provisión, la agricultura urbana permite mantener variedades agrícolas de interés local, la oferta de productos locales y la realización de prácticas agrícolas sostenibles, adecuadas al medio en el que se desarrollan, lo que contribuye a mejorar la sostenibilidad social, económica y ambiental de la ciudad. Además, como afirman Deelstra & Girardet (2000), la agricultura urbana también contribuye a la regulación del microclima, ayuda a la infiltración del agua y a la conservación del suelo.

<b>Tabla 3</b> : Ecosistemas urbanos de	Lugo y servicios d	le ecosistema pro	oporcionados.

	Jardines	Parques	Riparios	Bosques	Huertos y pastos
Purificación del aire		×	×	×	
Regulación microclima	×	×	×	×	×
Reducción ruido		×	×	×	
Drenaje del agua	×	×	×	×	×
Saneamiento			×		
Provisión de alimentos					×
Valores	×	×	×	×	×
recreacionales/culturales					

Por último, los ecosistemas urbanos ofrecen oportunidades para las actividades recreativas, los valores estéticos y la educación ambiental (MA, 2005). Los espacios verdes de la ciudad suelen acoger diversas

prácticas deportivas y de ocio, que son apreciadas tanto por los residentes como por los visitantes. Es de destacar el uso recreativo que se da a los bosques de carballeira, o el uso del Paseo del Rato-Fervedoira y del Paseo del Miño para realizar actividades deportivas. En la Tabla 3 se hace un resumen de la contribución que tiene cada tipo de ecosistema urbano a los servicios de ecosistema prioritarios en la ciudad.

#### 4.3. Resultados de las entrevistas

En este apartado se reflejan los resultados obtenidos de las entrevistas realizadas a las diferentes entidades implicadas en el proceso de participación del LBSAP, referentes a especies, hábitats, ecosistemas, servicios de ecosistema y conectividad ambiental.

En relación a la conservación de las especies catalogadas de la ciudad, resulta fundamental identificar dónde se encuentran sus poblaciones para evitar intervenciones que alteren su hábitat. Con respecto a otras especies de interés, se considera que las especies de interés biológico, raras y típicas deben conservarse, aunque hay discrepancias entre los agentes en cuanto a su manejo cuando habitan en los lugares de importancia histórica y patrimonial de la ciudad.

Respecto a las especies invasoras deben desarrollarse medidas integrales que afecten a todas las zonas invadidas, resultando primordial para la biodiversidad urbana desarrollar planes de control para el cangrejo americano y el helecho de agua del género *Azolla*.

Con respecto a la enfermedad ocasionada por el hongo *Phytoptora alni* que está afectando a los ameneiros (*Alnus glutinosa*), existe un consenso para realizar acciones de mejora de la cobertura arbórea de este hábitat en las zonas en las que la erosión de la ribera es elevada, bien con freixo (*Fraxinus excelsior*), bien con estacas de salgueiro (*Salix sp*).

En cuanto a los hábitats que se encuentran en la zona urbana y que sufren una mayor amenaza, se debe frenar su pérdida y emprender acciones de mejora y conservación para aumentar su calidad biológica. Existe controversia en relación a las medidas a tomar en las zonas riparias, ya que, aunque se sostiene que las transformaciones de uso público de los márgenes fluviales responden a una demanda social y económica, las actuaciones pasadas han afectado sensiblemente a los valores biológicos de la zona. Además, las limpiezas de los ríos de la ciudad que se realizan en la actualidad no son compatibles con su conservación, puesto que, al eliminar los restos de materia orgánica se está rompiendo el ciclo de materia del ecosistema.

Con relación a los bosques urbanos de carballeiras, la mayoría de los entrevistados los considera un monumento natural y se tiene la percepción de que los ciudadanos valoran estos bosques. Se observa que en la ciudad se realizan talas indiscriminadas que es necesario frenar,

proponiéndose como alternativa negociaciones con las entidades privadas que promueven la tala y la utilización de instrumentos de custodia del territorio. Por contra, para otros entrevistados, las carballeiras responden a un modelo económico y social rural del pasado, y sólo se trata de masas relictas poco relevantes.

En cuanto a los bosques periurbanos de producción forestal se cree que estas plantaciones forestales de pino –predominantemente- y eucalipto, constituyen una amenaza seria a la biodiversidad, aunque, por otra parte, se trata de extensas áreas que prestan importantes servicios ecosistémicos a la zona urbana.

La mayor parte de los entrevistados ve en los valores agrarios de la ciudad una potencialidad y, aunque el fomento de la agrodiversidad es prioritario, se asume que la agricultura intensiva periurbana puede amenazar los elementos biológicos de la zona. Para otros, sin embargo, la agricultura es una actividad rural poco compatible con los usos urbanos, y es difícil encajarla en el diseño y planificación urbana.

Se considera que los servicios de ecosistema que sirven a la ciudad se encuentran bajo gran presión ya que se está llevando a cabo una sobreexplotación de los recursos naturales por encima su capacidad de recuperación y regeneración. En cuanto a la calidad del agua del río Miño, muchos de los entrevistados coinciden en que la cuestión clave es el control de vertidos que realizan otras poblaciones. Estos vertidos proceden principalmente de actividades agrícolas, ganaderas e industriales que se desarrollan aguas arriba de la ciudad, una contaminación difusa que afecta a la calidad del agua a su paso por la ciudad. Por este motivo se demanda una depuración terciaria del agua en la estación de tratamiento de aguas residuales (EDAR).

Con respecto a las zonas verdes urbanas, existe una carencia importante de espacios libres y dotacionales, habiendo reducido drásticamente su peso dentro de la malla urbana, debido a la presión del crecimiento urbano y de las infraestructuras. Es esta fuerte presión, junto a la urbanización no ordenada, las que son identificadas como principales amenazas para la bio y la agrodiversidad, por lo que los entrevistados apuestan por un modelo urbanístico planificado que pueda ser compatible con la conservación ambiental.

En relación al diseño de las zonas verdes urbanas, éstas deben ser compactas e integrar el espacio verde y el espacio edificado. Se manifiesta una visión utilitaria de estos espacios, destacando que deben permitir un uso activo por parte de los ciudadanos. Se apuesta por las zonas verdes naturalizadas, que implican un menor gasto de mantenimiento y son una opción de diseño viable económica y ambientalmente, y se alerta del actual uso de especies exóticas —algunas invasoras— con fines ornamentales, lo que conlleva un grave peligro para la biodiversidad local. Por otra parte, es importante analizar y conocer los costes

ambientales y económicos de mantenimiento de las zonas verdes para optimizarlos, sin dejar de tener en cuenta su contribución estética o la accesibilidad y seguridad ciudadana.

Aunque hay opiniones contrarias a la viabilidad de una conexión entre los espacios verdes, por las dificultades técnicas y económicas que conlleva, en general la falta de conectividad de las zonas verdes es percibida como una debilidad importante para la conservación de la biodiversidad urbana y el establecimiento de corredores ambientales se contempla como una medida frente a la fragmentación existente. Resulta vital preservar el anillo verde periférico y la zona de O Carme puede funcionar a modo de cuña verde, que conecte el centro histórico con el río Miño. La conectividad ambiental del LIC Parga-Ladra-Támoga con el ZEPVN Miño Neira también es identificada como una necesidad.

La designación de nuevas figuras de protección como los espacios naturales de interés local que contempla la Ley 9/2011 de Conservación de la Naturaleza es una medida complementaria. Se proponen otras medidas como la reducción del impuesto sobre bienes inmuebles (IBI) para las parcelas de propiedad privada que conserven elementos de interés natural. También se tiene en cuenta que la negociación con los propietarios privados resulta clave para favorecer la conservación de la biodiversidad.

### 4.4. Zonificación ambiental

Para definir las líneas estratégicas del LBSAP resulta necesario conocer la distribución espacial de los diferentes valores ambientales con los que cuenta la ciudad. Las áreas con ecosistemas de mayor interés, como las zonas riparias o los parques, necesitan ser conectadas con otros espacios verdes para disminuir la fragmentación y el aislamiento poblacional. A este respecto, la ciudad de Lugo presenta una deficiencia de zonas verdes dentro de la trama urbana más densa, lo que dificulta la conectividad entre estos espacios con potencial ecológico. Sin embargo, la extensa superficie dedicada a actividades agrícolas y forestales en la periferia urbana puede contribuir a amortiguar las afecciones a las zonas de mayor calidad ambiental, funcionando a modo de cinturón verde que circunda la ciudad. Así, según su calidad ambiental, se establecen cuatro zonas en la ciudad, (Figura 3):

Zonas núcleo: Áreas verdes con valores ecológicos significativos que necesitan ser protegidas para mantener su biodiversidad. Entre ellas se encuentran las zonas de los ríos Miño y Rato-Fervedoira, el Parque de Rosalía de Castro, el Parque dos Paxariños y el Parque da Milagrosa.

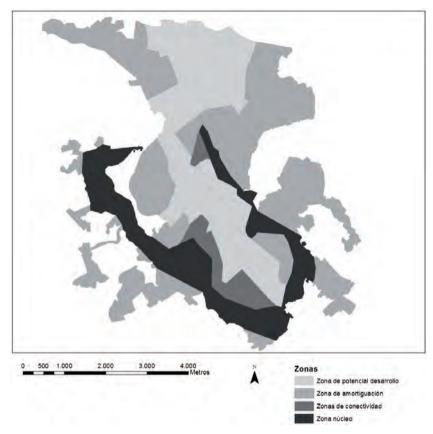


Figura 3. Zonificación ambiental para la conservación de la biodiversidad.

- Zona de conectividad: Unidad que sirve para conectar espacios verdes a la vez que limita la expansión urbana. La zona de O Carme sirve como conexión entre el centro histórico de la ciudad, que tiene potencialidades para el desarrollo de nuevos espacios verdes, y la zona núcleo al sur de la ciudad.
- Zonas de amortiguación: Áreas en las que se puede establecer un compromiso entre el desarrollo urbano y la protección y gestión de la biodiversidad. Se encuentran rodeando las áreas núcleo o contienen bosques y cultivos o pasto.
- Zonas de potencial desarrollo: Áreas en las que es prioritario el establecimiento de nuevos espacios verdes. Las zonas central y norte de la ciudad tienen potencialidades para la implantación de nuevos espacios para el disfrute recreacional y cultural de los vecinos de esos barrios.

# 4.5. Estrategia de biodiversidad local para la ciudad de Lugo

### Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades ambientales

Para definir las líneas estratégicas, los objetivos y las actuaciones del LBSAP, debe integrarse el conocimiento derivado del diagnóstico técnico, la zonificación de las áreas verdes y la percepción y conocimientos de los actores implicados en el proceso. Así, se han tenido en cuenta los factores que afectan externamente, las amenazas y oportunidades para la biodiversidad local, e internamente, según las debilidades y fortalezas propias. De esta forma, la Tabla 4 sintetiza las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades ambientales para la biodiversidad de la ciudad, agrupadas en una matriz DAFO, que constituye el material de partida para definir las líneas estratégicas ambientales.

## Líneas estratégicas, objetivos y medidas

Las líneas estratégicas definidas son el resultado del estudio interdisciplinario y del diálogo con los actores implicados a través del proceso participativo. Estas líneas forman parte del marco ambiental de la estrategia, que incluye también un marco de gobernanza y legal, un marco social y un marco económico. Para cada una de ellas se establecen objetivos, para los que se propone una serie de medidas de actuación.

Línea estratégica A. Una ciudad respetuosa con los ecosistemas, hábitats, y especies que alberga.

Objetivo 1. Promover una gestión sostenible de los parques y jardines.

Medida 1.1. Fomentar un ajardinamiento que requiera menos podas y renovaciones de plantas menos frecuentes, así como un menor consumo de energía y agua.

Medida 1.2. Favorecer el reciclaje de la materia orgánica procedente de las podas y el mantenimiento de los jardines y parques, para que pueda ser usado como abono.

Medida 1.3. Realizar una adecuada limpieza y mantenimiento de la muralla romana, teniendo especial cuidado con las especies vegetales de interés que allí se desarrollan y con los períodos de nidificación de las aves que ésta alberga.

Medida 1.4. Evitar el uso de especies invasoras con fines ornamentales.

Medida 1.5. Promover la sustitución de especies ornamentales alóctonas de jardines por variedades autóctonas, exceptuando aquellas especies botánicas de carácter emblemático.

Tabla 4. Debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades ambientales para la conservación de la biodiversidad.

Especies ornamentales alóctonas en parques y jardines Especies ornamentales alóctonas en parques y jardines Enfermedad de los ameneiros (Alnus glutinosa) provocada por Phytoptora alni Especies ornamentales alóctonas en parques y jardines Actuaciones en ecosistemas riparios asociadas a transformaciones de uso público de los márgenes Limpieza de los ríos no compatible con la conservación del ecosistema ripario Carencia de zonas verdes en la malla urbana Falta de integración y conectividad de las zonas verdes Diseño de espacios verdes artificializados Presencia de especies catalogadas Grassuranos excelsior y carballeiras galaico-portugesas con Quercus robur y Quercus pyrenaica Presencia de ecosistemas urbanos diversos Bosques urbanos y periurbanos con importancia ambiental y recreacional Gran superfície de áreas cultivadas y pasto Gestión activa y sostenible de recursos naturales cerca de la ciudad: Montes Vecinales y en Mano Común y cotos de caza y pesca Existencia de un anillo verde periférico La zona de O Carme puede funcionar como cuña verde
--

- Objetivo 2. Frenar la pérdida de los hábitats bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (hábitat prioritario de la Directiva Hábitats) y carballeiras galaico-portuguesas con *Quercus robur* y *Quercus pirenaica*.
  - Medida 2.1. Repoblar con freixo (*Fraxinus excelsior*) en zonas puntuales en las que la erosión es elevada, debido a la desaparición de los ameneiros (*Alnus glutinosa*) que se encuentran afectados por el hongo *Phytoptora alni*.
  - Medida 2.2. Adoptar las adecuadas medidas de limpieza y mantenimiento para evitar el contagio de la enfermedad del ameneiro.
  - Medida 2.3. Evitar que los árboles muertos o derribados en los bosques aluviales sean eliminados, para favorecer el reciclaje de materia orgánica.
  - Medida 2.4. Evitar las talas de carballeiras, por la importancia ambiental y cultural que presenta este hábitat en la ciudad.
- Objetivo 3. Favorecer la conservación de las especies incluidas en el Catálogo Gallego de Especies Amenazadas presentes en la ciudad.
  - Medida 3.1. Impulsar los planes de recuperación de las especies en peligro de extinción.
  - Medida 3.2. Impulsar los planes de conservación de las especies catalogadas como vulnerables.
  - Medida 3.3. Localizar las poblaciones de estas especies amenazadas y exclusivas para evitar la alteración de sus hábitats.
- Objetivo 4. Controlar las especies invasoras presentes en la ciudad que amenacen la diversidad biológica nativa.
  - Medida 4.1. Establecer un plan de vigilancia y erradicación local que contemple acciones específicas para el control de las especies invasoras con mayor índice de peligrosidad presentes en la ciudad, como *Azolla filiculoides* (helecho de auga) y *Procambarus clarkii* (cangrejo americano).
  - Medida 4.2. Abordar la gestión de las especies exóticas invasoras de una forma integral, coordinando este plan local con el plan gallego de especies exóticas invasoras, que se encuentra en elaboración.

Línea estratégica B. Una ciudad con nuevos espacios de conservación.

*Objetivo 5*. Mejorar la conectividad y ampliar las zonas verdes existentes en la ciudad, para contrarrestar la fragmentación de estos espacios.

Medida 5.1. Crear cuñas verdes en zonas que representen un punto clave de biodiversidad (zona de O Carme).

Medida 5.2. Mantener el anillo verde periurbano, preservándolo del crecimiento urbanístico.

Objetivo 6. Proteger zonas de propiedad pública que contienen valores naturales de especial interés.

Medida 6.1. Impulsar la creación de espacios naturales de interés local en la ciudad que por sus características sean merecedores de la protección de sus valores naturales.

Objetivo 7. Proteger áreas privadas de interés ambiental.

Medida 7.1. Inventariar los patios verdes y las huertas privadas de la ciudad para crear un plan de conservación de espacios verdes privados.

Medida 7.2. Promover la figura de Espacios privados de interés local que contempla la Ley 9/2011 de Conservación de la Naturaleza.

Medida 7.3. Impulsar acuerdos de custodia del territorio entre propietarios de parcelas con interés ambiental y la entidad de custodia, con la ayuda de la administración local.

Medida 7.4. Reducir el impuesto sobre bienes inmuebles para los propietarios que conserven los valores naturales existentes en su parcela.

Objetivo 8. Conectar la Zona de Especial Protección de los Valores Naturales (ZEPVN) Miño-Neira y el Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) Parga-Ladra-Támoga.

Medida 8.1. Evaluar los distintos instrumentos que contempla la Ley 9/2011 de Conservación de la Naturaleza para proteger esa zona.

Objetivo 9. Restaurar las zonas verdes en las que la gestión no haya conservado sus valores naturales.

Medida 9.1. Restaurar áreas en las que se han creado zonas verdes artificiales como consecuencia del desarrollo urbanístico, reponiendo las especies autóctonas que naturalmente se distribuían en estos ámbitos. La zona de San Fiz y el Parque de la Fábrica de la luz, entre otras, deberían ser alguna de las propuestas de restauración.

**Línea estratégica C**. Una ciudad comprometida con el uso racional de sus recursos naturales.

*Objetivo 10*. Incentivar una gestión activa de los recursos forestales, cinegéticos y piscícolas en la zona urbana y periurbana.

Medida 10.1. Promover la concesión de ayudas a la gestión activa y sostenible de los Montes Vecinales en Mano Común (MVMC) periurbanos.

Medida 10.2. Fomentar las ayudas para aquellas asociaciones de caza y pesca que lleven a cabo prácticas de conservación de la naturaleza en la zona periurbana.

*Objetivo 11*. Generar unidades de producción local de alimentos de forma que se acorten los ciclos desde que se producen hasta que se consumen, aumentando la seguridad alimentaria.

Medida 11.1. Impulsar las huertas urbanas a través del arrendamiento de parcelas abandonadas.

Medida 11.2. Promover la implantación temporal de huertos urbanos en los espacios en los que está prevista la urbanización.

Medida 11.3. Reducir el Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) a los propietarios que destinen parcelas al arrendamiento para huertas urbanas.

Medida 11.4. Fomentar la compra de parcelas con potencial para la agricultura urbana por parte de la administración para aumentar la oferta.

Medida 11.5. Garantizar la disponibilidad de las infraestructuras necesarias para el desarrollo de la agricultura urbana (suministro de agua y accesos).

*Objetivo 12*. Conservar las variedades agrícolas locales en la zona urbana y periurbana de Lugo y fomentar su consumo en la ciudad.

Medida 12.1. Fomentar las prácticas agrarias sostenibles con programas agroambientales que incentiven el cooperativismo y otras formas de organización.

Medida 12.2. Impulsar la creación de una marca de calidad diferenciada de los productos agrícolas de interés local producidos de forma tradicional.

Medida 12.3. Fomentar políticas comerciales que promuevan canales de compra directa a los agricultores en la ciudad (economatos, mercado local).

Objetivo 13. Minimizar la impermeabilización del suelo para favorecer la infiltración de agua (reducción de picos de tormenta y volumen de agua de la depuradora), regular el microclima (reducción del efecto isla de calor), purificar el aire (aumento de la fijación de CO<sub>2</sub>) y reducir el ruido.

Medida 13.1. Fomentar la utilización de los tejados verdes en espacios públicos.

Medida 13.2. Incentivar que en los espacios colectivos de las nuevas construcciones se utilice un pavimento permeable, promoviendo el uso de materiales naturales y el ajardinamiento.

Medida 13.3. Potenciar el ajardinamiento de las medianeras y la plantación de árboles en alcorques.

Medida 13.4. Promover la infiltración del agua de lluvia en el suelo con la implantación de cuencas de retención, jardines de lluvia o pozos de infiltración.

Objetivo 14. Aprovechar de forma sostenible los recursos de agua infrautilizados de la ciudad.

Medida 14.1. Realizar un inventario de manantiales subterráneos y fuentes de agua natural en la zona urbana y periurbana.

Medida 14.2. Realizar acciones de revaloración y restauración de las fuentes naturales de agua existente en la ciudad.

Medida 14.3. Utilizar el agua de los manantiales para el riego de parques y jardines y la agricultura urbana.

# 5. Conclusiones

La biodiversidad en la ciudad de Lugo presenta numerosas potencialidades, como la existencia de figuras de protección de espacios naturales periurbanos, la presencia de especies catalogadas y de interés y de hábitats prioritarios de la Directiva Hábitats, así como de un cinturón con actividad agraria y forestal que circunda la ciudad. Además, las posibilidades en relación al establecimiento de zonas de amortiguación y conectividad entre las áreas con mayor valor ecológico, pueden contribuir a la mejor conservación de sus recursos ambientales. Por el contrario, la escasez de zonas verdes en el interior de la trama urbana y la presión del desarrollo urbanístico y de infraestructuras en los últimos decenios -causante de dicha carencia-, constituye el mayor escollo para el mantenimiento de un estado de conservación favorable de los valores naturales.

El plan estratégico permite formular objetivos y medidas de acción para la gestión y conservación de los valores naturales que sean coherentes con la realidad local, y la falta de información científica relativa a la biodiversidad urbana es un obstáculo considerable. Por otro lado, la gestión de la biodiversidad urbana no es una cuestión que pueda resolverse exclusivamente con la acumulación y posterior interpretación del conocimiento científico, ya que la complejidad en la implantación de las medidas de conservación lo impide. La integración de percepciones,

actitudes, intereses y expectativas heterogéneas a través de un proceso participativo y el carácter interdisciplinario del equipo de trabajo del LBSAP permiten la formulación y el desarrollo de una visión compartida del tema, lo que favorece la propuesta de alternativas viables de conservación de la biodiversidad y su futura implantación. El desarrollo de procesos participativos en la ciudad de Lugo es una cuestión innovadora que tiene un alto coste en tiempo y en esfuerzo. Sin embargo, estos costes pueden considerarse una inversión a largo plazo pues, aparte de una mejor formulación de la cuestión y de la búsqueda y aceptación de las soluciones, el proceso permite obtener beneficios como el aprendizaje mutuo de los participantes, el establecimiento de vínculos de comunicación entre los investigadores, los políticos y los ciudadanos, para definir prioridades de conservación y restauración de la biodiversidad en la ciudad, y el consenso de una visión común del problema. Por último, pese a sus ventajas, un proceso participativo resulta complejo, pues los beneficios son difíciles de cuantificar y sólo son visibles a largo plazo. Sin embargo, es difícil imaginar una metodología alternativa que permita avanzar más en la implantación de un plan estratégico. A este respecto, Beck (1996) señala que "los pasos colectivos podrán darse a ciegas, pero, al menos, serán fruto del acuerdo y el establecimiento racional de prioridades".

# Bibliografía

Alberti M. 1999. Modeling the urban ecosystem: A conceptual framework. *Environment and Planning* B 26: 605–630.

Alvey, A.A. 2006. Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry and Urban Greening* 5: 195–201.

Araújo, M.B. 2003. The coincidence of people and biodiversity in Europe. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 12: 5–12.

Beck, U. 1996. Risk society and the provident state. En Lash, S.; Szerzynski, B.; Wynne, B. (eds.). *Risk, environment and modernity. Towards a new ecology.* Londres: Sage.

Bolund, P., Hunhammar, S. 1999. Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Econ.* 29:293–301

CBD COP, 2010. Plan of Action on Subnational Governments, Cities and Other Local Authorities for Biodiversity. Convention on Biological Diversity Conference of the Parties. Disponible en línea en http://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-10/in-session/cop-10-l-23-en.doc.

Concello de Lugo. 2009. *Plan General de Ordenación Municipal de Lugo*. Tomo VII. Estudio Medioambiental. Lugo:Concello de Lugo.

CMA (Consellería de Medio Ambiente) 2008. Plan gallego de ordenación de los recursos piscícolas y ecosistemas acuáticos continentales. Santiago de Compostela: Xunta de Galicia.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, S., Farberk, M., Grasso, B., Hannon, K., Limburg, S., Naeem, R.V., O'Neill, J., Paruelo, R.G., Raskin, P., Sutton, S., y van den Belt. M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253-260.

Deelstra, T. & Girardet, H. 2000. Urban agriculture and sustainable cities. En N. Bakker et al., (eds.) *Growing cities, growing food. Urban agriculture on the policy agenda*. Feldafing (Germany): Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE). pp. 43-66.

Dirección Xeral de Conservación da natureza. 2012a. *Especies de interés*. Consellería do Medio Rural e do Mar. Xunta de Galicia. Disponible desde Internet en: http://www.medioruralemar.xunta.es/

Dirección Xeral de Conservación da Natureza. 2012b. *Material divulgativo del Plan Galego de Especies Exóticas Invasoras. Fichas de Especies invasoras en Galicia. Caranguexos de río exóticos.* Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvenmento sostible. Xunta de Galicia.

Goddard M.A., Dougill A.J., Benton, T.G. 2009. Scaling up from gardens: biodiversity conservation in urban environments. *Trends. Ecol. Evol.* 25:90–98

Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L.,

Wu, J., Bai, X. and Briggs, J.Ml. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* 319, 756-760.

Guadagno, L., Depietri Y., Fra, U. 2013. Urban disaster risk reduction and ecosystem services. En F. G. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella. The role of ecosystems in disaster risk reducton. Tokyo: United Nations University Pess. pp. 349-415

Hansen, A.J., Knight, R.L., Marzluff, J.M., Powell, S., Brown, K., Gude, P.H., Jones, K. 2005. Effects of exurban development on biodiversity: patterns, mechanisms, and research needs. *Ecological Applications*, 15: 1893-1905.

Hill, T. y Westbrook, R. 1997. SWOT analysis: It's time for a product recall. *Long Range Planning* 30 (1): 46–52.

Isasi-Catalá, E. 2011. Los conceptos de especies indicadoras, paraguas, banderas y claves: su uso y abuso en ecología de conservación. *Interciencia*, 36(1): 31-38.

Löfvenhaft, K., Bjorn, C. and Ihse, M. 2002. Biotope patterns in urban areas: A conceptual model integrating biodiversity issues in spatial planning. *Landscape and Urban Planning*, 58: 223–240.

MA. 2005. *Ecosystems and human wellbeing. Current state and trends.* Vol. 1, Washington, D.C.: Island Press.

McDonnell, M.J., Pickett, S.T.A., (eds.). 1993. Humans as components of ecosystems: The ecology of subtle human effects and populated areas. New York: Springer-Verlag.

McPherson, E., Nowak, D., Rowntree, R. (eds.) 1994. Chicago's urban forest ecosystem: Results of the Chicago Urban Forest Climate Project. *Gen. Tech. Rep.* NE-186. Radnor, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station.

Niemelä, J. 1999. Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119-131

OAPN (Organismo autónomo de Parques Nacionales). 2009. *Catálogo de experiencias demostrativas en las Reservas de Biosfera españolas*. Ministerio de Medio Ambiente, Medio rural y marino.

Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., Grove, J.M., Nilon, C.H., Pouyat, R.V., Zipperer, W.C., and Costanza, R. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical, and socio-economic components of metropolitan areas. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 32:127–57.

Puppim de Oliveira, J.A., Balaban, O. Doll, C.N.H., Moreno-Penaranda, R., Gasparatos, A., Iossifova, D. and Suwa, A. 2011. Cities, Biodiversity and Governance: Perspectives and Governance Challenges for the Convention on Biological Diversity at the City Level. *Biological Conservation* 144(5): 1302–1313.

Ramil, P., Freire, J.A. & Santamarina, J. (Coor.). 2008a. *Sistema de Información Territorial da Biodiversidade de Galicia (SITEB)*. Recurso en línea: http://inspire.xunta.es/siteb/acceso.php. Xunta de Galicia.

Ramil, P., Rodríguez, M.A., Hinojo, B.A., Rodríguez, P.M., Ferreiro, J.; Rubinos, M., Gómez-Orellana, L., de Nóvoa, B., Díaz, R.A., Martínez, S. & Cillero, C. 2008b. *Os hábitats de interese comunitario en Galicia. Descrición e valoración territorial.* Lugo: Universidade de Santiago de Compostela.

Savard, J.P.L., Clergeau, P., Mennechez, G. 2000. Biodiversity concepts and urban ecosystems. *Landscape and Urban Planning* 48: 131–142.

UNU-IAS. 2012a. Estrategias de biodiversidad local y planes de acción LBSAP. Guía (borrador). Yokohama: UNU-IAS, ICLEI, CBD (eds.).

UNU-IAS. 2012b. Estrategias de biodiversidad local y planes de acción (LBSAP). Estudio general para testar LBSAPs. Yokohama: UNU-IAS, ICLEI, CBD.

# Estudio multitemporal de la superficie ocupada para la cría de camarón en el Golfo de Fonseca, Honduras

Oscar Juela Sivisaca<sup>29a</sup>, Eduardo Corbelle Rico<sup>b</sup>, Miguel Cordero Souto<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Centro Integrado de Geomática Ambiental, Universidad Nacional de Loja

#### Resumen

En la década de 1970 se inició en el Golfo de Fonseca uno de los procesos más productivos para la economía de Honduras, pero que al mismo tiempo ha resultado ser uno de los procesos más destructivos para los bosques de manglar y otros usos del suelo: la cría de camarón en humedales costeros. En 1986 la transformación de humedales a camaroneras se estaba tornando en un problema serio para la conservación de estos ecosistemas, y hacia 2011 la superficie ocupada por camaroneras se había extendido de manera considerable. En este trabajo se emplearon imágenes satelitales (Landsat 5) del periodo comprendido entre 1986 y 2011 para determinar los principales cambios de uso del suelo asociados a la cría de camarón en el municipio hondureño de Choluteca. Mediante este análisis se logró determinar cómo el avance de la industria camaronera ha producido un cambio significativo sobre el manglar y otros humedales, ocasionando la pérdida de gran parte de su cobertura a lo largo de los años: se determinó que existían 11.415 ha de manglar y 638 ha de camaroneras en 1986, mientras que en 2011 se registraron alrededor de 8.166 ha de manglar y 9.277 ha de camaroneras. La industria camaronera también se ha expandido sobre áreas declaradas como protegidas, pero los resultados muestran que el paso de manglares a camaroneras no se produce de modo directo, sino que forma parte de un proceso que pasa primero de manglar a playón, y después a estangues de cría de camarón.

#### **Abstract**

In the 1970s it was launched one of the most productive processes for the economy of Honduras in the Gulf of Fonseca, but at the same time it turned out to be very destructive for mangrove forests and other land uses: shrimp farming in coastal wetlands. In 1986 the transformation of wetlands to shrimp was becoming a serious problem for the conservation of these ecosystems and in 2011 the area occupied by shrimp had spread considerably. In this work we used satellite images (Landsat 5) from 1986 to 2011 in order to determine land-use changes

٠

<sup>&</sup>lt;sup>b</sup> Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidade de Santiago de Compostela

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> e-mail: oscarjuela@hotmail.com

associated with breeding shrimp in the Honduran town of Choluteca. This analysis helped to determine how the advance of the shrimp industry has produced a significant change on mangrove and other wetlands, resulting in the loss of much of its coverage over the years: there were 11.415 hectares of mangrove and 638 hectares of shrimp in 1986, while in 2011 were around 8.166 hectares of mangrove and 9.277 hectares of shrimp. The shrimp industry has also expanded on areas declared as protected, but the results show that the transition from mangroves to shrimp does not occur directly, but as a process from mangrove to playon, and then shrimp breeding ponds.

# 1. Introducción

En las costas del Golfo de Fonseca (situado en la costa del Océano Pacífico de América Central), como en muchas zonas costeras tropicales y subtropicales, la cría de camarón es una actividad que aumentó considerablemente durante las últimas décadas. A menudo esta actividad se ha realizado sin control del estado de Honduras, aunque se ha visto favorecida por las políticas que fomentan la exportación del camarón (FAO, 2000).

Este proceso ha producido un intenso debate no sólo sobre los beneficios económicos sino también sobre el alcance y la intensidad del impacto de esta actividad sobre los ecosistemas costeros, en particular los efectos de la construcción de estanques en las zonas de manglares y otros humedales, situación que se ve representada en la producción. Berlanga-Robles et al. (2011) indican que en los humedales costeros de la costa norte de Sinaloa, México, la producción anual de camarón aumentó de 213.600 t, con un valor de mil millones de dólares en 1985, a 3.399.105 t, con un valor de 14 mil millones de dólares en 2011. De esta manera la industria camaronera se convirtió en un negocio muy rentable, lo que favoreció que, con el paso del tiempo, fuese ocupando tierras agrícolas, manglares y humedales.

La cría de camarón no sólo es un problema ambiental en Honduras: Alonso-Pérez et al. (2003) sostienen que la construcción de estanques para la cría de camarón en las zonas costeras son la principal causa de la reducción de manglares en todo el mundo, causando de esta manera muchos otros impactos negativos tanto ambientales como sociales en estos ecosistemas. Esta explotación se caracteriza por el rápido agotamiento de los terrenos donde se asienta, lo que obliga a mudar de zona y ocupar nuevos terrenos en las zonas de manglar y humedales. De acuerdo con la FAO (2005), "en Honduras en el año de 1965 existían alrededor de 297,8 miles de ha de manglar, para el año 2001 había 54,3 miles de ha de manglar", contabilizándose una pérdida de este ecosistema de 243,5 mil ha de manglar (83%), superficie que pasó a ser ocupada por la industria camaronera.

Este estudio tratará de demostrar cómo las formaciones de manglar y otros humedales se han visto muy perturbados durante las últimas

décadas. Estos ecosistemas son una fuente de materia orgánica que aumenta la productividad costera, hacen de filtro para sólidos en suspensión, son una barrera física contra las tormentas tropicales, y son áreas importantes de cría y hábitat para una gran variedad de especies (Alonso-Pérez et al., 2003).

A menudo las principales causas de transformación de los ambientes costeros están relacionadas con las actividades de la numerosa población que se encuentra habitando en estas áreas. Entre las actividades con efectos negativos para el medio ambiente asociadas a la actividad de la industria camaronera están la construcción de estanques para la cría de camarón, las actividades de recolección de larvas de camarón poco tecnificadas (que afectan también a otras especies), o el uso de productos químicos utilizados en las piscinas y que acaban finalmente en las aguas superficiales.

En este trabajo se realiza un seguimiento de la evolución de la superficie dedicada a la cría de camarón en un municipio costero de Honduras entre 1986 y 2011. Ante la ausencia de registros históricos del uso del suelo, recurrimos a imágenes tomadas por sensores a bordo del satélite Landsat. Estas imágenes fueron sometidas a un proceso de clasificación automática ("proceso de obtención de un mapa temático a partir de una imagen remota", Schowengerdt, 2007), y los mapas resultantes fueron comparados para realizar un seguimiento del área de camaroneras. Al mismo tiempo, este trabajo está encaminado a determinar sobre qué tipo de cubierta se expandieron las áreas de cultivo y cuál fue la variación de las áreas de manglar en el mismo período.

# 2. Materiales y métodos

#### 2.1. Área de estudio

El área de estudio en la que se desarrolló este trabajo comprende las áreas costeras del municipio hondureño de Choluteca, situado en el Golfo de Fonseca (Figuras 1 y 2). Esta área abarca una superficie de 40.955 ha, e incluye varias áreas naturales protegidas (declaradas mediante Decreto Legislativo Nº 5-99-E, de 20 de Enero de 2000) con una superficie de 21.559,8 ha. El área está rodeada por manglares, lo que la hace propicia para la cría de camarón.

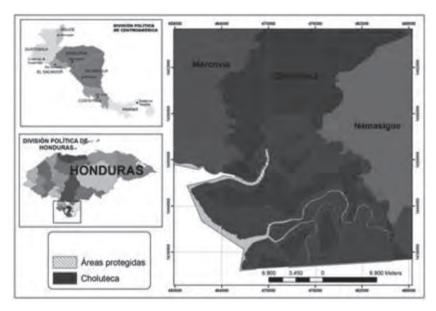
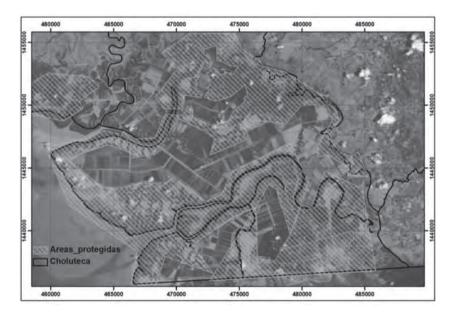


Figura 2. División política de Honduras y ubicación del Municipio de Choluteca.



 $\begin{tabular}{ll} {\bf Figura~3.~\'Area~de~estudio~y~localizaci\'on~de~las~\'areas~naturales~protegidas.~Fuente:} \\ {\bf Imagen~Landsat~a\~no~2007.} \end{tabular}$ 

#### 2.2. Materiales

Como herramienta de procesamiento de las imágenes de satélite se utilizó el sistema de información geográfica libre GRASS (GRASS Development Team, 2012). También se utilizó la interfaz gráfica de Quantum GIS<sup>30</sup> para la realización de los mapas temáticos, justificado por tratase de un software libre así como por sus funciones y facilidad de manipulación que dispone.

Las imágenes satelitales del sensor TM (Thematic Mapper) a bordo de Landsat 5 fueron descargadas de Global Visualization Viewer de USGS<sup>31</sup>, con un nivel de corrección 1<sup>32</sup> y una resolución espacial de 30×30 metros, excepto en el caso de la banda 6 que posee un píxel de 120 m. Cada imagen cubre un área de 185×185 km.

Las imágenes corresponden a fechas a partir de las cuales se produjo una expansión de las camaroneras, tomando una o dos imágenes de los años 1986, 1993, 1999, 2007 y 2011. Se procuró que las imágenes representasen de manera adecuada la realidad del territorio, tratando de que estuvieran libres de nubes, y utilizando imágenes diferentes para la época seca y la época húmeda (estaciones propias del clima tropical imperante en la zona de trabajo).

<b>Tabla 6</b> . Fechas de las imá	enes Landsat	utilizadas en	el análisis.
------------------------------------	--------------	---------------	--------------

Nº	Estación seca	Estación húmeda
1	08/03/1986	
2		14/07/1986
3	11/03/1993	
4		05/10/1993
5	08/02/1999	
6		19/08/1999
7	-	
8		10/09/2007
9	08/01/2011	
10		14/04/2011

31 http://glovis.usgs.gov/

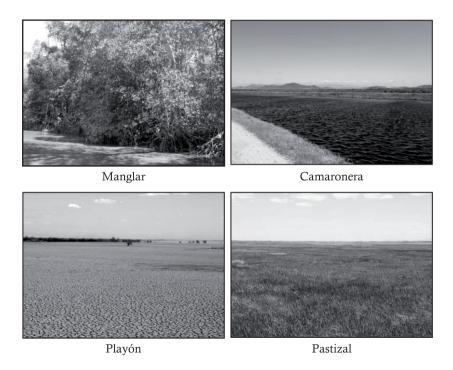
<sup>30</sup> http://qgis.org/

<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> Corrección radiométrica y geométrica, utilizando puntos de control terrestre (GCPs) para mejorar la precisión. La precisión de la imagen depende de la disponibilidad de GCP locales.

# 2.3. Métodos

# 2.3.1. Toma de información de campo

La información de campo (puntos GPS de los sitios de interés, fotografías, y descripción de las características de la cubierta vegetal), recopilada en colaboración con los representantes de la ONG CODDEFFAGOLF<sup>33</sup>, permitió contar con una referencia adecuada para la fase de entrenamiento de la clasificación, así como para la validación posterior de los resultados. En conjunto, se dispuso de 38 puntos GPS tomados en campo, distribuidos uniformemente por la zona de estudio así como en cada tipo de usos del suelo: manglar, playón, pastizal y camaroneras.



**Figura 4**. Usos del suelo en el Golfo de Fonseca, Municipio de Choluteca. Fuente: Álvaro Trillo.

٠

<sup>33</sup> Comité para la Defensa y Desarrollo de la Flora y Fauna del Golfo de Fonseca

# Clasificación

Con la información recogida en el campo se delimitaron las áreas de entrenamiento necesarias para realizar una clasificación supervisada. Las clases consideradas para la clasificación figuran en la Tabla 1. La definición de las áreas de entrenamiento se realizó de manera manual, escogiendo las mejores áreas según los puntos tomados en campo. Éstas fueron utilizadas luego como muestras para generar el archivo de respuesta espectral de cada clase que, a su vez, permitió realizar la clasificación.

Número	Uso del suelo	Código
1	Manglar	1
2	Camaronera	2

3

Pastizal 1

Playón

3

4

Tabla 7. Códigos de usos del suelo utilizados en la clasificación.

Para cada período se definieron áreas de entrenamiento en función de los primeros puntos GPS. As se contó con una gama de puntos distribuidos por el área de estudio en diferentes períodos y uso del suelo. Las áreas de entrenamiento correspondientes a 1986 a 2007 se definieron sobre una composición de la imagen en color real (321 RGB), buscando localizaciones cercanas y similares a las definidas en campo para 2012, lo que puede suponer una ligera variación en los resultados obtenidos.

El algoritmo de clasificación empleado fue el sequential maximum a posteriori (SMAP) estimation (Bouman y Shapiro, 1994) disponible en GRASS a través del módulo i.smap. Tanto la fase de entrenamiento como la de clasificación se realizaron conjuntamente sobre las 14 bandas espectrales resultantes de emplear al mismo tiempo imágenes de época húmeda y época seca.

#### Verificación de resultados

La calidad final de los resultados de la clasificación de las imágenes fue evaluada por el procedimiento de matriz de confusión (Chuvieco, 2008), para lo cual se tomó un conjunto de 40 puntos, repartidos de modo aleatorio en cada una de las clases. El proceso de asignación de la 'verdad terreno' a cada una de las observaciones de comprobación se realizó de manera manual, y los valores obtenidos se compararon con los resultados de cada clasificación.

# 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Fiabilidad de las clasificaciones

El grado de fiabilidad global de las clasificaciones desde 1986 hasta 1993 -sea en época seca o húmeda- es de alrededor del 73%. Este valor es bajo en este tipo de clasificaciones, debido a que en este proceso se pueden obtener resultados con una fiabilidad por encima del 80% (Riaño, 2000). Estos valores podrían mejorarse mediante la utilización de otro algoritmo de clasificación, con información de las distintas clases (puntos GPS, fotografías), o con información de campo correspondiente a cada uno de los periodos analizados. Las imágenes clasificadas desde 1999 hasta 2011 tienen un grado de fiabilidad del 80%, lo cual nos permite tener una mayor fiabilidad de los resultados. Las cubiertas de interés de manglar y camaroneras presentan una fiabilidad aceptable -en promedio 80%-, tanto de productor como de usuario en todas las clasificaciones realizadas.

#### 3.2. Resultados

En la Figura 4 se puede apreciar la diferencia entre una imagen Landsat original y una imagen Landsat clasificada de 2011, en la cual se puede observar el resultado del algoritmo de clasificación SMAP, así como determinar de manera visual la fiabilidad de la clasificación. Las áreas de cría de camarón aparecen en la figura en tonos grises y con formas regulares.

Los resultados del proceso de clasificación de las imágenes satelitales permiten verificar el avance de la industria camaronera, lo que ha dado lugar a un cambio significativo del manglar y de otros humedales, ocasionando la pérdida de gran parte de su cobertura a lo largo del tiempo (Tabla 3). La industria camaronera también se ha expandió sobre áreas declaradas como áreas protegidas (Tabla 4 y Figuras 5 y 6), ocasionando la destrucción de gran parte de los manglares y humedales, así como también la pérdida de hábitats de especies en peligro de extinción.

Tabla 8. Evolución de la cubierta por año/estación (manglar, camaronera)											
	Año	Área de manglar (ha)	Área de camaronera (ha)								
	1986	10.415	638								

 Año
 Area de manglar (ha)
 Area de camaronera (ha)

 1986
 10.415
 638

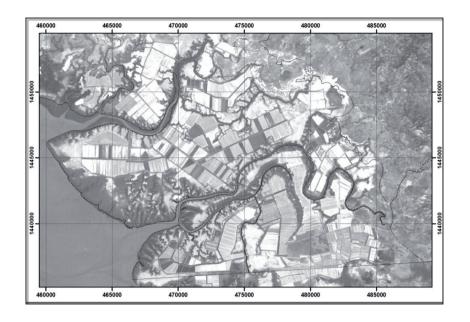
 1993
 12.693
 7.304

 1999
 5.833
 8.593

 2007 \*
 5.265
 11.717

 2011
 8.166
 9.277

<sup>\*</sup> Datos procedentes en exclusiva de imágenes de época húmeda.



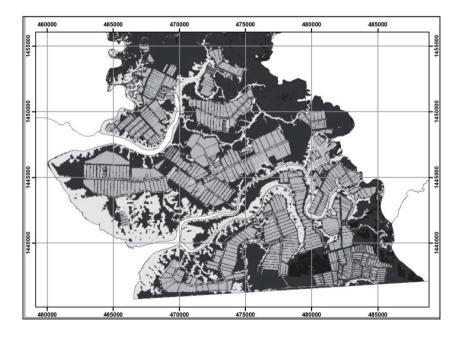


Figura 5. Imagen Landsat (a) e imagen clasificada (b) de 2011.

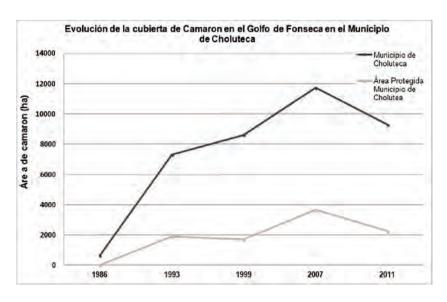


Figura 6. Evolución del área ocupada por camaroneras.

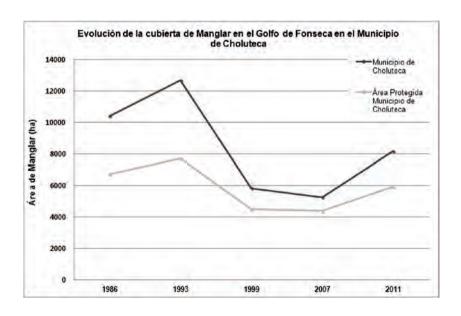


Figura 7. Evolución del área ocupada por manglar.

1 0											
Año	Área de manglar (ha)	Área de camaronera (ha)									
1986	6.732	28									
1993	7.731	1.889									
1999	4.504	1.715									
2007*	4.386	3.661									
2011	5.926	2.248									

**Tabla 9**. Evolución anual de la cubierta (manglar, camaronera) en el área protegida.

El incremento de la superficie ocupada por camaroneras no sólo se produjo a costa de las áreas de manglar. Mientras que un 5,5% de la superficie de manglar en 1986 pasó a ser camaronera en 2011, la expansión de las camaroneras se produjo principalmente sobre las áreas de playón, ya que el 26,4% de la superficie de playón en 1986 pasa a ser camaronera en 2011. Al tratarse de humedales también son afectados por la destrucción mediante procesos de salinización. Una de las cubiertas que más superficie perdió en el período de análisis fueron los playones. Su disminución a lo largo del tiempo ha sido muy importante a pesar de que estos humedales forman parte del área protegida.

En la clasificación de 2007 hay una desviación en la tendencia con relación a los años anteriores. Esto se debe a que este año fue muy lluvioso, por lo que los resultados pueden estar influidos por las inundaciones provocadas por el fenómeno del Niño de ese año (Asociación de Organismos no Gubernamentales, 2009). Así se observa que en este período el área de camaroneras aumenta de manera significativa, provocando al mismo tiempo que el área de manglar disminuya. Esto lleva a pensar que en 2011 se produjo una recuperación de humedales, lo que en realidad no se estaba produciendo.

La Figura 7 muestra que la extensión de camaroneras en 1986 era muy baja, a pesar que las empresas camaroneras empezaron con sus explotaciones en los años 70. Conforme fue aumentando la demanda de camarón a nivel mundial, aquéllas se fueron expandiendo para abastecer los mercados, causando al mismo tiempo un gran impacto ambiental sobre los manglares y humedales.

Contrastando las Figuras 7 y 8 podemos observar que la expansión de las camaroneras se ha producido durante todo el período de análisis. Se puede observar cómo algunos manglares han disminuido su extensión así como otros humedales han desaparecido por completo, causando un gran impacto tanto social como ambiental a las poblaciones que se asientan o viven de estos sistemas productivos.

<sup>\*</sup> Datos procedentes en exclusiva de imágenes de época húmeda.

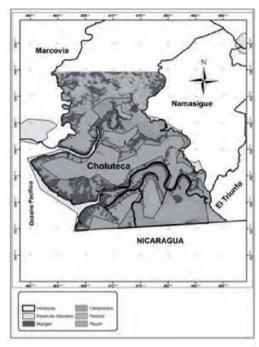


Figura 7. Clasificación de los usos del suelo en la época seca de 1986.

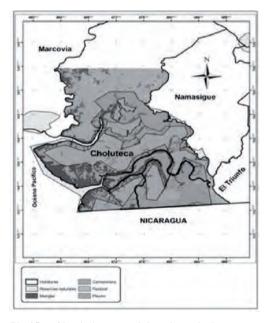


Figura 8. Clasificación de los usos del suelo en la época seca de 2011.

#### 4. Conclusiones

Los resultados de las imágenes clasificadas ilustran lo que ha estado sucediendo en el Golfo de Fonseca a lo largo de estos años: la expansión de las camaroneras ha destruido gran parte de los manglares y humedales del Municipio de Choluteca, Honduras, incluyendo espacios naturales protegidos. El área de camaroneras pasó de 638 ha (1,6% del área) en 1986 a 9.640 ha (23,5%) en 2011. El período en el que el área de manglar se vio más afectado por la industria camaronera fue entre 1993 y 1999 con un 6,2% de cambio de uso.

Gran parte de la superficie de manglar ha cambiado a playón durante el período de análisis. La superficie sobre la cual las camaroneras se han expandido son los playones, produciéndose un cambio de uso de uno a otro de 24.973 ha (61,0%) en 1986 a 14.172 ha (34,6%) en 2011. Esto hace pensar que la industria camaronera primero induce una transformación de los manglares a playones, y después a estanques de cría de camarón.

La extensión de manglar de las zonas declaradas como áreas protegidas pasó de 6.733 ha (34,5%) en 1986 a 5.926 ha (30,4%) en 2011, mientras que el área de las camaroneras pasó de 28,6 ha (0,1%) a 2.248 ha (11,5%), y el uso del suelo que más pérdida de superficie experimentó fue la de pastizal con un 10% de su superficie de 1986 a 2011.

# Bibliografía

Alonso-Perez, F., Ruiz-Luna, A., Turner, J., Berlanga-Robles, C.A., Mitchelson-Jacob, G. 2003. Land cover changes and impact of shrimp aquaculture on the landscape in the Ceuta coastal lagoon system, Sinaloa, Mexico. *Ocean & Coastal Management* 46: 583–600.

Asociación de Organismos no Gubernamentales. 2009. Estado y perspectiva de la gestión del riesgo en Honduras a diez años de Mitch. Recuperado el 15 de julio 2012. Disponible en: http://www.asonog.hn/2.%20Los%20programas/PARA%20WEB%20PGR/Otros/MITCH%20+10%20GESTION%20DE%20RIESGO%20HONDURAS.pdf

Berlanga-Robles, C.A., Ruiz-Luna, A., Bocco, G., Vekerdy, Z. 2011. Spatial analysis of the impact of shrimp culture on the coastal wetlands on the Northern coast of Sinaloa, Mexico. *Ocean & Coastal Management* 54: 535-543.

Bouman, C., Shapiro, M. 1994. A multiscale random field model for bayesian image segmentation, *IEEE Trans. on Image Processing* 3(2): 162-177.

Chuvieco, E. 2008. Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Barcelona: Ariel.

FAO. 1996. Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. Depósito de documentos de la FAO. Recuperado el 20 de Mayo de 2012. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/PGR/S oW1/americas/HONDURAS.pdf

FAO. 2000. *Cambios en la cobertura forestal, Honduras. Deposito de documentos de la FAO.* Recuperado el 10 de Mayo de 2012. Disponible en: http://www.fao.org/forestry/4050-0be67d19a4554efbd920f0fbc963d5801.pdf

FAO. 2005. Estudio de tendencias y perpectivas del sector forestal en América Latina documento de trabajo, Informe Nacional Honduras. Depósito de documentos de la FAO (en línea). Recuperado el 13 de Mayo de 2012. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/007/j4456s/j4456s00.htm

GRASS Development Team. 2012. Geographic Resources Analysis Support System (GRASS) Software, Version 6.4.2. Open Source Geospatial Foundation. http://grass.osgeo.org

Riaño, D., Salas, J., Chuvieco, E. 2000. Corrección atmosférica y topográfica, información multitemporal y auxiliar aplicadas a la cartografía de modelos de combustibles con imágenes Landsat-TM. Asociación de Geógrafos Españoles. Recuperado el 1 de junio 2012. Disponible en:

http://age.ieg.csic.es/metodos/docs/IX\_2/Riano\_David.PDF

Schowengerdt, R.A. 2007. Remote sensing. Models and methods for image processing. Burlington: Academic Press.

# Escenarios de risco de inundación nas chairas do Río Sar en Bertamiráns

Alba M. Devesa<sup>34</sup> e Urbano Fra.Paleo

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidade de Santiago de Compostela

#### Resumo

A partires da década dos sesenta, Galicia experimentou un progresivo desenvolvemento urbanístico acompañado dun proceso de suburbanización, que se manifestou nunha expansión periférica dos principais núcleos urbanos. Debido á falta de ordenación e planificación adecuada do territorio os novos espazos periurbanos non tiveron en conta o medio no que se inseriron e os procesos ambientais que teñen lugar como o risco de inundacións fluviais, ocupando áreas como as chairas de inundación. Neste estudio analízanse os escenarios futuros de risco de inundacións en Bertamiráns, para valorar as opcións no deseño e implantación de políticas de ordenación territorial e urbana mais integradas no medio. Os resultados obtidos reflicten unha forte tendencia a seguir coa mesma traxectoria, sen opcións viables para un cambio de rumbo e diminución dos riscos asociados.

#### **Abstract**

Since the 1960s Galicia has experienced a sustained urbanization process, paired with increasing suburbanization, which implied an expansion of the urban peripheries. Due to the absence of appropriate planning processes, new urban areas have been built without considering the environmental conditions and the natural processes that take place, particularly in flooplains. This paper examines the future scenarios of flood risk in Bertamiráns, in order to explore the options for a more environmentally focused design and implementation of urban and regional planning policies. Results point to a durable trend to follow the same path, and to an absence of viable options for change and an improved reduction of associated risks.

# 1. Introdución

Na actualidade o territorio galego está estruturado en torno a sete núcleos urbanos principais –algunhas son áreas metropolitanas- e múltiples núcleos intermedios que organizan o espazo e acción humana. A partires de finais da década dos setenta o proceso de suburbanización en torno a estes núcleos empeza a manifestarse e xorden espazos periurbanos que se estenden ocupando áreas ambientais mais sensibles nas que teñen lugar

-

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> e-mail: albamaria.devesa@gmail.com

procesos de cambio brusco que afectan ao modo de vida dos habitantes, creando novas condicións de risco.

A cidade de Santiago de Compostela, con 95.207 habitantes en 2011 (IGE, 2012), estendeuse fundamentalmente polo sur e oeste da cidade, afectando a tres dos concellos limítrofes (Teo, Ames e Brión), ó amparo do menor valor do solo e da maior flexibilidade no planeamento urbanístico destes concellos con respecto ós da cidade. Pola súa parte, esta presión e expansión urbanística nos concellos veciños levou a un crecemento de núcleos periféricos como Bertamiráns, O Milladoiro, Os Tilos ou Cacheiras

Este estudio céntrase na análise da configuración dos escenarios futuros de risco no núcleo de Bertamiráns (Ames), risco derivado da súa localización nas beiras do río Sar, que está dando lugar a periódicas e frecuentes inundacións.

O concello de Ames ten un relevo irregular na metade setentrional, mentres que a parte meridional ten un relevo mais plano, formado polo val do río Sar que posteriormente se integra na depresión meridiana occidental. As pendentes inferiores ó 10% ocupan ó 39,8% do territorio municipal, e as inferiores ó 15% chegan a superar o 59%. Deste modo, o concello de Bertamiráns, particularmente na área meridional, ten unhas condicións físicas que favorecen as condicións de inundación.

Nos últimos anos o concello de Ames experimentou un incremento no número de habitantes, de modo que no período 1998-2007 foi o concello de Galicia que máis incrementou a súa poboación (73%) (IGE, 2007). Así, pasou de ter 16.549 habitantes en 2000 a 28.852 en 2011. A poboación concentrouse principalmente na área urbana do O Milladoiro (11.789 habitantes en 2011) e Bertamiráns (6.387 habitantes en 2011) cunha estrutura urbana dominada por áreas residenciais en vivendas unifamiliares, favorecida polos principais eixos de comunicación que atravesan o concello. Debido á falta dunha adecuada planificación do territorio, unha das urbanizacións de Bertamiráns, Val de Seara, situouse na chaira de inundación do río de modo que, de forma periódica, está exposta ao risco de inundacións tralas fortes precipitacións que se dan normalmente nos meses de inverno. Este proceso afecta igualmente á Estación Depuradora de Augas Residuais (EDAR) que da servizo a Ames e Brión, así como ao núcleo urbano de Bertamiráns que se atopa nas marxes do Rego dos Pasos, do Rego de Ameneira e do Río Sar. As áreas urbanas máis afectadas son a rúa Entrerríos, a rúa Agrelo, a rúa Ameneiral, a Avenida da Mahía e a Agra da Condomiña, mais próximos á chaira de inundación do Río Sar.

Sen embargo isto non é exclusivo de Bertamiráns, posto que algúns núcleos nas concas dos ríos Sar e Ulla sofren periódicas inundacións, particularmente asociadas a períodos longos de abundante precipitación, e non tanto a períodos curtos de precipitación intensa. O risco de

inundacións resulta da combinación da perigosidade de que se produza unha inundación coa vulnerabilidade, cos elementos expostos ó perigo. Ao igual que do primeiro compoñente deben terse en conta variables como a probabilidade da ocorrencia da inundación, a duración, a frecuencia, a extensión e a altura alcanzada; do segundo deben terse en conta as características dos elementos vulnerables, como o tipo de edificación, o tipo de actividade económica e as características da poboación afectada. Xunto coa área urbana de Bertamiráns, a urbanización Val de Seara —cunha poboación de 213 habitantes- está localizada no curso baixo do río Sar, un área onde se recollen as augas de canles de orde inferior como Rego dos Pasos, Rego de Paramuiño e Rego de Ameneira.

Segundo indica o Plan Especial de Protección Civil ante o Risco de inundacións en Galicia (Subdirección Xeral de Protección Civil, 2002), os tramos do río Sar que atravesan o concello de Ames teñen un risco alto e frecuente. Sen embargo houbo unha falta de consideración no planeamento da existencia de chairas naturais de inundación, así como dos valores ambientais asociados a estas áreas, poñendo tanto en risco a poboación como a conservación de valores naturais. O que está por coñecer é cal é a percepción e actitudes da poboación e dos principais actores respecto do risco de inundacións no concello de Bertamiráns e a súa influencia no proceso de urbanización.

#### 2. Obxectivos e metodoloxía

O principal obxectivo do presente traballo é a identificación dos escenarios de risco futuro de inundación fluvial nas chairas de inundación do río Sar ao seu paso por Bertamiráns, co propósito de definir estratexias para minimizar os riscos para a poboación e os bens nas zonas inundadas, e así facilitar a busca de solucións ó problema. Para iso é preciso analizar os intereses, a percepción, o coñecemento, as actitudes e as propostas de solución de tódolos axentes que teñen que ver co risco de inundacións en relación co planeamento dos usos do solo, o planeamento ambiental e a xestión do risco.

#### 2.1. Metodoloxía

A metodoloxía proposta combina dous tipos de análise: a análise de actores, para a comprensión dos factores que interveñen nos procesos de exposición ao perigo e de redución do risco, e a análise morfolóxica (AM) para a identificación dos escenarios de posible evolución da situación de risco.

A análise de actores é unha ferramenta que permite identificar ós axentes que están involucrados no problema segundo o seu interese, o nivel de afección ou a capacidade de influencia no mesmo. A análise realízase en tres fases: identificación dos principais axentes, realización de entrevistas

ós axentes para coñecer a percepción dos parámetros do problema, e identificación do seu papel no presente e nun futuro inmediato en función da súa influencia e interese no problema.

Para a identificación dos actores formuláronse unha serie de preguntas como: a quen acudiría para aprender máis do tema tratado?, quen define as regras do xogo?, quen ten un coñecemento particularmente importante e recursos en relación o tema?, quen ten relacións con outros actores en relación o tema? (Zimmermann e Maenling, 2007). As cales se poden sintetizar en dúas: quen pode producir algún cambio?, quen se pode ver afectado por algún cambio?

Unha vez identificados os axentes, procedeuse a entrevistar a aqueles que tiñan un maior interese e influencia no problema. Isto permite valorar e coñecer a perspectiva dos mesmos sobre os parámetros do problema. A liña argumental seguida nas entrevistas foi a seguinte:

- Tratar sobre os procesos de ordenación do territorio e o marco normativo existente, identificando a normativa mais destacada dos usos do solo, a súa aplicación, e as competencias que lle corresponden as administracións.
- Valorar como se orixinou o proceso de exposición, así como o papel que xogan as infraestruturas na exposición ao perigo.
- Valorar o proceso de conservación e protección da chaira de inundación.
- Identificar as accións de prevención e protección do curso fluvial, tanto antes como durante e despois de construír as infraestruturas.
- Valorar a vixiancia do cumprimento da normativa, das ilegalidades urbanísticas, e a aplicación de sancións.
- Identificar as opcións para o financiamento das accións para reducir o risco de inundacións especialmente nun momento de crise financeira e de recortes dos presupostos públicos, así como os efectos na execución das accións.

Unha vez identificados os axentes ou organismos, elaborouse unha matriz na que se recollen os principais atributos destes actores implicados, en función dos seus intereses (impacto e implicación) e segundo a posición e funcións das partes implicadas (lexitimidade, recursos/responsabilidades e relacións). Para a elaboración da matriz contouse coa participación dun grupo focal académico e interdisciplinario de sete participantes, que asignaron valores (Táboa 1) a cada axente.

**Táboa 1**. Niveis de interese e influencia dos actores.

Interese/Influencia								
Ningún	0							
Débil	1							
Medio	2							
Forte	3							

axentes ou organismos identificados inclúen institucións internacionais. administración xeral do estado. administración autonómica, organismos autónomos, administración local e sociedade civil. Unha vez asignados os valores a cada axente e variable obtense o mapa de axentes (Figura 1) representativo do seu interese nunha escala de 0 a 6 (impacto e implicación), e influencia nunha escala de 0 a 9 (lexitimidade, recursos/responsabilidades e relacións). No mapa son considerados axentes clave aqueles que posúen unha forte influencia en dúas ou máis variables clave (papel que desempeñan, así coma lexitimidade, recursos e relacións con outros axentes) que poden facilitar a resolución do problema existente.

A metodoloxía empregada para a identificación de escenarios futuros foi a análise morfolóxica, que permite examinar o conxunto de posibles relacións contidas nun problema de carácter multidimensional e cualitativo e identificar as solucións viables. A análise morfolóxica (AM) foi concebida por Fritz Zwicky para examinar os problemas complexos (wicked problems), con solucións difíciles, nos que a maioría dos factores involucrados son non cuantificables, pois teñen un forte compoñente socio-político e de auto-referencia entre os axentes. Nesta clase de problemas os métodos tradicionais cuantitativos e os modelos de causalidade e simulación son relativamente inútiles (Ritchey, 2010). Esta análise é adecuada para a construción de escenarios, para analizar as posibles combinacións de estados e diferentes dimensións dun problema. O método comeza por identificar as múltiples e principais dimensións do problema, ademais de tódolos posibles estados de cada unha das dimensións identificadas, seguido da análise das compatibilidades de tódalas posibles combinacións que se poden dar, e finalmente a estimación das probabilidades destas combinacións, que deben ser examinadas para caracterizar os escenarios máis plausibles (Nguyen y Dunn, 2009).

Os riscos naturais son problemas complexos ou perversos, moi similares ao ordenamento territorial, dado que tratan problemas que teñen un compoñente político, técnico e administrativo, social, ambiental e económico ao mesmo tempo. A meta é igualmente complexa dado que se plantexa o obxectivo de organizar, harmonizar e administrar a ocupación

e o uso do espazo, de modo que contribúa ó desenvolvemento humano sustentable, espacialmente harmónico e socialmente xusto. Isto pon de manifesto que no ordenamento territorial conflúen as políticas medioambientais, de desenvolvemento rexional e urbano, de xestión dos recursos, as políticas sociais; en ocasións difíciles de casar, e para o que non existe unha solución predefinida nin óptima, posto que teñen unha complexidade estrutural que da lugar a problemas metodolóxicos (Rittel and Webber, 1973).

A análise morfolóxica realizouse coa axuda do programa informático Scenario Analysis Tool Suite v.16 desenvolto pola Defence Science and Technology Organisation (DSTO) do Departamento de Defensa do Goberno de Australia. Este programa conta con dúas ferramentas para a análise, Morphological Analysis e Combined Approach (Dilek, 2009), que permiten realizar unha análise completa, incluíndo tódolos compoñentes fundamentais e tendo en conta as múltiples combinacións existentes, en superar a capacidade de análise do usuario (Nguyen e Dunn, 2009).

O proceso comeza por definir concretamente a hipótese, ou pregunta que recolla por completo o problema, neste caso a situación de risco dunha poboación, e que orientará todo o proceso a posteriori. A pregunta foi formulada da seguinte forma: son os procesos de suburbanización un factor agravante do risco de inundacións no municipio coruñés de Ames? A continuación elaborouse o espazo morfolóxico composto polas múltiples dimensións (parámetros que van influír no problema determinado) e os seus diferentes niveis (estados posibles de cada dimensión) (Táboa 2) que, unha vez combinados, darán lugar aos posibles escenarios.

Táboa 2. Dimensións e estados definidos na análise morfolóxica.

Dimensión	Estados					
	Cambios nos principais usos do solo					
	T1- O uso agrario mantense sen cambios					
Transformación dos usos do solo (T)	T2- O uso agrario transformase en uso					
1141101011114010114001400140010(1)	forestal					
	T3- O uso agrario abandonase por falta de					
	rendibilidade e transformase en solo urbano					
	Modificación do clima con respecto á recente					
	historia climática rexional					
	H1- Mantense o réxime xeral de					
Cambio climático (H)	temperaturas e precipitacións					
Cumbio cimiatico (11)	H2- Incremento leve da irregularidade nas					
	precipitacións					
	H3- Incremento da irregularidade e do					
	volume de precipitacións					

Variación cuantitativa ou cualitativa do dominio público hidráulico  P1- Redución do dominio público e zona de policía na conca fluvial  P2- Mantemento dos 100 metros (servidume de uso público e zona de policía) na conca fluvial  P3- Ampliación do dominio público e zona de policía na conca fluvial
Evolución do grao de relación, recursos/responsabilidades e lexitimidade tanto internamente como con outras administracións ou departamentos  C1- Nivel de coordinación decrecente  C2- Nivel de coordinación similar ao actual  C3- Nivel de coordinación mellor e mais eficiente
Cumprimento das responsabilidades e normas por parte das administracións  F1- Nivel de cumprimento menor que o actual  F2- Nivel de cumprimento similar ao actual  F3- Nivel de cumprimento mellor e mais eficiente
Grao en recibir, elaborar e interpretar a información provinte do entorno e dun mesmo por parte dos cidadáns  R1- Ausencia completa de percepción do risco  R2- Percepción leve do risco  R3- Percepción alta do risco
Cambios na demanda de solo para recreo D1- Diminución da demanda de solo D2- Mantemento da demanda actual de solo D3- Incremento da demanda de solo para recreo
Cambios na demanda de solo urbanizable M1- Diminución da demanda de solo M2- Mantemento da demanda actual de solo M3- Incremento da demanda de solo para urbanizar
Desenvolvemento de estruturas e infraestruturas públicas  II- Estancamento das infraestruturas públicas  I2- Renovación de infraestruturas públicas  I3- Construción de infraestruturas públicas
Patrón de desenvolvemento urbanístico  B1- Mantense o modelo disperso de asentamento da poboación  B2- O modelo tende a unha maior dispersión da poboación  B3- O modelo tende a unha concentración da poboación

A segunda fase da análise consistiu no combined approach, un exame da compatibilidade de que ocorran, nun mesmo momento, diferentes estados que poden presentar as dimensións a través do enfoque Battelle, reflectindo tódolos escenarios alternativos que poden ter lugar nunha mesma situación. Para isto analizouse a interdependencia entre estados, o que implica valorar e ter presente a información recollida tanto na bibliografía, como nas entrevistas. En primeiro lugar elaborouse unha matriz de pares, na cal se emparellan as configuracións que se utilizaron para a análise morfolóxica (dimensión e estados), e asignáronse valores entre 1 e 5 en función do grao de compatibilidade entre as dúas dimensións. O valor 5 na matriz representa unha gran compatibilidade entre estados (por exemplo as precipitacións torrenciais coa variación brusca do caudal fluvial, presentando un alto risco) e o valor 1 representa a incompatibilidade entre pares, indicando a incompatibilidade das dúas condicións (por exemplo as precipitacións torrenciais xunto coa variación inapreciable do nivel no caudal fluvial). Os valores 4, 3 e 2 representan unha compatibilidade decrecente, ou menor interdependencia, ao estar influídas pola presenza doutros factores. As combinacións con valor 1 foron eliminadas nas seguintes análises, para reducir os posibles escenarios e só limitarse aos máis plausibles (Nguyen e Dunn, 2009).

A continuación o número de escenarios volveu a reducirse mediante a aplicación de dous parámetros de exclusión, o número de pares cun valor de compatibilidade 2 que se quere eliminar, e o valor umbral da media da compatibilidade de escenarios. Cada escenario xerado ten unha probabilidade obtida polo método Bayesiano a partir do cal se realizou unha confirmación de escenarios compatibles. Por último, someteuse o conxunto final de escenarios a unha análise de conglomerados, que permitiu agrupar aos escenarios máis análogos entre si (Nguyen et al., 2008) en familias que comparten características comúns.

# 3. Resultados e discusión

#### 3.1. Análise de actores

Os axentes ou organismos con interese e influencia na xeración e redución do risco de inundacións en Bertamiráns van desde institucións internacionais, pasando pola administración xeral do estado, a administración autonómica, organismos autónomos, a administración local e a sociedade civil. Obsérvase que os que teñen un maior grao de interese e influencia no problema son os pertencentes ós grupos 1, 2, e 4 (Figura 1), ós que podemos considerar grupos clave. De modo que estes serán os protagonistas principais na segunda parte da identificación de axentes, que consiste na realización das entrevistas ós mesmos.

Táboa 3. Grupos de axentes clave en función do seu interese e influencia.

Comisión Europea

Dirección General de Medio Ambiente

Ministerio del Interior. Dirección General de la Guardia Civil Servicio de protección de la naturaleza (SEPRONA)

Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas Dirección Xeral de Ordenación Territorial e Urbanismo Instituto Galego de vivenda e solo

#### Grupo 1

Consellería da Presidencia, Administracións Públicas e Xustiza Servizos de Protección e análise de riscos, Planificación e Protección Civil Augas de Galicia

Administración Local

Consellería de Atención e Mediación Veciñal Protección Civil Empresarios da Construción

Consellería de Medio Ambiente, Territorio e Infraestruturas Secretaría Xeral de Calidade e Avaliación Ambiental Secretaría Xeral de Sostibilidade e Paisaxe Conservación da Natureza

Ministerio de Agricultura, Alimentación e Medio Ambiente-> **Rede Natura 2000 > LIC** 

# Grupo 2

Consellería da Presidencia, Administracións Públicas e Xustiza Subdirección Xeral de Ordenación, Inspección e Planificación Turística

Administración Local

Consellería Persoal, Reforma Administrativa, Servizos e Urbanismo

Sociedade Civil

# Grupo 4

Propietarios dos terreos vendidos e mercados Asociación de comerciantes de Bertamiráns Asociación de veciños de San Xoán de Ortoño e do Agro do Muiño

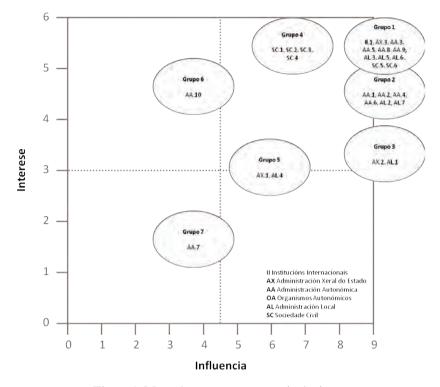


Figura 1. Mapa de axentes no escenario de risco.

Os grupos 3, 5, 6 e 7 representan a aqueles axentes que polo seu grao de interese e influencia non son tan significativos na resolución do problema. Sen embargo hai que ter en conta que o grupo 6 ten un alto grao de interese, posto que inclúe grupos con interese no respecto das zonas de policía e na conservación da calidade das augas e as marxes da conca fluvial en boas condicións; mentres que o grupo 3 presenta un alto grao de influencia, debido que inclúe á Consellería do Medio Rural e do Mar ademais da Concellería de Medio Ambiente, Desenvolvemento Sostible e Sanidade do Concello de Ames, dúas administracións con importantes responsabilidades na prevención de riscos e conservación do medio.

Os grupos clave identificados corresponden principalmente á administración, aínda que a sociedade civil xoga un papel moi importante. A complexidade do problema deriva precisamente da converxencia de múltiples competencias de distintos niveis de responsabilidades das administracións -catro se consideramos a Europea-, e de distintos departamentos, principalmente aqueles que teñen que ver coa protección civil, o planeamento urbanístico e a xestión

medioambiental. Son os axentes que poden influír no cambio das condicións de creación do risco. Tamén recoñece o papel dos cidadáns e do sector privado como axentes que dinamizan o mercado da vivenda e do solo, e a capacidade de influír nos decisores políticos. Trátase dos axentes que influén na creación do risco.

# 3.2. Resultado das entrevistas

# 3.2.1. Normativa vixente e plans

Un dos entrevistados considera que se produciu un desenvolvemento urbanístico adecuado en Bertamiráns nos últimos 20 anos, posto que o Plan Xeral de Ordenación Municipal (PXOM) de Ames de 2002 contemplaba a reserva de solo para un desenvolvemento urbanístico equilibrado, aínda que recoñece algunhas deficiencias por mor da rapidez coa que se tivo que desenvolver para responder á demanda de vivenda. Pola contra, outro entrevistado considera que en Ames houbo un desenvolvemento urbanístico no que primaron os intereses económicos sobre outros valores, destacando que antes de elaborar un PXOM a concellería responsable debería dar toda a información necesaria en relación coa ordenación e planificación do concello. Para mellorar o PXOM é necesario exercer control sobre os procesos especulativos do solo, de tal xeito que os concellos non utilicen as licencias como forma de recadación e fonte de ingresos, dado que iso incrementa o interese por urbanizar calquera clase de solo.

Respecto da normativa vixente e os plans que afectan ao curso do río Sar ao seu paso por Bertamiráns un entrevistado indica que aínda que o PXOM de Ames contempla a construción ata os límites do río, "se fixo unha obra hidráulica de importancia que foi durante moitos anos un exemplo", así como que, coa axuda da administración autonómica (Xunta de Galicia) se elaborou a ampliación da depuradora (dado que está por riba da capacidade financeira do concello) e a protección das zonas inundables.

A Directiva 2007/60/CE do 23 de outubro de 2007 fai referencia a avaliación e xestión do risco de inundacións. Unha das liñas de actuación destacables é o desenvolvemento de plans de emerxencia a través do Servizo de Protección Civil e a adopción dun sistema de seguros viable. Un dos entrevistados indica que a elaboración do Plan de Emerxencia Municipal (PEMU) está avanzando, actualmente en fase de alegacións, dado que o concello ten unha poboación elevada e non conta cun servizo de Protección Civil nin de Bombeiros, cando está obrigado por lei. Tamén considera que ata a actualidade estes servizos se compartían co concello limítrofe de Brión, pero que esta colaboración non continúa, aínda que contan co apoio dos servizos pertencentes ao concello de Santiago de Compostela. Outro entrevistado fai referencia a este problema indicando que non é suficiente con ter un PEMU, senón tamén

cun equipo municipal de profesionais que poida aplicar as directrices marcadas no plan, outorgando a responsabilidade á administración local e aos corpos de seguridade comarcais.

# 3.2.2. Espazos naturais protexidos e xestión de augas

Segundo un entrevistado, a xestión, protección e conservación dos espazos protexidos ten unha prioridade máxima, e informa de que a limpeza das marxes dos ríos, especificamente no LIC, por parte dunha brigada medioambiental, fíxose por primeira vez en 2010 despois de oito anos sen realizar ningún tipo de traballos de limpeza e mantemento. Con respecto á xestión compartida desta zona protexida (LIC) co concello limítrofe de Brión, indica que este concello "non se preocupa, non da sinais de nada", polo que se pode interpretar que non existe unha cooperación entre decisores políticos pertencentes a partidos políticos distintos, que se traduce nunha importante carencia na gobernanza horizontal dos problemas.

Un entrevistado observa que o problema da xestión e conservación dos ríos é competencia do organismo autónomo responsable (Augas de Galicia). Posto que os empregados públicos que desenvolven estas funcións teñen unha formación nas enxeñerías, dá lugar a que non se formulen obxectivos nos que prevaleza a conservación e protección da natureza e non se adopten proxectos de bioenxeñería. As solucións presentadas para minimizar o risco son de carácter case exclusivamente estruturais, como canalizar con mampostería de gavións e colocar un bypass no río, sen ter en conta que se presentara anteriormente unha proposta alternativa de bioenxeñería no marco do programa LIFE+, pola que se pretendía ampliar e naturalizar a zona de inundacións.

O risco de inundacións en Bertamiráns aumenta debido a que existe unha acumulación de sedimentos e lixo ao final do Rego dos Pasos, onde se xunta co río Sar, dando lugar a unha illa —ou tapón de sedimentos, lixo e maleza- que agrava a situación, xa que dificulta a circulación da auga, que en momentos de elevada precipitación favorece o desbordamento do río. Posto que ata 1991 Santiago de Compostela non contaba cunha EDAR, o río Sar arrastraba as augas residuais de Santiago sen tratar, o que daba lugar a un incremento do volume de lixo na zona de sedimentación.

O organismo autónomo Augas de Galicia é responsable da xestión dos ríos da cunca Galicia Costa, do coidado da calidade das augas e do mantemento dun réxime adecuado do caudal, do bo estado das súas marxes, e da xestión dos episodios extremos de inundacións e secas. Un entrevistado considera que este organismo cumpre coa normativa existente no seu ámbito de competencias, e que fomenta a participación pública a través da realización de mesas redondas, onde se informa e se ten en conta a opinión cidadá para a realización de determinadas obras

hidráulicas. Tamén fai referencia a que o problema da grave contaminación que sofren os ríos galegos é responsabilidade dos agricultores e gandeiros, indicando que estas actividades "no tienen ningún respeto por la naturaleza, vierten lo que les apetece en cualquier lugar, puesto que carecen de una cultura del agua". Este mesmo entrevistado comenta que está implantando o Plan Hidrolóxico de Galicia Costa (PHGC), no cal se fai un estudo das zonas con risco de inundacións, que se teñen en conta á hora de dar permisos para construír nas marxes dos ríos.

En relación aos proxectos urbanísticos nas chairas de inundación do río Sar ó seu paso por Bertamiráns, un entrevistado considera que, as competencias corresponden á administración autonómica e a Augas de Galicia, e que as solucións están en mans destes axentes.

# 3.2.3. Percepción do risco

Un entrevistado indica que no inverno de 2000-2001 Bertamiráns sufriu unhas inundacións importantes, durante as cales foron afectados a maioría dos comercios e vivendas que se atopaban preto do río. Recorda este momento da seguinte maneira: "non eramos conscientes do alto risco de inundacións que podíamos sufrir, posto que non pasaba tódolos anos", e considera que o perigo de inundación é debido a un rápido crecemento urbano impulsado pola especulación urbanística e sen unha planificación coherente.

Un entrevistado cre que hai un risco elevado de inundación, posto que varios edificios foron afectados case tódolos anos por inundacións. Indica que "sempre que chove inúndaseme a casa". En 2001 sufriu inundacións e múltiples perdas materiais. Isto deu lugar a querelas xudiciais contra o concello e á adopción de medidas como a adquisición de bombas de achique para facer fronte á inundación. O entrevistado indica que non coñece ningún tipo de protocolo de actuación, ademais de facer fincapé en que non se dispón dun servizo de protección civil, nin reserva financeira para paliar os danos, e que a única forma de mitigar as perdas é a través da contratación de seguros. Este entrevistado asegura que o problema deriva da mala planificación urbana, ante unha demanda de vivenda por parte de novos residentes, á que o concello respondeu autorizando a construción masiva e sen planificación adecuada, primando a recadación en lugar das consideracións ambientais, éticas, sociais e funcionais. Tamén apunta á responsabilidade compartida entre a administración local e autonómica dado que ambas teñen competencias na regulación.

Despois deste episodio de inundacións os empresarios demandaron unha resposta por parte do goberno local e reducir o risco. A solución adoitada en 2003 foi de tipo estrutural mediante a canalización do Rego do Rueiro pasando por Cantalarrana e desembocando na ponte da Condomiña.

Un entrevistado manifesta que a percepción do risco por parte dos veciños da urbanización Val de Seara é moi baixa, pois ata o de agora non sufriron ningunha inundación, pero asegura que cando se mudaron a esta zona deberon ser conscientes de que a área ao seu arredor se inunda moi a miúdo, polo que comezaron a preocuparse pola súa situación. Debido a isto foron a solicitar mais información ao concello, onde se lles informou sobre a situación de baixo risco da urbanización en función da diferenza de elevación respecto do río e do tipo de construción das vivendas. Sen embargo manifesta que non foron informados acerca de protocolos de actuación a seguir no caso de inundación.

A pesar disto a maioría dos entrevistados consideran que o concello non está preparado, pois tan só conta co servizo de Policía Local, que desenvolve tarefas de vixiancia e colaboración pero carece de medios para as funcións de protección civil. Isto foi ilustrado co exemplo das inundacións de 2000-2001 cando cada familia ou negocio afectado tivo que dispoñer dos seus propios medios para mitigar os danos ocasionados. Este entrevistado fai fincapé en que o concello de Ames non conta cun orzamento para a prevención de risco de inundacións e que o único que se fai é contratar unha brigada medioambiental durante tres meses para a protección de marxes fluviais e do espazo natural de Ames. Considera que isto só consegue modificar a percepción da capacidade de actuación local pero non son accións que minimicen o risco. Tamén considera a urbanización Val do Seara como un exemplo de especulación urbanística no concello e de conflito entre intereses privados e públicos.

A información e coñecemento recollido nas entrevistas reflicte unha visión contraditoria entre diferentes axentes entrevistados. As administracións apoian o modelo de planeamento urbanístico existente, das medidas de mitigación de risco propostas e das actuacións na xestión, protección e conservación dos espazos naturais protexidos. Sen embargo outros axentes clave da sociedade civil cren que non se están a tomar as decisións adecuadas, e que hai unha falta de resposta da administración local nos últimos anos ás demandas cidadás.

# 3.3. Análise morfolóxica

Na primeira fase da AM elaborouse unha táboa de dimensións e estados do risco de inundación en Bertamiráns (Táboa 4). Esta táboa é o resultado da formulación da pregunta clave para elaborar o espazo morfolóxico composto polas múltiples dimensións (parámetros que van influír no problema determinado) e os seus diferentes niveis (estados posibles de cada dimensión) que, unha vez combinados, darán lugar ós posibles escenarios.

**Táboa 4.** Matriz de pares segundo o grao de compatibilidade e probabilidades de ocorrencia de cada configuración.

	Tt	T2	T3:	H1	H2	H3	P1	P2	P3	C1	C2	C3	F1	F2	F3	R1	R2	R3	Di	D2	D3	M1	M2	M3	11	12	13	B1	82	B3
T1	$-\mathbf{d}$	1	- 1	-			7				-	. *	-	-	-	,					15	1				-		-	-	-
T2	-ĭ	- 1	- 5	- 1			4			-														1				-		
T3	-1	3	- 1	- 5						-											100			1						
H1	5	-5	2	7.	. 1	1				100			- 1									1.			-				7.7	
H2	3	5	2	-1	-,1	1										-													1	
H3	2	.5	2	-1	- 1	-1									-															
P1	4	.5	-5	-1	3	1	1	1.3	7																					
P2	5	5	4	-1	- 5	4	7	1.7	- 7						- 1						1. 1			1						
P3	- 4	- 5	-1	-1	- 4	3	· Y-	- 4	-17-					-	-	-	-	-		-	1	-		100	-		-			
CI	3	- 5	- 5	-1	-7	3	4	3	-3	- 7	-1	-1		-	-	-	-													
C2	- 4	5	- 5	-4	- 4	4	4	4	- 4	7	- 1	1																		
C3	5	-4	3	1	1	3	2	3	4	7	- 1	1												1						
F1	3	-5	-5	-4	- 4	3	- 4	- 3	3	- 5	3	2	- 1	-	.15	-								7						
F2	4	5	-5	4	4	- 4	- 4	- 4	- 4	- 4	- 5	3	-1	- 1	. 1	-					1									
F3	-5	3	3	-3	3	3	2	. 3	-4	3	- 3	- 5	-1	-1	-3						111			SHIP						
Rt	- 5	.5	-5	.5	- 5	1	. 3	4	. 5	- 4	- 3	4	4	4	2	. 1	. 1	-1												
R2	4	- 5	- 5	- 3	4	3	- 3	- 3	3	4	4	5	4	4	4	- 1	-11	-1												
R3	2	-5	5	3	3	5	3	2	2	4	3	5	3	3	- 4	1	-1	-1		-		-		2						
D1	- 5	5	- 5	3	3	3	2	3	4	3	3	3	2	2	3	- 3	3	-4	-5	1	- 5			-						
D2	4	-3	- 5	-3	- 3	3	4	-4	- 4	- 4	4	4	4	4	4	4	4	4	- 5	-1	. %	_		-						
D3	- 2	2	- 4	2	- 2	2	- 4	3	3	2	2	5	2	2	4	4	3	2	- 1	1	- 31			-	-	-		-		
Mi	5	5	4	3	- 3		2	3	-4	2	2	3	2	2	3	3	4	2	3	3	3	-30	-1	130	-					
M2	4	5	-1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	-4	4	4	4	- 1	1.5	11						
M3	3	3	- 5	- 5	- 5	2	4	3	3	5	.5	3	4	4	3	-4	3	3	5	5	- 5	. 1	. 1	111						
1	2	-3	-4	4	4	3.	4	3	- 3	- 2	-3	- 5	3	- 3	4	- 4	-3	-2	3	3	- 5	- 3	- 3	- 4	- 1	41	41			
2	3	5	-3	-5	5	- 5	4	4	. 5	3	4	5	4	4	4	4	- 4	3	4	4	5	4	3	4	1	4	4		-	
3	2	3	4	4	4	3	4	3	4	- 2	3	5	3	3	4	-4	3	2	2	2	. 5	3	3	4	1	1	1			
B1	- 4	5	3	3	3	- 4	4	4	4	3	4	5	4	-4	- 4	-4	4	4	4	4	- 4	- 4	- 4	3	3	3	4	1	- 1	7
B2	4	3	1	3	3	4	4	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2	- 3	3	- 2	3	2	3	-	-1	
	. 3.	4	5	4	4	2	-	3	4	5	4	3	~	-	- 2	5	4	4	3	4	5	2	2	4	3	2	4	-	-	_

#### PROBABILIDADES

A transformación dos usos do solo é unha dimensión moi importante dado que pode xerar cambios importantes na relación entre o perigo e vulnerabilidade e, por tanto, a exposición ao risco. O cambio climático é unha dimensión que ten en conta as evidencias e os modelos de cambio no réxime de precipitacións e temperaturas con respecto á recente historia climática rexional. A competencia do órgano regulador das concas fluviais, así como a coordinación e cumprimento das funcións das administracións son tamén dimensións clave. Esta dimensión ten unha importante compoñente de gobernanza, dado que as decisións acerca do uso dos recursos naturais e unha planificación e ordenación territorial adecuada poden ter un peso fundamental na redución do risco. A percepción do risco tamén é transcendental á hora de tomar decisións por parte dos cidadáns e dos responsables políticos, de modo que percibir ou non percibir o risco inflúe nas decisión individuais e colectivas. A demanda de solo público de recreo por parte da poboación, así como de solo urbanizable por parte de empresarios e promotores, xunto coa construción de infraestruturas asociadas son dimensións de control que poden ter en conta a compatibilidade de usos e a conservación de valores naturais na zona de estudo, a cal ten un forte compoñente natural. E, por último, a dimensión do planeamento urbanístico fai referencia á variación poboacional, e á inserción no espazo periurbano de Santiago, dependente da transformación dos usos do solo, da demanda de solo urbanizable, da demanda de infraestruturas e da evolución urbana de Santiago.

Isto permitiu construír o espazo morfolóxico do problema, completado co grao de compatibilidade entre os diferentes estados de cada unha das dimensións identificadas definido como a probabilidade de ocorrencia de dúas dimensións simultaneamente.

A continuación, filtráronse os escenarios por medio de dous umbrais: utilizando un número máximo de tres casos con valor 2 de compatibilidade por escenario, e un valor medio de 4,1 de compatibilidade mínima. Así mesmo decidiuse aplicar as dúas condicións de forma simultánea para lograr unha filtración máis restritiva. O proceso de filtración reduciu o número orixinal de posibles escenarios de risco -10.854- a 24, os cales foron reducidos de novo mediante a análise de conglomerados. Desta maneira obtivéronse 2 grupos de escenarios (Táboa 5). A elección do número baseouse en que obter un número maior suporía obter uns grupos —e escenarios- moi similares entre si e con baixa probabilidade. A opción de obter dous grupos permite identificar escenarios extremos, dos que un deles ten unha probabilidade de ocorrencia moi alta (84,8%).

Táboa 5. Grupos de posibles escenarios de risco.

Grupo	Escenario	Valor promedio de compatibilidade	Probabilidade (%)				
1	T2H2P3C2F2R1D2M3I2B1	4,123	84,8				
2	T2H2P3C2F2R1D2M2I2B3	4,17	15,2				

#### 3.4. Escenarios de risco

O grupo 1 representa a unha familia de escenarios definida polos seguintes estados de cada dimensión: ten lugar unha transformación do uso agrario a uso forestal (T2), xunto cun aumento das temperaturas, con longos períodos de seca (H2), unha ampliación do dominio público e zona de policía na conca fluvial (P3), mantemento do nivel actual de coordinación entre as administracións públicas (C2) e un cumprimento similar ao actual das funcións das administracións (F2), unha menor percepción do risco de inundación (R1), mantemento da superficie adicada a solo público de recreo (D2), ao mesmo tempo que aumenta a demanda por parte da poboación de solo urbanizable (M3), xunto cunha renovación das infraestruturas públicas (I2) e un planeamento urbanístico que mantén o actual modelo disperso da poboación (B1).

Contrariamente ao esperable, o grupo 2 representa unhas condicións similares as do grupo 1 a excepción de dous estados diferentes: un mantemento da demanda de solo urbanizable por parte dos axentes inmobiliarios e urbanísticos (M2), xunto cun planeamento urbanístico

que promove a concentración da poboación (B3).

Pódese observar que os estados de cada unha das dimensións son moi similares entre si, agás nas dimensións que fan referencia a demanda de solo urbanizable e no modelo de planeamento urbanístico. A probabibilidade de ocorrencia (84,8%) é moi superior no grupo 1 posto que o conxunto dos estados teñen un grao de compatibilidade e probabilidade maior. Este grupo de posibles escenarios de risco representa a posible situación futura.

O grupo 1 de escenarios apunta a unha situación moi similar a actual, aínda que presenta algúns cambios. Espérase un descenso na percepción do risco de inundacións e un cambio na perspectiva das administracións respecto do perigo (pese ao anterior), que se reflexa na ampliación do dominio público e zona de policía na conca fluvial. O proceso de suburbanización impulsou no pasado o crecemento de núcleos periféricos como Bertamiráns cun modelo urbano baseado na construción de vivendas unifamiliares, ocupando as chairas de inundación do río Sar. Estas condicións provocarán unha maior complexidade na creación de risco e maiores dificultades para a mitigación.

Trátase dun escenario que apunta a un continuado crecemento poboacional que incrementará a demanda de solo urbanizable, asociado a unha futura recuperación económica e ao incremento da renda per cápita, xunto cun planeamento urbano baseado na construción de vivendas unifamiliares cun modelo de asentamento disperso.

### 4. Conclusións

A metodoloxía empregada presenta un certo grao de subxectividade, en sintonía cos procesos de deseño e implantación das políticas públicas e o estudio dos procesos sociais, económicos e políticos, nos que interveñen distintos actores con diferentes intereses, valores e percepcións. Para obxectivar mais as subxectividades individuais introduciuse na análise de axentes a participación dun grupo focal. Isto apunta que sería necesario estendelo á análise morfolóxica para consensuar os graos de compatibilidade entre os estados de cada unha das dimensións.

Os resultados obtidos apuntan a unha forte tendencia a continuar o actual modelo de gobernanza, particularmente a nivel local. Isto supón, en primeiro lugar, asegurar a continuidade da situación de risco existente e probablemente dar lugar a un incremento en forma de inundacións máis frecuentes ou causando maiores danos e, en último termo, una situación non sustentable.

Isto indica que é necesario realizar campañas de concienciación do risco periódicas, que recorden á poboación e aos responsables políticos do concello a situación de risco, así como xerar mais coñecemento das solucións sustentables e disponibles para a redución do risco, non

baseadas en medidas estruturais, e na necesidade de integrar os instrumentos de distintas políticas sectoriais, particularmente os ambientais, de risco e de planeamento urbanístico.

É necesario que a intervención dos axentes con competencias legais, con recursos financeiros e humanos e con capacidade de mobilización dos outros axentes se faga seguindo principios de sustentabilidade social, ambiental, e económica, e cunha visión integrada do territorio considerando as interaccións entre o sistema político-social e o ambiental.

# Bibliografía

Dilek, C. 2009. *The scenario analysis tool suite: a user's guide.* Canberra: Joint Operations Division-Defence Science and Technology Organisation-Departament of Defense.

IGE, Instituto Galego de Estatística. Padrón municipal de habitantes, 2011.

 $\label{lem:http://www.ige.eu/igebdt/esqv.jsp?paxina=001&c=0201001002\&ruta=verPpalesResultados.jsp?OP=1&B=1&M=&COD=4592&R=0[all]&C=9928[all];1[all]&F=T[1:0]&S=\\$ 

Nguyen, M.T., Dunn, M. 2009. *Some methods for scenario analysis in defence strategic planning.* Canberra: Joint Operations Division-Defence Science and Technology Organisation-Departament of Defense.

Nguyen, M.T., Beck, J., Dilek, C.,\_Dunn, M. e Newbold, G. 2008. *Strategic planning tool suite: an approach of combining scenario analysis methods*. Canberra: Operations Divisions-Defence Science and technology Organisation of Defence.

Ritchey, T. 2010. General Morphological Analysis. A general method for non-quantified modelling. Adapted from the paper Fritz Zwicky, Morphologie and Policy Analysis, presented at the 16th EURO Conference on Operational Analysis, Brussels, 1998.

Rittel, H.W.J., Webber, M.M. 1973 Dilemmas in a General Theory of Planning. Policy Sciences, 4: 155-169.

Zimmermann, A., Maennling, C. 2007. Mainstream Participation. Multistakeholder management: Tools for stakeholder analysis: 10 building blocks for designing participatory systems of cooperation. *En Promoting participatory development in German development cooperation*. Eschborn: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammentarbeit (GTZ).

# Integración de fotogrametría UAV y TLS para el modelado tridimensional de la ciudad hispano-musulmana de Vascos (Toledo)

Alicia Cañizares<sup>35</sup> y María J. Iniesto

Laboratorio do Territorio (LaboraTe), Universidad de Santiago de Compostela

### Resumen

La gestión sostenible de la tierra y el territorio no se puede entender sin prestar atención a la arqueología, a la arquitectura y a los elementos patrimoniales construidos, que pueden condicionar o limitar futuras políticas o actuaciones. Para ello es necesario disponer de una documentación, tanto métrica como gráfica, que permita registrar, estudiar, conservar y, posiblemente, restaurar los elementos del patrimonio cultural tangible. En este trabajo se analizan las posibilidades que ofrecen dos modernas técnicas geomáticas, el escáner láser terrestre (TLS) y los vehículos aéreos no tripulados (UAV) para la documentación de elementos patrimoniales, siendo el caso concreto de estudio el vacimiento arqueológico de la ciudad hispano-musulmana de Vascos en Navalmoralejo (Toledo). La metodología propuesta se basa en la integración de los datos obtenidos por ambas tecnologías ya que éstas, de manera independiente, no constituyen una solución integral y definitiva para el registro patrimonial. Los resultados obtenidos en el trabajo ponen de manifiesto que la integración de técnicas es una buena solución al problema de la documentación geométrica para el estudio de los elementos patrimoniales.

Palabras clave: escáner láser terrestre (TLS), vehículo aéreo no tripulado (UAV), patrimonio cultural, fotogrametría UAV, integración de datos, modelo tridimensional.

### **Abstract**

Sustainable land management can't be understood without paying careful attention to archaeology, architecture and to the elements of the built cultural heritage that may condition or limit future policies or actions. It is therefore necessary to have documentation, both metrical and graphical, that allows to record, study, preserve and, possibly, restore the elements of the tangible cultural heritage. In this paper we analyze the capacity of two innovative geomatic techniques, the terrestrial laser scanner (TLS) and unmanned aerial vehicles (UAV) for documenting cultural heritage, in the case study of the archaeological site of the Ciudad Hispano-musulana de Vascos in Navalmoralejo (Toledo). The proposed methodology is based on the integration of data from both technologies,

-

<sup>&</sup>lt;sup>35</sup> e-mail: alicia.canizares@usc.es

since these, independently; don't provide a valid solution for heritage record. The results indicate that integration of both techniques is a viable solution to the problem of geometric documentation of heritage.

**Key words:** terrestrial laser scan (TLS), unmanned aerial vehicle (UAV), tangible cultural heritage, UAV photogrammetry, data integration, 3D model.

### 1. Introducción

Para documentar el patrimonio histórico y cultural es necesario disponer de información completa de los elementos de interés, y en particular la obtención de datos geoespaciales es objeto de interés. La información geoespacial permite la representación visual y la documentación gráfica y métrica como base para futuros estudios y seguimiento. La captura de esta información se ha realizado habitualmente mediante técnicas geomáticas, tales como la topografía clásica, el GPS y la fotogrametría, a las que en los años 90 se unió la tecnología láser y, más recientemente, los sistemas de captura portados por UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*).

La tecnología de escáner láser tridimensional es relativamente nueva y ha supuesto una revolución en la documentación y análisis geométrico de los elementos patrimoniales a través de la captura masiva de datos. Las limitaciones que ofrece en la actualidad son parecidas a las que ofrecía la fotogrametría hace treinta años: instrumentación costosa, voluminosa y pesada, que requiere de personal y equipos de post-procesado muy especializado (Almagro, 2008). A pesar de estos inconvenientes, esta técnica se ha convertido prácticamente en un estándar para el levantamiento de elementos arqueológicos y arquitectónicos que forman parte del patrimonio cultural, debido a que es una técnica no invasiva, a la reducción del tiempo en la toma de datos y la capacidad para generar, prácticamente de forma automática- modelos tridimensionales de gran precisión a partir de las nubes de puntos, junto con valores de intensidad y color asociado.

Por otro lado, los vehículos aéreos no tripulados (UAV) son muy útiles para la obtención de imágenes de estructuras grandes o zonas de difícil acceso, permitiendo, no sólo la incorporación de cámaras fotográficas, sino también de otros sensores como cámaras de vídeo, térmicas o de infrarrojos, cámaras multiespectrales, sensores de distancia o una combinación de varios. Además, es una alternativa a la fotogrametría aérea convencional cuando se necesitan datos a gran escala, ya que la baja altura de vuelo permite aumentar la resolución de las imágenes y la combinación de la fotogrametría aérea y terrestre.

Sin embargo, ninguna de las técnicas actuales constituye, de manera independiente, una solución integral y definitiva para la documentación geométrica del patrimonio, siendo la integración una vía apropiada para integrar las ventajas de ambas.

En este trabajo se hace una integración de las dos tecnologías con el objetivo de ampliar y completar la documentación métrica de uno de los elementos del patrimonio medieval español más representativo: la ciudad hispano-musulmana de Vascos (Navalmoralejo, Toledo) (Figura 1). Esto permitirá obtener un modelo tridimensional de la alcazaba, además de ortofotografías que permitirán realizar mediciones de la geometría y evaluar el estado de conservación.



Figura 1. Yacimiento arqueológico de la ciudad de Vascos.

En este estudio se analizan las posibilidades que ofrecen el escáner láser terrestre y los sistemas UAV para la documentación de yacimientos arqueológicos, particularmente en zonas poco accesibles, con una orografía compleja, en las que las técnicas clásicas o la fotogrametría de objeto cercano son impracticables.

# 2. Tecnologías de captura de datos tridimensionales

### 2.1. Escáner láser terrestre

Un laser escáner tridimensional es un dispositivo que proyecta un rayo láser estructurado sobre la superficie de un objeto con el fin de recoger información geográfica de un punto de incidencia. El conjunto de puntos capturados por un escáner tridimensional se denomina nube de puntos, una colección de coordenadas xyz en un sistema de representación común, y que representa la superficie del objeto escaneado. Además, puede incluir información adicional como la intensidad de la señal o el valor RGB.

Tanto el escáner láser terrestre (*Terrestrial Laser Scan*, o TLS) es un láser que toma datos desde el suelo, mientras los que toman datos desde el aire o *Airborne Laser Scanner* (ALS) -a menudo también conocido como lídarson sensores activos cuyo sistema de medida opera teniendo en cuenta variables como tiempo de vuelo, diferencia de fase o triangulación. Los TLS que utilizan el método de tiempo de vuelo o de comparación de fase son los más adecuados para el levantamiento topográfico de elementos de medio a gran tamaño (desde unos pocos metros a kilómetros), mientras que los sistemas de triangulación son ideales para registrar objetos de pequeño a mediano tamaño, como pequeños elementos arquitectónicos, y a corta distancia (inferior a unos pocos de metros).

El principio de los escáneres láser de medición de tiempo de vuelo (*Time of Flight, TOF*), que es el utilizado en este trabajo, está basado en la medida del tiempo que tarda el pulso láser en incidir sobre el objeto a medir y volver al escáner, que permite calcular la distancia a la que se encuentra el objeto del escáner (Gonçales, 2007). Como la velocidad de la luz es conocida y el tiempo transcurrido entre emisión y recepción del pulso se puede medir, es posible calcular la distancia por la ecuación (Lichti y Harvey, 2002) [1].

$$D = \frac{c \times \Delta t}{2}$$
 [1]

Donde

D = Distancia sensor-objeto

c = Velocidad de la luz en el vacío (3×10<sup>8</sup> m/s)

 $\Delta t$  = tiempo que tarda la señal en volver al escáner

Se puede decir que, hoy en día, los trabajos de medición con TLS han aumentado de manera considerable, debido principalmente a la evolución de la tecnología que permite obtener información geométrica y radiometría más fácilmente. Y, aunque la investigación en esta tecnología está avanzando, se puede considerar que está consolidada en la explotación.

Se ha utilizado para el estudio de elementos patrimoniales muy diversos, desde pequeñas piezas y hallazgos, hasta grandes conjuntos monumentales, pasando por edificios y yacimientos arqueológicos aislados, distribuidos a lo largo de toda Europa.

### 2.2. Vehículos aéreos no tripulados (UAV)

Los equipos conocidos como UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*, Vehículo aéreo no tripulado) surgieron en los años 50, pero no fue hasta los años 60 cuando el Departamento de Defensa Norteamericano empezó a utilizarlos con fines militares. Su desarrollo se ha visto fuertemente impulsado por las aplicaciones de defensa militar, no comenzando la

aplicación civil hasta principios de los 90. Su ventaja es la capacidad para la adquisición remota de datos en entornos peligrosos o zonas inaccesibles de manera rápida y económica.

Según la Asociación Europea de vehículos no tripulados (EURO UVS), un UAV se puede definir como un vehículo aéreo motorizado no tripulado, que suele seguir un plan de vuelo o se controla dinámicamente de forma remota. Se han utilizado distintos términos para denominarlos, como ROA (*Remotely Piloted Aircraft*) o UA (*Unmanned Aircraft ó Uninhabited Aircraft*), en la actualidad se suele utilizar el término UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) y, más recientemente, se ha empezado a utilizar el acrónimo UAS (*Unmanned Aircraft System*) (Barrientos, 2007).

El sistema UAV para fotogrametría utilizado consistió en una plataforma aérea o quatrirrotor equipada con una cámara fotográfica para la captura de datos espaciales (Figura 2).



Figura 2. Plataforma UAV Microdone md 4-200.

Esta técnica de captura exige una planificación previa del vuelo para obtener los resultados deseados, que está en función de la situación y de las características de la zona de estudio. El área debe estar georreferenciada y es necesario disponer de un modelo digital del terreno para realizar una buena planificación.

La ventaja de esta tecnología es el gran volumen de datos obtenidos en muy poco tiempo y la posibilidad de volar muy cerca de la zona de

estudio, proporcionando fotografías de gran resolución desde diferentes ángulos de visión.

Al tratarse de una tecnología reciente no ha sido utilizado aún abundantemente para el estudio del patrimonio. Ha sido utilizada, por ejemplo, en los yacimientos arqueológicos de Pinchango Alto (Perú) (Eisenbeiss et al., 2005), Copán (Honduras) (Eisenbeiss et al., 2010), el palacio macedonio de Vergina-Aegeae (Grecia) (Patias et al., 2007), así como en las áreas arqueológicas de Pieve di San Pietro en Pava (Sarazzi y Taufer, 2008), Bagiennorum (Benne Vagienna) y Reggia di Venaria Reale (Venaria Reale) (Italia) (Chiabrando et al., 2011), con unos resultados satisfactorios.

### 2.3. Integración TLS-UAV

La fotogrametría que integra UAV y TLS representa la solución ideal para la realización de trabajos sobre patrimonio construido (Scaioni et al., 2009), como en el caso de la reconstrucción tridimensional de la Catedral del Duomo di Milano (Scaioni et al. (2009), la reconstrucción tridimensional de la Porta Miñá de la Muralla Romana de Lugo (Cañizares e Iniesto, 2011) o la producción de un modelo digital de superficies Campione del Garda (Brescia) (Montagna et al, 2011).

### 3. La alcazaba de ciudad de Vascos

El yacimiento arqueológico de Ciudad de Vascos se encuentra situado en el municipio de Navalmoralejo, al oeste de la provincia de Toledo, al pie de las estribaciones occidentales de los Montes de Toledo. Los restos se localizan en la finca particular Las Cucañas. (Figura 3).

Esta ciudad es un lugar de interés turístico-cultural, ya que representa la huella de la presencia islámica en la Península Ibérica en un lugar de gran valor paisajístico, a 430 m sobre el nivel del mar. Además tiene especial importancia para el desarrollo económico y social de su territorio por las periódicas campañas de excavación. El conjunto arquitectónico fue declarado monumento histórico-artístico el 4 de junio de 1931, por lo que en la actualidad tiene la condición de BIC (Bien de Interés Cultural).

Este yacimiento corresponde a los restos de una antigua *madina* (ciudad) amurallada de al-Andalus que estuvo habitada entre los siglos IX y XII y que en la actualidad se encuentra despoblada.

Se sitúa enclavada en una zona de difícil acceso y rodeada por el profundo y escarpado cauce del río Huso en su parte norte y este, que sirve de defensa natural. En la parte más elevada se levantan los restos de la alcazaba, objeto de estudio de este trabajo.

La alcazaba se encuentra dividida en cinco espacios, en torno a un recinto principal de grandes dimensiones protegido por dos torres

cuadrangulares, con un acceso directo por el sur entre dos torres y un portillo al norte. Al sur se estableció en un primer momento una barbacana (recinto defensivo construido delante de un acceso o de un recinto principal) convertida posteriormente en mezquita, que obligó a construir otros dos accesos fortificados y una ampliación al oeste (Juan, 2000; Izquierdo, 2008).

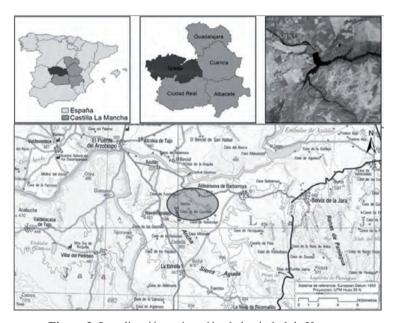


Figura 3. Localización y situación de la ciudad de Vascos.

# 4. Material y métodos

### 4.1. Materiales

Para la realización del trabajo se han obtenido y utilizado los siguientes datos:

■ Nubes de puntos obtenidas en agosto de 2009 con un escáner láser terrestre 3D modelo GX, basado en la tecnología de medida tiempo de vuelo. Las principales características técnicas del láser son: un ángulo de elevación con valores comprendidos entre -22° y +38° y un ángulo acimutal comprendido entre 0° y 360°. El rango de la ventana de escaneo fue de 60°×360°, repartiendo 38° por encima de la horizontal y 22° por debajo de ella. Además, está provisto de un compensador de doble eje, lo que permite corregir la posición de los

- puntos si están muy inclinados. Las irregularidades del terreno han limitado la toma de puntos fuera de este rango, problema que sólo podría solventarse elevando el escáner sobre una plataforma o ampliando de forma muy notable el número de escaneados.
- Imágenes digitales de un vuelo con un UAV. Las imágenes fueron tomadas en agosto de 2010, utilizando la plataforma Microdrone GmbH MD4-1000. Este modelo está diseñado para llevar una carga útil de hasta 1200 g y mantener un tiempo de vuelo de hasta 60 minutos a una altura máxima sobre el nivel medio del mar de 3000 metros. Dispone de un sistema de estabilización electrónica v de seguridad formado por acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, sensores de presión barométrica y otros sensores que permiten evitar, en la medida de lo posible, el desvío de la ruta de vuelo y compensar la posición en caso de ráfagas de aire. Además, este UAV cuenta con un sistema integrado GNSS/INS, por lo que las imágenes obtenidas están georreferenciadas, lo que resulta muy útil a la hora de incorporarlas en el programa de tratamiento de datos. El sensor transportado por el UAV fue una cámara Olympus EP-1 Pen que se adapta a las exigencias de peso y calidad de este equipo. Esta cámara tiene una capacidad de captura de 12,3 megapíxeles, un sensor de 4/3" y color RGB, un motor TruePic 5 y un estabilizador de imagen en movimiento.
- Listado de coordenadas absolutas de las estaciones y dianas de orientación del TLS así como de los puntos de apoyo y de control para el procesado de los datos del vuelo. Las coordenadas están en el sistema de referencia ED50, en proyección UTM huso 30 y con altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante y fueron tomadas con un GPS Leica 500 System SR530 utilizando el método RTK, ya que se disponía de una estación de referencia en la zona y de una estación total Topcon GTS 226. Se empleó el método de radiación desde las mismas estaciones utilizadas para el escaneo.

Para el procesado de los datos el programa utilizado ha sido RealWorks 6.3 (TRIMBLE, 2008) y Agisoft PhotoScan Professional Edition (AGISOFT LLC, 2012). RealWorks es el programa específico de Trimble para el procesado de datos procedentes de escáner láser terrestre y el software Agisoft PhotoScan Pro está diseñado para el desarrollo automatizado de modelos tridimensionales a partir de imágenes, así como para la generación de productos geomáticos basados en tecnologías de visión computacional.

### 4.2. Metodología

Como se ha indicado anteriormente, los datos disponibles para la realización de este estudio se habían obtenido en campañas de campo anteriores. Por ello en este trabajo nos centraremos sólo en el procesado de los datos obtenidos con TLS y UAV (Figura 4).

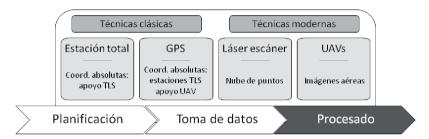
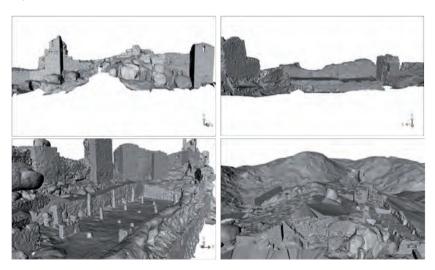


Figura 4. Esquema de trabajo en el levantamiento topográfico.

### 4.2.1. Procesado de datos procedentes del escáner láser terrestre

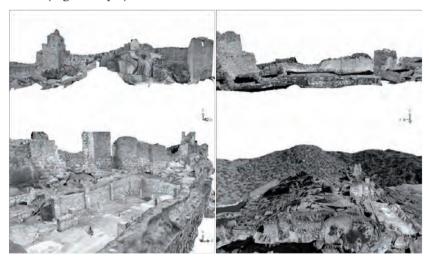
Sin lugar a dudas, ésta es la fase más compleja del trabajo con la tecnología TLS. Normalmente suele ocupar más del doble de tiempo invertido en la captura de datos en el campo, aunque esto depende de los objetivos del estudio.



**Figura 5**. Imágenes de las mallas creadas a partir de la nube de puntos original mediante el software RealWorks.

El tratamiento de los datos consistió en la alineación de las nubes de puntos de los diferentes escaneos con ayuda de las dianas de señalización; a continuación la depuración y filtrado para eliminar el ruido de la nube de puntos; seguido de la creación de mallas de triángulos, dividiendo el trabajo en zonas con solape para garantizar la continuidad de la malla; y, por último, la aplicación de texturas a las mallas obtenidas.

Este último proceso es necesario dividirlo en dos partes, ya que las imágenes disponibles para la aplicación de texturas procedían de fuentes diversas, una obtenida con una cámara terrestre y otra desde el aire (cámara del sistema UAV). Al disponer de imágenes procedentes de distintos sensores se deben procesar para tener unas características radiométricas (luminosidad, brillo, tono) similares. Para ello se han utilizado programas de procesamiento gráfico. Posteriormente se realizó un ajuste radiométrico y una rectificación de las imágenes para conseguir la uniformidad de las mismas antes de asignar la textura definitiva a las mallas (Figuras 5 y 6).



**Figura 6**. Imágenes de las mallas con texturas añadidas a partir de las imágenes terrestre y aérea.

La unión entre imágenes adyacentes, tanto sobre la misma malla como en zonas de solape de mallas diferentes, presenta dificultades que consisten básicamente en conseguir que la texturización sea uniforme y se eviten zonas de costura en la unión.

### 4.2.2. Procesado de datos procedentes de UAV

Las imágenes obtenidas del vuelo están georreferenciadas en el sistema ETRS89, ya que, como se ha indicado anteriormente, el UAV incorpora el sistema integrado de GNSS/INS.

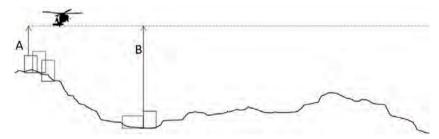
La altura de vuelo se definió según los criterios de resolución de la imagen y la duración de la batería del UAV. De esta manera la resolución se estimó en 2 cm sobre el terreno (GSD), resultando -tras los cálculos del plan de vuelo- un tamaño del pixel de la fotografía de 4,29 micras, una altura de vuelo de 65,27 metros y una escala de vuelo aproximada de 1:4500 (Tabla 1).

Altura de	Recubrin	niento	Ángulo de
vuelo	Longitudinal	Transversal	cámara
65 metros	80%	60%	90°(fotografías

Tabla 1. Parámetros del vuelo sobre la alcazaba, viviendas y puerta este.

El vuelo capturó la mayor superficie posible de la zona más importante del yacimiento, es decir, la alcazaba y sus viviendas exteriores y centrales, situadas al frente de ésta y prolongándose hasta una de las puertas de la muralla situada al este del yacimiento. La amplitud de la zona obligó a realizar dos pasadas, teniendo en cuenta la necesidad de disponer de un buen recubrimiento transversal entre los fotogramas. El vuelo consta de 49 fotografías, la distancia recorrida por el UAV fue de 651,7 metros, el tiempo de duración del vuelo fue de 18 min y 1 segundo y la dirección del vuelo fue noroeste—sureste.

También hay que considerar que se produjeron variaciones en la altura del vuelo, lo que provoca variaciones en la resolución de las imágenes obtenidas. Esto se debe al relieve del terreno y a que en el momento de la planificación del mismo no se disponía del MDT, por lo que se fijó una altura constante de vuelo (ver figura 7).



**Figura 7**. Variación en la altura del instrumento sobre el terreno con una altura de vuelo constante.

Cabe destacar que, hoy en día, gracias a la evolución de las tecnologías ya existen programas de planificación de vuelo en los que se le puede introducir el MDT para calcular el plan de vuelo teniendo en cuenta las variaciones de altitud del terreno. De esta manera el UAV se desplaza

verticalmente para alcanzar las mismas resoluciones de imagen y precisión durante todo el trayecto.

El proceso de orientación fotogramétrica con Agisoft PhotoScan se basa en la condición de colinealidad (Kraus, 2007), que permite realizar la orientación externa en un solo paso, evitando el cálculo de la orientación relativa y absoluta. Esto obliga a que se encuentren en la misma recta el centro de proyección, el punto de la imagen y el punto del terreno proyectado.

En este caso no fue necesario realizar el proceso de calibración, ya que, con esta herramienta podemos obtener automáticamente los parámetros de calibración de la cámara. Estos parámetros se calculan internamente a través de lo que se conoce como auto-calibración, utilizando los datos o metadatos EXIF (*Exchangeable Image File Format*) de la imagen. Los datos EXIF proporcionan las características de la cámara utilizada y los datos de las imágenes importadas del vuelo (Tabla 2).

Tabla 2. Información EXIF del vuelo.

Tamaño de la imagen	Fabricante	Modelo	Distancia focal	ISO	Velocidad obturación
4032x3024	OLYMPUS IMAG CORP.	E-P1	14	200	1/4000

Tabla 3. Errores totales del ajuste del modelo mediante puntos de apovo.

Marcadores	X	Y	Z	error (m)	Proyecciones	error (pixeles)
4	321280.98	4402977.98	410.49	0.043973	8	0.377
5	321301.76	4402950.77	410.25	0.036594	11	0.607
5014	321253.91	4402936.43	400.45	0.012950	6	0.427
5015	321278.43	4402927.60	398.84	0.023243	12	0.876
5023	321350.39	4402920.98	397.65	0.018934	4	0.469
5024	321343.64	4402936.61	400.04	0.040018	6	0.658
25025	321327.14	4402928.43	406.52	0.041475	10	0.731
5027	321300.20	4402972.60	412.79	0.013806	10	0.418
6	321319.35	4402918.63	398.36	0.074533	6	0.710
Error total				0.038595		0.631

El procesado de la imagen consiste en la importación de las imágenes del vuelo fotogramétrico y comprobación de la alineación de las imágenes importadas, eliminando las prescindibles, es decir, las que no pertenecen

a la alcazaba, y comprobando los solapes y giros entre ellas e inspeccionando las características. Posteriormente se genera el modelo digital del terreno (MDT) y se introducen los puntos de apoyo, para obtener una nube de puntos en coordenadas absolutas. Para ello se introducen las coordenadas absolutas de los puntos de apoyo y, con ayuda de las reseñas de los mismos, se localizan los puntos homólogos en el modelo. Finalmente se genera la ortofoto. Los errores resultantes del proceso de orientación del vuelo UAV se encuentran por debajo de los 4 cm, cumpliendo con las expectativas y condiciones impuesta para el trabajo (Tabla 3).

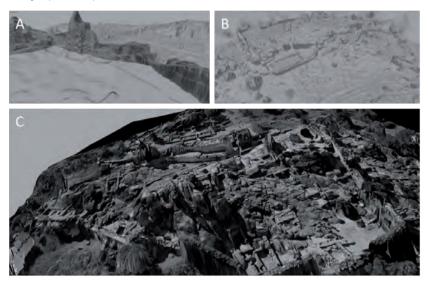


Figura 8. Imágenes de la alcazaba de Vascos: (A) malla alámbrica, (B) malla solida y (C) malla con textura.

### 4.2.3. Procesamiento e integración de datos procedentes de TLS y UAV

Para llevar a cabo la integración de los datos obtenidos con las dos tecnologías (grupos de nubes de puntos o mallas calculados en las dos primeras fases), se exportó la nube de puntos obtenida a un archivo en formato *dxf*, y se trataron los datos de la misma manera que las nubes de puntos procedentes del láser.

Una vez calculadas las dos mallas de la zona se han unido, tomando como base la malla obtenida con los datos del escáner láser, ya que los puntos tienen mayor resolución, y se añadieron partes de la malla calculada con los datos obtenidos con el UAV, aplicando una textura en las zonas con huecos o sin datos (figura 9).



Figura 9. Malla obtenida a partir de los datos procedentes del TLS (a), con el UAV (b) y unión de ambos (c).

# 5. Resultados y discusión

La integración de datos obtenidos mediante el uso de un sistema UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) con un sensor fotográfico incorporado y un TLS (*Terrestrial Laser Scanner*), con el apoyo de técnicas clásicas, como la topografía y el GPS para la georreferenciación, han permitido completar la documentación geométrica de la alcazaba del yacimiento arqueológico de Vascos.

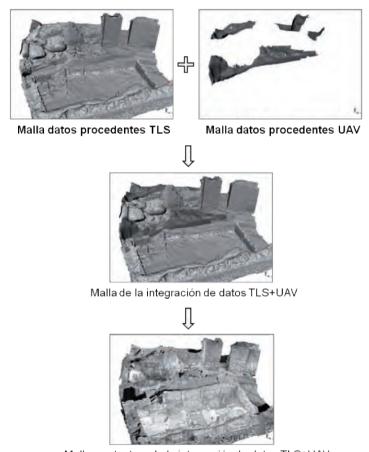
El resultado es una información tridimensional y métrica obtenida a partir de las nubes de puntos originales obtenidas mediante ambas tecnologías sobre la zona de estudio con una resolución de 2×2 cm y una precisión de 1,4 mm a una distancia de 50 m y 2,5 mm a 100 m, siendo la distancia media de escaneo de la zona 75 m. Se ha obtenido un modelo tridimensional y una serie de productos derivados como planos, ortofotos y recorridos virtuales, con la suficiente calidad métrica y radiométrica que permiten realizar futuros estudios arqueológicos con una información muy completa, así como actuaciones de planificación, conservación y difusión de estos restos del patrimonio arqueológico.

A partir de la nube de puntos obtenida se han calculado las mallas de triángulos de la superficie de la alcazaba de la ciudad de Vascos y posteriormente, para dar realismo al modelo, se incorporaron imágenes de toda la zona tomadas desde tierra y desde el aire.

Para la incorporación de las imágenes a la malla se ha tratado cada una de manera independiente, pudiéndose apreciar en las imágenes procedentes del vuelo UAV grandes variaciones de calidad y resolución respecto de las obtenidas con el TLS (Figura 10). Sin embargo, la comparación de los resultados obtenidos sólo puede realizarse respecto de la planta de la alcazaba, ya que los alzados son idénticos, al haberse calculado en los dos casos con los datos del láser escáner.



**Figura 10**. Diferencias entre las mallas calculadas a partir de los datos obtenidos con UAV (a) y TLS (b).



Malla con textura de la integración de datos TLS+UAV

**Figura 11**. Modelo de integración de datos obtenidos con TLS y UAV para calcular el modelo tridimensional.

En líneas generales, lo que se ha pretendido con la integración de datos es analizar si los resultados obtenidos mediante la combinación de mallas eran mejores que los de las mismas mallas de manera independiente.

En cuanto a la radiometría, esta integración de datos también mejora el resultado porque se dispone de textura para la malla aunque, al haber realizado el vuelo aproximadamente a unos 70 m, pueden apreciarse diferencias radiométricas entre imágenes adyacentes, como se explicó anteriormente.

Se han generado tres ortofotos de la planta de la alcazaba, en las que se pueden comparar las diferencias en los resultados obtenidos aplicando solo los datos obtenidos del láser, los obtenidos del vuelo y la combinación de estos dos. (Figura 11).

Las ortofotos de los alzados se han realizado únicamente con los datos TLS y, para poder realizar una comparación al igual que en planta, deberían combinarse ambas tecnologías, utilizando imágenes oblicuas procedentes del UAV para aplicar la textura a las mismas. Sin embargo es algo que no se considera necesario, ya que el TLS proporciona los resultados deseados.

Al comparar los resultados obtenidos con las ortofotos obtenidas mediante diferentes técnicas de forma individual y los resultados de su integración, se observa que las principales diferencias (señaladas sobre las respectivas imágenes) tienen que ver con el ajuste de la radiometría, la oclusión de información por sombras y la existencia de zonas sin MDT (Figura 12).

En la tabla 4 se identifica la técnica más adecuada para resolver las principales carencias.

Tabla 4. Tecnologías de cantura de datos más adecuadas nara resolver

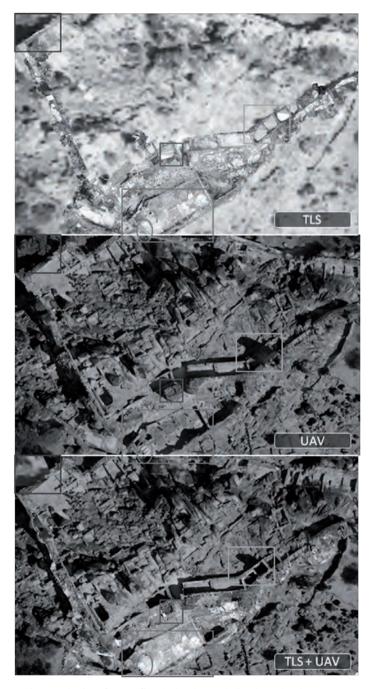
	Oclusión de			
Aiuste	Octusion de	Zonas sin	Arrastre	Cali

	Ajuste radiométrico	Oclusión de información por sombras	Zonas sin modelo	Arrastre de píxeles	Calidad métrica
TLS		X(1)			X(3)
UAV				X(2)	
TLS+UAV	X		X		

<sup>(1)</sup> Depende de la época del año (agosto), día nublado/soleado (soleado) y de la hora de vuelo (11.15h) del UAV.

<sup>(2)</sup> Con el UAV las imágenes obtenidas son buenas para representar la planta, pero arrastra de manera considerada el pixel sobre los muros de la alcazaba. Se necesitarían imágenes oblicuas.

<sup>(3)</sup> La malla de puntos obtenidos a partir de los fotogramas del UAV no representa la geometría exacta, que sólo es aproximada.



**Figura 12**. Ortofotografías de la planta de la alcazaba de Vascos obtenidas mediante diferentes técnicas.

Finalmente, con los datos disponibles se ha creado un modelo tridimensional (Figura 13).



**Figura 13**. Modelo tridimensional y fotorrealista de la alcazaba de Vascos.

# 6. Conclusiones

La tecnología TLS se ha convertido en un estándar para la captura de datos de elementos patrimoniales, tanto arqueológicos como arquitectónicos, por la rapidez y precisión de los datos capturados, además de no verse afectada por las condiciones de iluminación y de no ser una técnica invasiva que pueda afectar al estado de conservación del elemento objeto de estudio. Sin embargo, todavía es necesario mejorar algunos de sus aspectos débiles, como el peso del equipo, su dependencia de las condiciones meteorológicas (especialmente las altas temperaturas), el campo de observación y el coste de los equipos.

La tecnología UAV es aún muy reciente y no hay suficiente experiencia en su utilización, aunque cada día aumentan las aplicaciones en el ámbito del patrimonio gracias a la posibilidad de incorporar diferentes sensores, de realizar vuelos controlados, a corta distancia, con bajo coste de captura, por su carácter de técnica no invasiva y la rápida adquisición de datos. Sin embargo, todavía deben mejorarse las plataformas y los sistemas planificación de vuelo, para hacerlas más estables, y no obtener resultados afectados por la presencia de rachas de viento o condiciones meteorológicas adversas.

El trabajo realizado ha demostrado que ninguna de las dos tecnologías constituye de manera independiente una solución integral para obtener una documentación métrica y gráfica precisa del elemento estudiado. Por ello la integración de los datos procedentes de ambas fuentes es una

solución óptima para este tipo de aplicaciones. La metodología planteada, que busca conservar la calidad métrica de los datos tomados desde el suelo, y completarlos con los datos obtenidos desde aire en las zonas con oclusiones o falta de datos a causa del relieve, ha proporcionado unos resultados satisfactorios, permitiendo generar un modelo de alta calidad métrica y radiométrica.

La integración de tecnologías ha permitido generar un modelo tridimensional fotorrealista, que sólo con los datos obtenidos desde tierra y la falta de accesibilidad para elevar la cámara, hubiera sido muy costoso. Algunos de los problemas identificados, como la presencia de ruido o zonas de oclusión, se podrían haber solucionado con una planificación que garantice la homogeneidad del producto final.

En cualquier caso, el uso de ambas tecnologías ha permitido obtener documentación métrica y gráfica precisa, completa y exhaustiva de la zona de estudio en poco tiempo de escaneo y vuelo. La resolución de las imágenes y precisión es del orden de milímetros, necesaria para realizar estudios futuros o catalogaciones, ya que la documentación métrica es una variable fundamental para la planificación de cualquier intervención.

# Bibliografía

Almagro, A. 2008. La puerta califal del Castillo de Gormaz. *Arqueología de la Arquitectura* 5: 55–77.

Barrientos, A., del Cerro, J., Gutiérrez, P., San Martín, R., Martínez, A., Rossi, C. 2007. *Vehículos aéreos no tripulados para uso civil. Tecnología y aplicaciones*. En Ponencias del II Congreso Español de Informática (CEDI). Zaragoza, 11/14-09-2007.

En http://webdiis.unizar.es/~neira/docs/ABarrientos-CEDI2007.pdf

Cañizares, A. e Iniesto, M.J. 2011. Estudio geométrico de deformaciones con apoyo de la tecnología láser escáner. Aplicación a la muralla romana de Lugo. Topografía y cartografía (Topcart). XXVIII (162): 16-23.

Chiabrando, F., Nex, F., Piatti, D., Rianudo, F. 2011. UAV and RPV system for photogrammetric surveys in archaeological areas: two test in the Piamont region (Italy). *Journal of Archaeological Science*, 38: 697-710.

Eisenbeiss, H., Lambers, K., Sauerbier, M., Zhang, L. 2005. Photogrammetric documentation of an archaeological site (Palpa, Peru) using an autonomous model helicopter. En *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, CIPA, XXXIV-5, C34, 27/01-10-2005, Torino (Italy). pp. 238-243.

Eisenbeiss, H.; Sauerbier, M. 2010. UAVs for the documentation of archaeological excavations. En *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XXXVIII, 5.V Symposium, Newcastle upon Tyne, UK. 2010.

En http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/part5/papers/214.pdf

Gonçales, R. 2007. Dispositivo de varredura láser 3D y suas aplicações na engenharia com ênfase em túneis. Área de Cocentração Engenharia de Transportes Escola Politecnica da Universidade de São Paulo.

Izquierdo, R. 2008. La vida material en una ciudad de frontera: Vascos. En *La Península Ibérica al filo del año 1000, Congreso internacional Almanzor y su época*. Córdoba. pp. 13–45.

Juan, J. de, 2000. La alcazaba de Vascos: Aproximación a su evolución y características. En *Entre el Califato y la Taifa: Mil años del Cristo de la Luz*. Toledo. pp. 307-315.

Kraus, K. 2007. *Photogrammetry: Geometry from images and laser scans*. 2nd Ed. Berlin: Walter de Gruyter.

Lichti, D. y Harvey, B. 2002. The Effects of Reflecting Surface Material Properties on Time of Flight Laser Scanner Measurements. *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications*. Ottawa, Canada.

En http://www.isprs.org/proceedings/XXXIV/part4/pdfpapers/180.pdf

Manual de usuario Agisoft PhotoScan. 2012. Professional Edition (versión 0.8.5). Agisoft Llc.

Manual de usuario RealWorks Survey Advanced. 2008. (versión 6.3.). Trimble.

Montagana, M., Rigon, P., Ercolin, L., Sarazzi, D., Julitta, F. 2011. Moderne tecniche di rilievo aero-fotogrammetrico di oggetti a sviluppo verticale per la produzione di DSM: Il caso di Campione del Garda (BS). En *15ª Conferenza Nazionale ASITA, 2011*. Reggia di Colorno (Italy). pp. 1613-1620.

Patias, P., Saatsoglou-Paliadeli, C., Georgoula, O., Pateraki, M., Stamnas, A., Kyriakou, N. 2007. Photogrammetric documentation and digital representation of the macedonian palace in Vergina-Aegeae. En *XXI International CIPA Symposium*, Athens, Greece, 1-6-2007. En http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-C53/papers/FP112.pdf

Scaioni, M., L. Barazzetti, R. Brumana, B. Cuca, F. Fassi, and F. Prandi. 2009. *RC-Heli and Structure & Motion Techniques for the 3-D Reconstruction of a Milan Dome Spire*. En http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.152.8566&rep=rep1&type=pdf.

Sarazzi, D., and Taufer, O. 2008. *Implementazione di un sistema semiautomatico per la documentazione aerea dello scavo archeologico. Il caso dello scavo archeologico della Pieve di San Pietro in Pava a San Giovanni D'Asso (SI)*. San Giovanni: Fondazione Pava Onlus.







INSTITUTO DE BIODIVERSIDADE AGRARIA E DESENVOLVEMENTO RURAL (IBADER)

