

Evaluación biogeográfica de la caatinga de Pai Mateus (estado de Paraíba, Brasil) mediante el método LANBIOEVA

Biogeographic evaluation of the Pai Mateus caatinga
(Paraíba State, Brazil) using the LANBIOEVA method

M^ª Cristina Díaz-Sanz 

cristina.diazs@uam.es

*Departamento de Geografía
Universidad Autónoma de Madrid (España)*

Pedro José Lozano-Valencia 

pedrojose.lozano@ehu.eus

*Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (España)*

Guillermo Meaza Rodríguez 

guillermo.meaza@gmail.com

*Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (España)*

Resumen

El presente artículo se basa en un trabajo de investigación desarrollado y testado a lo largo de más de 35 años, y que persigue la aplicación de un método de inventariado y valoración biogeográfica (LANBIOEVA) de diversos paisajes vegetales a escala global. Hasta la fecha se ha ido aplicando en zonas tan dispares como la península ibérica, Escandinavia, Balcanes, Chile, Patagonia, Nicaragua, Brasil, Marruecos... Como consecuencia de una estancia de investigación en 2019, se aplicó a un ecosistema brasileño tan característico como la Caatinga del nordeste, concretamente en el sector de Pai Mateus (Estado Federal de Paraíba) con objeto de diagnosticarlo de manera global y ofrecer pautas para su correcta gestión y ordenación. Para ello, se acometió un inventariado sistemático de 10 parcelas, a las que se aplicó un diagnóstico valorativo basado en criterios naturales, territoriales, estructurales, culturales, de manejo, riesgos, etc. Los resultados permiten constatar valores generales que se sitúan claramente por encima de los registrados en los ámbitos territoriales antes referenciados, con la única excepción de una parcela de Bosque Mediterráneo Esclerófilo con Palma, en el entorno de Valparaíso-Viña del Mar (Chile).

Palabras clave: valoración biogeográfica; PRICON; infraestructura verde; servicios ecosistémicos.

Abstract

This paper is based on a research work developed over 25 years that aims to consolidate a method for making biogeographical inventories and evaluations of vegetal landscapes in mid and high latitudes. To date, the method has been applied to different ecosystems within the Iberian Peninsula, Scandinavia, Balkans, Chile, Nicaragua, Brazil. As consequence of a research stay in 2008, the highest score by applying the method to a specific formation, the Mediterranean forest with Chilean Palm, was recorded. This article focuses, exposes and analyzes the overall results obtained in the area of five populations located among their northernmost and southernmost area of distribution limit. Moreover, this paper expects to make a diagnosis about these formations in a global sense and it also provides a guideline in order to ensure its management and planning in a correct way. The methodology is based on a systematic inventory of different units along with an assessment based on natural, territorial, cultural, management and risks criteria. The results again confirm general values which, however, in this case do not reach the registered in the area of Valparaíso-Viña del Mar (Chile). However, criteria such as the territorial or mesological are still counting on big scores.

Key words: biogeographical evaluation; PRICON; green infrastructure; ecosystem services.

1 Introducción

Uno de los objetivos básicos de la Geografía y, dentro de ella, la Biogeografía es generar los conocimientos, herramientas metodológicas y resultados necesarios que aporten a la sociedad no sólo diagnósticos sino también respuestas concretas encaminadas a corregir las debilidades o amenazas que muestran los recursos territoriales o, en su caso, otras medidas que intenten seguir aprovechando las fortalezas y oportunidades.

En los últimos siglos se asiste a una reducción drástica de determinados ecosistemas y, paralelamente, de la diversidad a escala planetaria amén de la extinción de especies a un ritmo mucho más elevado que el constatado hasta la aparición del ser humano (Diamond, 2006). Frente a los evidentes peligros derivados de un crecimiento económico ilimitado, hace falta generar protocolos de análisis, evaluación y diagnóstico ambiental que aporten el necesario cambio de paradigma hacia políticas territoriales, económicas, sociales y ambientales mucho más equilibradas y basadas en la verdadera capacidad de los ecosistemas de generar recursos, por supuesto limitados, que han de planificarse y gestionarse adecuadamente (MC Neill, 2000). Se trata de los servicios ecosistémicos.

Con frecuencia, los estudios para evaluar un determinado ecosistema se han centrado en ejercicios científicos relativamente complejos y difíciles de interpretar y utilizar por el gestor que, a la vista de las características físicas, ambientales, mesológicas, culturales, patrimoniales, perceptuales, etc., debe poner en marcha los preceptivos planes para la ordenación y gestión de los paisajes y territorios, fundamentalmente los de dominante natural. De ahí que sean altamente interesantes las aproximaciones metodológicas que brindan al gestor una herramienta operativa para la toma responsable de decisiones (Strijker et al., 2000; Debinski et al., 2001) y, sobre todo, las que ofrezcan una visión transversal que combine cuestiones relacionadas con los valores naturales intrínsecos de las unidades de paisaje con aquellas otras ligadas a los procesos ecológicos y con las que atañen a los aspectos culturales y de manejo del territorio.

Conscientes de esta necesidad, desde hace más de 35 años hemos trabajado, en el seno de distintos proyectos de investigación, en la línea de generar una herramienta potente y científicamente robusta que permita inventariar, analizar, diagnosticar, evaluar y realizar las propuestas necesarias para la correcta gestión de diferentes paisajes, unidades ambientales o ecosistemas. Dicha propuesta se resume bajo el acrónimo LANBIOEVA (*Landscape Biogeographical Evaluation*) y se ha ensayado en diferentes ámbitos territoriales europeos (península ibérica, Balcanes, península escandinava...), centro-sudamericanos (Nicaragua, Brasil,

Región Mediterránea de Chile, Patagonia...) y, en la actualidad africanos (Marruecos) (Cadiñanos & Meaza, 1998a, 1998b, 2000; Cadiñanos et al., 2002, 2011; Meaza et al., 2006; Lozano-Valencia et al., 2007; Lozano-Valencia & Cadiñanos, 2009; Lozano-Valencia et al., 2013; Sagastibeltza et al., 2014; Quintanilla & Lozano-Valencia, 2016; Díaz-Sanz & Lozano-Valencia, 2017, 2019; Díaz-Sanz, 2020; Lozano-Valencia et al., 2022).

En 2019, durante una estancia de investigación relacionada con un simposio internacional de Biogeografía, un equipo de biogeógrafos brasileños y españoles de diferentes universidades acometió el inventariado y valoración de distintas facies del ecosistema de Caatinga del nordeste de Brasil, en el Estado de Paraíba, concretamente en el sector de Pai Mateus (Figura 1), mediante el método LANBIOEVA con el objetivo principal de que sirviera para la planificación y gestión de estos paisajes (hasta ahora los estudios de la Caatinga se habían centrado en análisis florísticos, fitogeográficos o de distribución poblacional). Tanto más teniendo en cuenta que Pai Mateus posee unos recursos ambientales, ecológicos, geológicos y culturales que le pueden hacer acreedor de diferentes figuras de protección.

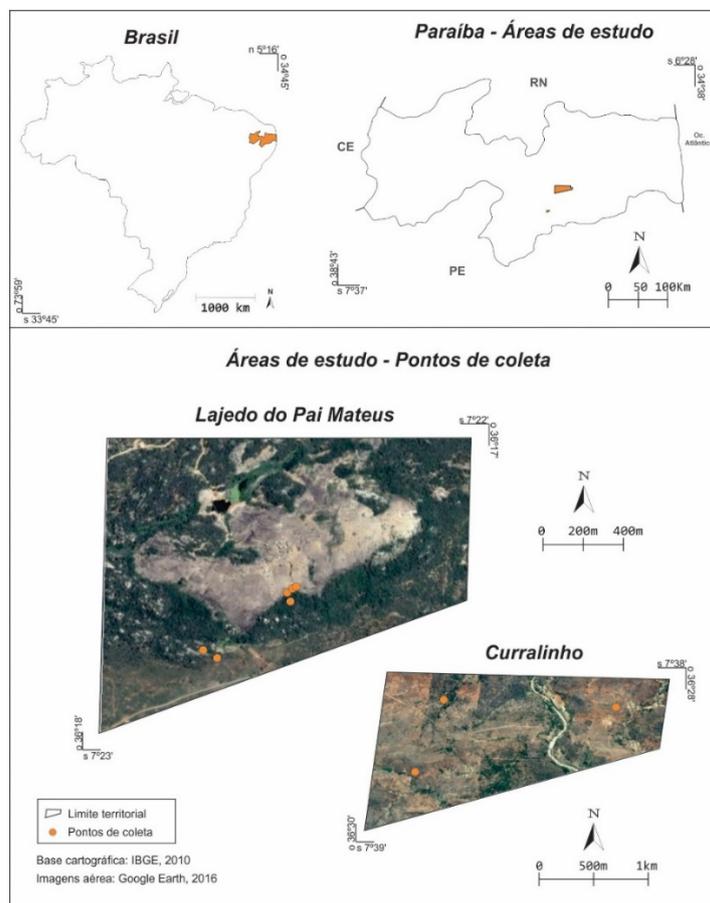
Por otra parte, el contenido y funcionalidad práctica de este trabajo lleva aparejado los siguientes objetivos operativos:

- La integración de una visión que considere los múltiples atributos ambientales que conforman los paisajes de Caatinga a inventariar y valorar.
- La generación de protocolos de valoración biogeográfica que recojan diferentes aspectos: geología, geomorfología, suelos, vegetación, fauna, usos del suelo, etc. dentro del territorio de estudio.
- La emisión de valoraciones parciales (naturales, culturales, mesológicos, de amenaza...) que puedan ser tenidas en cuenta de forma sectorial atendiendo a los atributos o cuestiones que se consideren oportunas a la hora de planificar y gestionar estos espacios y su infraestructura verde.
- El desarrollo, puesta a punto continua y mejora de la versatilidad del Método LANBIOEVA, cara a que pueda ser aplicado en todo tipo de espacios del Planeta.

El "Lajedo" de Pai Mateus se sitúa dentro del Estado de Paraíba, en concreto en Cabaceiras, al nordeste de Brasil. Se trata de un paisaje muy peculiar que, por una parte, muestra unas formaciones geológicas ciertamente interesantes y, por otra, un paisaje vegetal que en un medio semiárido varía entre una selva arbórea abierta que rememora una facies más pobre que la existente en la Mata Atlántica (en escasos sectores) y, por otra, un matorral o bosque hueco

espinoso muy modificado por la acción del ser humano. En este sentido, se puede decir que constituye una formación vegetal cultural, transformada durante siglos por las actividades y necesidades antrópicas.

Figura 1. Localización del área de estudio



Fuente: elaboración propia

Desde el punto de vista geológico, la zona se caracteriza por presentar una litología granítica general de edad neoproterozóica, que se resuelve en formaciones del suíte calcialcalina de medio a alto potasio, llamada "Itaporanga". Dicho sustrato granítico y granodiorítico ha sido sometido a procesos tectónicos y erosivos durante una dilatada escala temporal. Ello ha dado lugar a una estructura general de inselbergs o lomos de ballena que se encuentran flanqueados de fallas, de manera que éstas han generado zonas elevadas topográficamente (horts) en forma de estéticos lomos de ballena, y deprimidas (graben) que configuran valles extensos y relativamente planos donde aparecen los mejores ejemplos de Caatinga (Figura 2).

Figura 2. Imagen de las zonas deprimidas o fondos de valle donde se sitúa el paisaje de Caatinga desde uno de los inselbergs



Fuente: imagen propia (2019)

Por si ello fuera poco, la red de fallas y diaclasas ha generado una malla ortogonal de fracturas que da lugar a un modelado muy característico: los berrocales denominados localmente “lajedos”. A favor de estas fallas, el granito va siendo atacado física y químicamente dando lugar a espectaculares bolos de dimensiones decamétricas y métricas (Figura 3).

Figura 3. Imagen de los Berruecos en el Lajedo de Pai Mateus



Fuente: imagen propia (2019)

En lo que respecta a las condiciones climáticas, las temperaturas medias son uniformemente cálidas a lo largo de todo el año, fluctuando entre los 24° y 26 °C. Por su parte, las precipitaciones anuales son escasas, registrándose entre 500 mm y 700 mm. (Macedo et al., 2011). En la Caatinga se distinguen dos estaciones: el invierno, cálido y seco; y el verano, cálido y lluvioso. Los meses húmedos se extienden de febrero a mayo, mientras el período seco abarca los 8 meses restantes. Los vientos alisios, provenientes del NE, E y SE, alcanzan su mayor intensidad en la época seca, estación desfavorable en la que la vegetación arbórea y subarbórea-arbustiva pierde el follaje, que reverdece con las primeras lluvias de febrero para, en sólo 4-5 meses, desarrollar todo su ciclo reproductivo. La vegetación característica de la Caatinga, por tanto, xerófila, además de perder el follaje, muestra unos sistemas radiculares muy extensos y potentes que son capaces de aprovechar hasta la última gota de agua incluso en sectores de inselberg, donde los suelos son especialmente arenosos (litosoles o arenosoles muy magros y con escasa capacidad de retención del agua). En las zonas más llanas y bajas, aunque también se imponen los arenosoles, los suelos muestran mejores condiciones estructurales y texturales, una potencia superior y más capacidad de campo.

Figura 4. Fotografía de un ejemplo de parcela facies 1 en el Lajedo de Pai Mateus



Fuente: imagen propia (2019)

Así, el paisaje de Caatinga muestra dos facies fenológicas muy contrastadas: en el periodo de sequía, con la pérdida de las hojas, la de chaparral gris, incluso blanquecino (ese es precisamente el significado de Caatinga: bosque blanco o vegetación blanca); y durante la estación favorable, la de un vergel, eso sí, muy aclarado o hueco que puede recordar, al menos funcionalmente, a las dehesas españolas o el bosque mediterráneo esclerófilo de Chile. En todo caso, se trata de

formaciones muy pastoreadas, con dos estratos: uno subarbóreo y otro herbáceo explotado por el ganado (vacas, cabras y caballos).

En lo que respecta a las facies diferenciadas, éstas se pueden clasificar en 3 grandes grupos. En un primer grupo se sitúan los retazos de Caatinga ubicados a media ladera de los inselbergs, donde se comienza a acumular algo de suelo y puede prosperar una agrupación que se caracteriza por la existencia de verdaderos árboles, que superan los 5 m de talla, y una gran diversidad de estratos junto a bolos graníticos (Figura 4). En esta facies destacan especies arbóreas como *Hymenaea rubriflora*, *Senna martiana*, *Poincianella gardneriana*, *Libidibia ferrea* var. *pleiostachya*, *Myracrodruon urundeuva*, *Eugenia uniflora* o *Annona leptopetala*. En el estrato arbustivo o arborescente se encuentran *Cordia rigida*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Croton blanchetiana*, *Tocoyena formosa*, *Eugenia uniflora*, *Caponesia eugenioides*, *Calyptranthes lucida*, *Cochlospermum vitifolium* y *Aspidosperma pyriforme*. Dentro del grupo de las cactáceas y bromeliáceas destacan *Pilosocereus pachycladus*, *Bromelia laciniata*, *Tillandsia recurvata* y *Tacinga palmadora*. Entre las trepadoras y arbustos bajos hallamos *Cnidioscolus loefgrenii*, *Dioscorea* sp., *Stapelia* sp., *Smitas* sp. y *Dioclea grandifolia*; y entre las herbáceas *Panicum trichoides* y *Eleusine indica*.

Una segunda facies la configuran los retazos muy pequeños de Caatinga asociados a las partes bajas o rellanos entre los inselbergs, con suelo más profundo, pero también gran cantidad de bolos o berruecos (Figura 5). El estrato arbóreo lo integran *Hymenaea rubriflora*, *Poincianella gardneriana*, *Libidibia ferrea* var. *pleiostachya*, *Caesalpinia ferrea*, *Rhamnidium molle* y *Commiphora leptophloeos*. El arbustivo o arborescente *Calyptranthes lucida*, *Aspidosperma pyriforme*, *Croton blanchetiana*, *C. rhamnifolius* var. *moritibensis*, *Syagrus cearensis*, *Bauhinia cheilanthos* y *Mimosa tenuiflora*. El grupo de cactáceas y bromeliáceas está representado por *Pilosocereus pachycladus*, *Bromelia laciniata*, *Tillandsia recurvata*, *Tacinga palmadora*, *T. inamoena* y *Pilosocereus gounellei*. El estrato herbáceo es pobre y está dominado por *Callisia monandra* y *Deyeusia rupestris*.

Figura 5. Ejemplo de parcela de la facies 2



Fuente: imagen propia (2019)

La tercera y última de las facies es la de Caatinga de laderas bajas y fondos de valle. En este caso, más que un verdadero bosque configura un matorral alto con gran presión por pastoreo. Es precisamente esta última cuestión la que da lugar a dos subfacies: la primera (3a) (Figura 6) no excesivamente pastoreada; la segunda (3b) (Figura 7), en zonas más cercanas a algún caserío o hacienda, muestra mayor carga y presión ganadera. En ambos casos, así como en las anteriores dos facies, se imponen el estrato arbóreo y subarbóreo, de manera que la cobertura de las especies con cierta altura hace que la presencia de herbáceas sea escasa. Dominan los pies arborescentes o arbustivos separados y la explotación ganadera hace que el estrato herbáceo sea más rico en especies; pero el resto es considerablemente más pobre, también en lo que respecta a la presencia y cobertura de cactáceas y bromeliáceas. En el estrato arbóreo, que no sobrepasa los 6-7 m de altura (en tres de los inventarios no existía ninguna especie con talla superior a los 5 m), se pueden encontrar: *Chloroleucon dumosum*, *Commiphora leptophloeos*, *Myracrodruon urundeuva*, *Mimosa ophthalmocentra* y *Manihot carthaginensis* sbsp. *glaziovii*. Entre los taxones arborescentes y arbustivos (entre 1 y 5 m) destacan *Croton blanchetiana*, *C. rhamnifolius* var. *moritibensis*, *Cordia leucocephala*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Tocoyena formosa*, *Sidastrum paniculatum*, *Sapium glandulosum* y *Jatropha mollissima*. Las cactáceas y bromeliáceas están representadas por *Pilosocereus pachycladus*, *P. gounellei*, *Tillandsia recurvata*, *Tacinga palmadora*, *T. inamoema*, *T. wernerii*, *Encholirium spectabile* y *Neoglaziovia variegata*. El grupo de las matas (arbustos bajos) y trepadoras está integrado por *Cnidocolus loefgrenii* y *Cissus decidua*. Las

herbáceas son abundantes, encontrándose: *Melochia pyramidata*, *M. Tomentosa*, *Callisia monandra*, *Portulaca elatius*, *Eleusine indica*, *Evolvulus filipes*, *Centratherum punctatum*, *Diodella teres*, *Waltheria indica*, *Ruellia Bahiensis*, *Commelina erecta*, *Bidens villosa*, *Alternanthera tenella*, *Paspalum fimbriatum*, *Cyperus uncinatus*, *Evolvulus glomeratus*, *Aristida setifolia*, *Chloris sp.*, *Phyllanthus heterophyllus*, *Selaginella convoluta*, *Antheophora hermaphrodita*, *Zordia leptophylla* y *Turnera pumilla*.

Figura 6. Ejemplo de parcela perteneciente de la facies 3a



Fuente: imagen propia (2019)

Figura 7. Ejemplo de parcela perteneciente a la facies 3b



Fuente: imagen propia (2019)

2 Metodología

Una de las principales vertientes de la Biogeografía aplicada es, sin duda, la valorativa, que trata de constatar el estado actual de la vegetación para su evaluación cualitativa con fines, principalmente, conservacionistas. Desde esta perspectiva, es un importante instrumento en la ordenación y gestión territorial, una herramienta fundamental para el conocimiento y la toma de decisiones respecto a la vegetación considerada como patrimonio natural y cultural. El análisis valorativo de la vegetación constituye, por otra parte, el punto de encuentro de especialistas provenientes de distintos campos del conocimiento –botánicos, ecólogos, geógrafos, ingenieros y otros técnicos y profesionales– (Cadiñanos & Meaza, 1998a, 1998b), lo que hace deseable llegar a la elaboración de procedimientos consensuados y asumibles por la generalidad de los expertos.

2.1 Inventariado

En primer lugar, se estableció el área de distribución de los paisajes de caatinga de Pai Mateus a partir de la lectura y consulta de distintas fuentes (Giulietti et al., 2002; Leal et al., 2003; Rios & Thompson, 2013). En segundo lugar, se realizó un laborioso trabajo de fotointerpretación para lograr certificar cuales eran los mejores sectores a la hora de definir las parcelas de estudio. Una vez establecidas las mejores poblaciones potenciales, se realizó un primer trabajo de campo para estimar o desestimar lo que habíamos fotointerpretado. Tras predefinir las unidades y su ubicación, se estimó un número mínimo de inventarios diseminados con carácter estratificado y aleatorio mediante el SIG (ARCGIS.10). A su vez, el número de inventarios a realizar dependió de los siguientes criterios:

- a) La superficie que cada facies ocupa. Cuanto mayor es ésta, mayor cantidad de inventarios le corresponden.
- b) El número de especies nuevas que aparecían entre los inventarios correlativos. De esta manera, si entre un inventario y los dos siguientes no existía un número superior al 5% de plantas nuevas, se estimaba que ese número de inventarios era suficiente.
- c) Normalmente, la curva de especies se estabiliza a partir del 7º u 8º inventario, de manera que, últimamente, en nuestras investigaciones, se ha estimado un número de 10 parcelas para que, a su vez, los resultados puedan ser comparados con los obtenidos en el resto de los ámbitos mencionados.

En definitiva, se caracterizó y evaluó un total de 10 inventarios inéditos de 20 x 20 metros, realizados en septiembre de 2019 aunque fueron revisados posteriormente en febrero de 2020. En primer lugar y, para cada uno de los inventarios, se obtuvieron los datos de localización e identificación del lugar (coordenadas UTM, topónimos, etc.), aspectos y rasgos geográficos y medioambientales generales (topográficos, litológicos, geomorfológicos, edáficos e hidrológicos), fotografías de la parcela, etc. A continuación se tomaron no sólo los habituales datos sobre todos los taxones de la flora vascular presentes, sino también de la flora fúngica y líquénica y la cobertura de las especies de la briofita (estrato muscinal), con indicación de la cobertura general para los musgos, líquenes, hongos, hojarasca y suelo desnudo y la de cada especie con el resto, con una escala de 6 clases basadas en la notación clásica de la escuela fitosociológica sigmatista de Braun-Blanquet (+: menos del 1 % de cobertura, 1: entre el 1,1 % y el 10 %, 2: entre el 10,1 % y el 25 %, 3: entre el 25,1 % y el 50 %, 4: entre el 50,1 % y el 75 % y 5: entre el 75,1 % y el 100 %), por cada uno de los cuatro estratos en que dividimos convencionalmente las comunidades (estrato >5 m, estrato entre 4,9 y 1 m, estrato entre 0,9 y 0,5 m y estrato inferior <0,49 m) y la cobertura global.

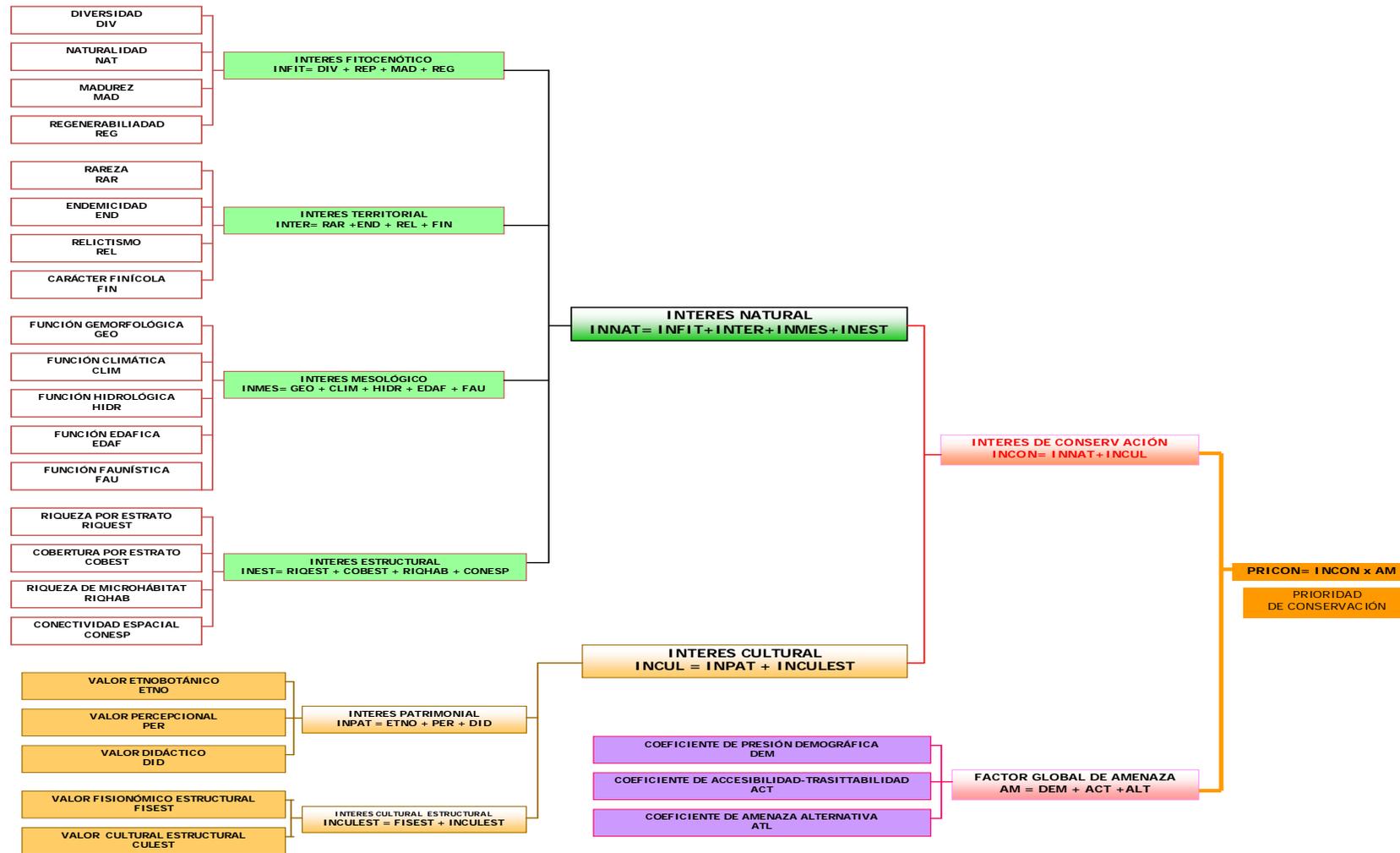
Además, se anotaron datos sobre los hábitats no desglosables (RIQHAB), la superficie de la mancha homogénea (CONESP), la variedad dasonómica tipológica (FISEST), y los valores culturales y etnográficos añadidos (CULEST).

Con toda la información obtenida por cada uno de los inventarios dentro de cada facies de Caatinga se confeccionó el sininventario que responde a la caracterización media de la facies estudiada. Los datos de cobertura, además, se obtienen a través de las medias de los datos registrados por cada especie en cada uno de los inventarios. Esta cuestión añade un mayor grado de objetividad a la formación final y, por tanto, al propio sininventario.

Como es fácil advertir, estos inventarios son más laboriosos que los fitosociológicos o similares; ahora bien, una vez realizados, la información obtenida es mucho mayor, lo que permite su posterior utilización no sólo para la caracterización geobotánica de la zona en cuestión, sino también para reflejar su disposición estructural y biogeográfica, así como, en última instancia, para realizar la evaluación y gestión de la vegetación, fauna y paisaje.

2.2 Evaluación biogeográfica

Figura 8. Organigrama de la metodología LANBIOEVA



Fuente: elaboración propia

La propuesta metodológica descansa en dos conceptos valorativos diferenciados que constituyen, al tiempo, eslabones estrechamente ligados del sistema operativo (Figura 8):

a) *El Interés Natural (INNAT)*

Compuesto por cuatro tipos de criterios: fitocenóticos, territoriales, mesológicos y estructurales.

- Interés Fitocenótico (INFIT): Los criterios fitocenóticos estiman caracteres intrínsecos de la vegetación y del paisaje tales como la diversidad, naturalidad, madurez y regenerabilidad espontánea. Como consecuencia, la unidad valorada puede obtener un INFIT que puede variar entre 5 y 50 puntos siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{INFIT} = \text{DIV (1 a 10)} + \text{NAT (1 a 10)} + \text{MAD (2 a 20)} + \text{REG (1 a 10)}$$

- Interés Territorial (INTER): Los criterios territoriales son bifactoriales -se aplican tanto a nivel de especie como de agrupación- y consideran los atributos de rareza, endemismo, relictismo y carácter finícola, tanto de los taxones presentes como de la propia formación o unidad de paisaje. Para determinar estos aspectos se han tenido en cuenta las obras de Giulietti (2002), Leal et al. (2003) y Rios y Thompson (2013). Consecuencia de ello, la unidad valorada puede obtener un INTER que puede variar entre 5 y 50 puntos siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{INTER} = \text{RAR (2 a 20)} + \text{END (1 a 10)} + \text{REL (1 a 10)} + \text{FIN (1 a 10)}$$

- Interés Mesológico (INMES): Los criterios mesológicos evalúan la contribución de la vegetación a la protección, equilibrio y estabilidad de la biocenosis, el hábitat y el geo-biotopo en el que radica. En su virtud, se proponen 5 parámetros, correspondientes a las funciones geomorfológica, climática, hidrológica, edáfica y faunística (Cadiñanos & Meaza, 1998a). Consecuencia de ello, la unidad valorada obtiene un INMES que puede variar entre 6 y 60 puntos siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{INMES} = \text{GEO (2 a 20)} + \text{CLIM (1 a 10)} + \text{HIDR (1 a 10)} + \text{EDAF (1 a 10)} + \text{FAU (1 a 10)}$$

- Interés Estructural (INEST): A los valores naturales también se le deben sumar parámetros relacionados con las cuestiones estructurales tales como: la diversidad específica dentro de cada estrato (RIQUEST), la cobertura de los diferentes estratos del bosque (COBEST), la diversidad de microhábitats (RIQHAB) y la superficie continua de la unidad estudiada (FORESP). Tanto el RIQUEST como el COBEST se estima que no deben tener un valor tan elevado como la mayor parte de los criterios y por eso se reduce su valor a la mitad, es decir, se multiplican por un índice de ponderación de 0,5, puesto que podrían ser redundantes. Consecuencia de ello,

la unidad valorada puede obtener un INEST que puede variar entre 1 y 92 puntos siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{INEST} = \text{RIQUEST (1 a 20)} \times 0,5 + \text{COBEST (1 a 20)} \times 0,5 + \text{RIQHAB (1 a 10)} + \text{CONESP (0 a 62)}$$

La suma de estos cuatro grupos de criterios da lugar al denominado Interés Natural (INNAT) y, por tanto, puede ser utilizado como un criterio de raigambre y naturaleza puramente ambiental. En cualquier caso, dicho parámetro puede oscilar entre 18 y 252 puntos. Su fórmula sería:

$$\text{INNAT} = \text{INFIT (5 a 50)} + \text{INTER (5 a 50)} + \text{INMES (6 a 60)} + \text{INEST (2 a 92)}$$

b) Valoración del Interés Cultural (INCUL)

Los criterios de carácter cultural han sido obviados o infrutilizados en la mayor parte de las propuestas valorativas debido, básicamente, al reduccionismo naturalístico. Sin embargo, concitan una atención cada día mayor en la sensibilidad y políticas conservacionistas. El INCUL se calcula teniendo en cuenta, a su vez, otros dos grupos de criterios diferentes.

- *Interés Patrimonial (INPAT)*: Los criterios patrimoniales estiman diferentes cuestiones o valores que dependen de la utilización que la comunidad humana que ha habitado el territorio de estudio ha hecho con respecto a la formación en cuestión o las plantas que aparecen dentro de ella, es decir, el interés etnobotánico (ETNO). Este criterio trata de evaluar los aspectos etnoculturales (históricos, arqueológicos, religiosos, mitológicos, simbólicos, recreativos, medicinales...) de las plantas, la vegetación y el paisaje que, en su caso, pueden contribuir a hacerlas acreedoras de conservación. El ETNO es multiplicado por un factor de corrección de 2 puesto que cuenta con mayor importancia que los otros dos, de manera que puede fluctuar entre 2 y 20 puntos. Además, se toman en consideración dos cuestiones sumamente interesantes que afectan al presente de la propia formación, por una parte, la percepción que la población tiene con respecto a la misma (PER). Es un parámetro que trata de valorar la relación perceptiva (escénica, estética, incluso vivencial) del ser humano con respecto a la vegetación. Para su correcta evaluación, lo ideal es contar con encuestas objetivas de preferencias, gustos, querencias y afinidades (esto es precisamente lo que se llevó a cabo con un total de 150 encuestas). Y, por otra, su capacidad para enseñar, es decir, su valor didáctico (DID) con respecto a la educación y formación de la población. Este criterio trata de aquilatar el interés pedagógico del paisaje en sus aspectos naturales y culturales y en la educación y concienciación ambiental de la población en general. Se propone la utilización de la siguiente escala genérica que el investigador habrá de aplicar usando pautas previamente establecidas: desde el valor 1 a aquellas unidades que cuenten con un valor didáctico muy bajo hasta el 10

a aquellas que obtengan uno de muy alta estima. Así, el INPAT puede fluctuar entre 4 y 40 puntos. En los tres criterios se utiliza una escala que va desde el valor muy bajo (1 punto), al bajo (3 puntos), medio (5 puntos), alto (7 puntos) y muy alto (10 puntos) pudiéndose estimar, como no, puntuaciones intermedias en el caso de que así proceda.

$\text{INPAT} = \text{ETNO (2 a 20)} + \text{PER (1 a 10)} + \text{DID (1 a 10)}$

- *Interés Cultural Estructural (INCULEST)*: Este grupo de criterios trata de evaluar los aspectos relacionados con el manejo de las especies existentes, fundamentalmente de árboles y grandes arbustos (FISEST) tales como la morfología de los fustes y el ramaje. A este respecto, se dividen tres grandes morfologías derivadas del manejo antrópico: por una parte, el denominado monte alto que se deriva de un crecimiento del bosque sin existencia de manejo o transformación humana alguna, de tal manera que los fustes crecen de manera natural y tienden a ser alargados y relativamente rectilíneos. Otra de las morfologías sería el monte bajo (bosque tallar, jaro o sebe) donde el ser humano tiene o cuenta con un papel fundamental al cortar los árboles o arbustos desde su base de manera que salen diferentes ramas desde el tocón en forma de pluricaules bajos. A estas dos morfologías se le añadiría una intermedia que consiste en un manejo en este caso de corta del fuste a media altura, aproximadamente a 2-3 metros del suelo de manera que el árbol se ramifica pronto y no cuenta con un carácter rectilíneo como el del monte alto. En este caso los pluricaules son en altura y se denominan tradicionalmente como árboles trasmochos, cabeceros o encabezados. Se recomienda otorgar un punto por cada una de las tres tipologías que puedan aparecer dentro de la unidad estudiada. En segundo lugar se encontraría el interés estructural cultural (CULEST) que trata de poner de relieve aquellos elementos culturales o humanos tales como: vestigios, estructuras y microtopografías relictuales de prácticas forestales; muros, muretes, lezones, setos, caballones y cárcavas de contención o de separación de parcelas; carboneras...), agroganaderas (cerraduras, estacados tradicionales de madera o setos vivos, cabañas y otras construcciones rústicas...), preindustriales (ferrerías, molinos, aceñas, batanes), arqueológicas (menhires, crómlech, dólmenes, túmulos, ruinas...), elementos simbólicos, místicos o religiosos (árboles o bosques excepcionales por causas subjetivas, tradiciones mágico-religiosas, ermitas, santuarios, etc.) configuradoras de paisajes vegetales peculiares. Se recomienda adjudicar 1 punto por cada elemento considerado de alto valor cultural, respetando siempre la escala de 1 a 10 puntos. El INCULEST es multiplicado por un factor de corrección de 2 puesto que cuenta con mayor importancia que los otros tres, de manera que puede fluctuar entre 0 y 26.

Con todo, el Interés Cultural (INCUL) deriva de la suma de las calificaciones adjudicadas a los 3 criterios valorativos que lo integran. Esto es:

$$\text{INCUL} = \text{ETNO (2 a 20)} + \text{PER (1 a 10)} + \text{DID (1 a 10)} + \text{INCULEST (0 a 26)}.$$

El interés cultural global oscila, entonces, entre 4 y 66 puntos.

c) *El interés de conservación de una determinada agrupación vegetal o paisaje (INCON)*

Resulta de sumar a la puntuación de INNAT (18 a 252) la calificación obtenida por INCUL (4 a 66), con lo que el rango de INCON oscila entre 22 y 318 puntos.

d) *La Prioridad de conservación (PRICON)*

Se trata de un concepto solidario, pero, al tiempo, sustancialmente diferente al de INCON (interés de conservación), ya que incluye consideraciones ajenas, extrínsecas, a este último. Su resultado ha de ser asumido de manera independiente y no debe ser confundido con él. La prioridad de conservación está, pues, expresamente ideada para su utilización por la administración competente o el gestor, quienes precisan de un diagnóstico claro y operativo sobre cuáles son los espacios que deben ser priorizados para su protección y cuáles pueden esperar.

El grado de amenaza que pesa sobre las unidades de vegetación o paisajes concernidos en el proceso evaluativo se calibra en función de tres parámetros: presión demográfica, accesibilidad-transitabilidad y amenaza alternativa.

- *El Coeficiente de Presión Demográfica (DEM)*: introduce la variable demográfica humana en el sistema valorativo. En su virtud, se priman o penalizan situaciones de alta o baja densidad de población, con mayor o menor peligro, respectivamente, de alteración de la vegetación. La escala a aplicar se obtiene en función de los rangos de densidad real en habitantes/km² de la zona de estudio. El investigador debe tener en cuenta cuestiones como la demografía de la zona, cercanía a grandes núcleos de población y conurbaciones y flujos estacionales, así como la disponibilidad y nivel de detalle de las fuentes estadísticas. La escala propuesta varía entre el 1 para aquellos ámbitos con densidades de menos de 50 habitantes por km² hasta 10 en aquellos que se superen los 450 hab/ km².
- *El Coeficiente de Accesibilidad-Transitabilidad (ACT)* es un parámetro de atención inexcusable a la hora de establecer el nivel de amenaza al que se encuentra expuesta la unidad de paisaje, puesto que la presencia e impronta del ser humano está condicionada por la topografía del terreno, la densidad, tamaño, estado de conservación y grado de penetración de la red viaria y por la estructura más o menos abierta de la unidad valorada; en su caso, también por las

limitaciones impuestas por los propietarios o administradores del terreno o por normativa legal dictada por la Administración. La escala propuesta es la que muestra una matriz de doble entrada (6 valores de accesibilidad y otros 6 de transitabilidad desde muy baja hasta absoluta para las dos). La combinación de las dos variables va generando puntuaciones que varían desde el 1 hasta 10 cuando la accesibilidad y transitabilidad son absolutas.

- *Coefficiente de Amenaza Alternativa (ALT)*: se incluyen y calibran bajo este concepto factores alternativos de amenaza que, eventualmente, puedan afectar a la unidad de vegetación o el paisaje objeto de evaluación de manera grave, real y coetánea al ejercicio valorativo -o a muy corto plazo-: catástrofes naturales o provocadas (inundaciones, fuegos), daños palpables por lluvia ácida, vertidos tóxicos o contaminantes, eutrofización, plagas u otras causas de mortalidad excesiva, invasión o desplazamiento de la vegetación original por plantas xenófilas agresivas, desaparición de la vegetación a corto plazo por talas masivas, acondicionamiento para infraestructuras, construcciones, tendidos eléctricos, depósitos, dragados, actividades extractivas, etc. (Olcina, 2004). La escala propuesta varía desde el 1 para la amenaza alternativa muy baja hasta el 10 para aquella que es muy alta.

Así, una vez obtenidos los tres coeficientes se obtiene el Factor Global de Amenaza (AM) sumando los valores de los coeficientes demográfico (DEM=1-10), de accesibilidad-transitabilidad (ACT=1-10) y de amenaza alternativa (ALT=1-10), con lo que el resultado de AM oscila entre 3 y 30 puntos.

La prioridad de conservación (PRICON) de una determinada agrupación vegetal o paisaje se determina multiplicando su valor de INCON (22 a 318) por el coeficiente AM (3 a 30) que le corresponda, con lo que el rango de PRICON oscila entre 66 y 9540 puntos.

3 Resultados

La Tabla 1 muestra diversos datos geográficos relacionados con cada una de las parcelas inventariadas, analizadas y valoradas.

Tabla 1. Datos geográficos de las parcelas estudiadas de la Caatinga de Pai Mateus

Código	Latitud	Longitud	Altitud	Orientación	Facies
CAA1	S 7° 38' 41,77"	W 36° 29' 79,03"	444 m	SE	3a
CAA2	S 7° 37' 76,53"	W 36° 30' 10,45"	450 m	E	3a
CAA3	S 7° 37' 76,53"	W 36° 30' 10,45"	432 m	NE	3a
CAA4	S 7° 37' 78,09"	W 36° 29' 10,00"	435 m	NE	3a
CAA5	S 7° 22' 57,10"	W 36° 17' 47,21"	501 m	W	1
CAA6	S 7° 22' 57,48"	W 36° 17' 47,62"	503 m	NW	1
CAA7	S 7° 22' 59,34"	W 36° 17' 47,90"	499 m	SE	2
CAA8	S 7° 22' 58,00"	W 36° 17' 48,35"	505 m	Todas	2
CAA9	S 7° 23' 08,12"	W 36° 17' 58,35"	398 m	SE	3b
CAA10	S 7° 23' 07,01"	W 36° 18' 00,45"	376 m	Todas	3b

Fuente: elaboración propia

La Tabla 2 recoge cada uno de los parámetros valorados y su valor medio, mostrando en color gris las diferentes sumas. En primer lugar, se abordan las sumas parciales de los criterios fitocenóticos, territoriales, mesológicos y estructurales, que dan lugar al interés natural (INNAT). Luego se valoran los distintos parámetros o criterios culturales (gris algo más oscuro). De la suma de todo ello se obtiene el INCON (gris oscuro y negrita).

Finalmente, para hallar la Prioridad de Conservación (PRICON) se valoran los criterios relacionados con el factor global de amenaza (gris más claro), cuyo sumatorio es multiplicado por el INCON (también en negrita y gris oscuro).

Tabla 2. Valoraciones medias por cada uno de los criterios de los inventarios de la Caatinga de Pai Mateus

VALORACIÓN	PARÁMETROS	CAA1	CAA2	CAA3	CAA4	CAA5	CAA6	CAA7	CAA8	CAA9	CAA10			
INTERÉS DE CONSERVACIÓN (INCON)	INTERÉS NATURAL (INNAT)	INIFT	DIVERSIDAD	5	5	4	6	5	5	5	7	7	9	
			NATURALIDAD	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
			MADUREZ (x2)	16	16	16	16	18	18	18	17	17	16	
			REGENERABILIDAD	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	4
			SUMA INIFT	38	38	37	39	40	40	40	41	41	38	
		INTER	RAREZA (x2)	15	12	12	15	16	13	15	16	16	12	
			ENDEMICIDAD	10	9	8	8,5	6	5	7	7	7	5	
			RELICTISMO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
			CAR. FINÍCOLA	4,5	4	3	4	4	4	3	6	6	4	
			SUMA INTER	29,5	25	23	27,5	26	22	25	29	29	21	
	INMES	F. GEOMORFOLÓGICA (x2)	14	14	14	14	18	18	18	18	18	14		
		F. CLIMÁTICA	6	8	6	6	10	10	8	8	8	4		
		F. HIDROLÓGICA	6	6	6	6	10	10	6	9	9	4		
		F. EDÁFICA	5	5	5	5	10	10	7	7	7	7		
		F. FAUNÍSTICA	8	8	8	8	9	9	7	7	7	4		
		SUMA INMES	39	41	39	39	57	57	46	49	49	33		
	INEST	RIQ. POR ESTRATOS (x0,5)	7	7	6	7	7	6,5	6	7	7	7		
		COB. POR ESTRATOS (x0,5)	6	6	3,5	3	6,5	7	4,5	4,5	4,5	4		
		RIQ. DE MICROHAB.	6	6	4	5	6	6	5	6	6	2		
		CONECT. ESPACIAL	14	14	14	14	10	10	12	12	12	18		
		SUMA INEST	33	33	27,5	29	29,5	29,5	27,5	29,5	29,5	31		
	SUMA INNAT		139,5	137	126,5	134,5	152,5	149	139	148,5	148,5	123		
	INTERÉS CULTURAL (INCUL)	INPAT	VALOR ETNOBOTÁNICO (X2)	16	15	16	16	16	16	15	15	14	14	
			VALOR PERCEPCIONAL	6	5	6	6	7	7	8	8	4	4	
			VALOS DIDÁCTICO	8	7	8	8	10	10	9	10	6	6	
			SUMA INPAT	30	27	30	30	33	33	32	33	24	24	
		INCULEST	VALOR FISIONÓMICO ESTRUCT.	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	
VALOR CULTURAL ESTRUCT.			7	7	8	8	8	8	7	7	7	7		
SUMA INCULEST (x2)			16	16	18	18	20	20	18	18	16	16		
SUMA INCUL		46	43	48	48	53	53	50	51	40	40			
INCON (INNAT+INCUL)		185,5	180	174,5	182,5	205,5	202	189	199,5	188,5	163			
AM	PRESIÓN DEMOGRÁFICA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
	ACCESIBILIDAD-TRANSITABILIDAD	6	6	6	6	5	5	5	4	7	7			
	AMENAZAS ALTERNATIVAS	3	3	3	3	8	8	8	7	5	4			
	FACTOR GLOBAL DE AMENAZA	10	10	10	10	14	14	14	12	13	12			
PRICON	INCON x AM	1855	1800	1745	1825	2877	2821	2639	2394	2451	1956			

Fuente: elaboración propia

Los resultados obtenidos en la zona de estudio muestran notables diferencias para tratarse de un territorio no excesivamente extenso. De hecho, los valores finales de PRICON fluctúan entre un mínimo de 1745 puntos y un máximo de 2821. Yendo por los diferentes grupos de criterios, se puede observar que, en general, aquellos que conforman el interés fitocenótico (diversidad, naturalidad, madurez y regenerabilidad) muestran valores medios para las facies 3a y 3b, comparables a los obtenidos en la zona mediterránea española, patagónica o balcánica. Ahora bien, los valores mínimos de este grupo de criterios se obtienen en la facies más presionada por el ganado, cuya relativa sobrecarga hace que valores como los de madurez y regenerabilidad sean bastante bajos, en tanto que el de diversidad es alto por la nutrida lista de especies herbáceas. Las valoraciones medias de las facies 1 y 2 son comparables a las obtenidas en la zona central de la región mediterránea chilena o en bosques como los pinares subalpinos pirenaicos. Existe una cierta diferencia entre las 10 parcelas, especialmente en lo que respecta a la diversidad, donde destaca por encima del resto la facies 3b; y la madurez, que muestra una notable distancia negativa en contra de 3b (entre 8 y 10 puntos menos que el resto de las facies). En el criterio de naturalidad, sin embargo, todas las parcelas obtienen el mismo cómputo. La regenerabilidad también muestra gran distancia entre las parcelas de la facies 3b y el resto, obteniendo las primeras unas puntuaciones muy bajas similares a formaciones de matorral de distintas partes del mundo (Europa, Patagonia o Chile mediterráneo).

En relación a los criterios territoriales (rareza, endemidad, relictismo y carácter finícola), vuelve a existir una clara dicotomía entre las tres facies. Para empezar, el número de especies endémicas es más elevado en las facies con pastoreo no excesivo. Una cierta carga ganadera sostenible salvaguarda una importante cantidad de endemismos que, de hecho, han coevolucionado en los últimos siglos con esta presencia del ganado. La parcela 1 logró la máxima puntuación obtenida hasta la fecha en cualquiera de las estudiadas a escala mundial. En general, el número de especies raras es también bastante elevado, destacando sobremanera dos parcelas: la 5 y la 8. La primera relacionada con la facies 1 y la segunda con la 2. En realidad, y, como puede observarse, las parcelas donde menos transita el ganado debido a las elevadas pendientes o lo inaccesible del relieve atesoran más plantas protegidas o escasas, bajo algún tipo de peligro. Realmente, estas dos facies son las que en mejor estado se encuentran, no sólo con respecto a la aparición de estas especies raras, sino por una estructura más diversa e intrincada. En lo concerniente al carácter finícola no existen excesivas diferencias. En cualquier caso, una vez más, la parcela 8 asociada a la facies 2 obtiene puntuaciones superiores al resto. En cuanto a los relictos, no se llegó a detectar ninguno que esté incluido en las fuentes consultadas. Además, la Caatinga tampoco muestra tal

carácter, con lo que todas las facies y parcelas obtienen muy bajas valoraciones. Esta es una característica que normalmente aparece en los medios mediterráneos, tanto chilenos como ibéricos y balcánicos.

Los valores territoriales se hallan, en general, muy próximos a las formaciones de Chile mediterráneo inventariadas y valoradas en 2008 y 2015, donde este grupo de criterios daban valores muy altos (Lozano et al., 2015). Ello deriva, fundamentalmente, del gran número de endemismos y, en menor medida, de las plantas raras. No obstante, hay formaciones dentro de Europa y Marruecos que han obtenido puntuaciones más altas por su notable carácter finícola y relicto.

En lo referente a los criterios de carácter mesológico, los valores son relativamente heterogéneos, tanto en general como para cada uno de los 5 criterios que lo componen. En primer lugar, habría que destacar que en los resultados generales existe una gran diferencia entre las parcelas CAA5 y CAA6 (las dos con 57 puntos) y CAA 9 (la puntuación más baja con tan solo 30). Así, podemos afirmar que las cifras más elevadas para este grupo de criterios se dan en la facies 1, y las más pobres en la 3b. Hay que tener en cuenta que la facies 1 muestra un nivel estructural elevado al contar con varios estratos de vegetación, incluido el arbóreo. Su ubicación en las laderas de los inselbergs con ausencia de suelo bien desarrollado le proporciona un papel geomorfológico, climático, hidrológico, edafológico y faunístico de primer orden. De hecho, los cinco criterios que lo constituyen ofrecen puntuaciones muy elevadas: 18 para el geomorfológico, 10 para el climático, hidrológico y edáfico, y 9 para el faunístico. El geomorfológico también alcanza los 18 puntos en las parcelas CAA7 y CAA8, pues la facies 2 muestra un alto valor a la hora de evitar procesos de erosión, en contraste con la modestia de las puntuaciones para el resto de los criterios. En los factores climático, hidrológico, edáfico y faunístico son las parcelas CAA5 y CAA6 las que marcan los mayores registros, seguidos de las de la facies 2. Los valores mínimos se obtienen siempre en la facies 3b, mientras que la 3a muestra puntuaciones algo superiores.

También en los criterios estructurales (RIQUEST, COBEST, RIQHAB y CONESP), se obtienen puntuaciones muy contrastadas. Llama la atención la alta calificación de la facies 3a, CAA1 y CAA2; lo que se debe, en gran medida, a los valores derivados del CONESP, con una extensión muy superior al resto. La facies 3b alcanza calificaciones elevadas, puesto que cuenta con mayor extensión que la 3a; pero la presión ganadera hace que cuente con menos estratos y especies por estrato (COBEST y RIQUEST, respectivamente). Lo que termina de lastar la puntuación de 3b es la escasez de micohábitats dentro de sus dos inventarios (1 punto para CAA9 y 2 para CAA10). Para

este criterio las máximas puntuaciones se dan en los inventarios de las facies 1 y 2. En definitiva, con las cifras más elevadas se situaría la facies 3a, a continuación, 3b, seguida muy de cerca por la facies 1 y la 2. Las distancias, no obstante, son mucho más reducidas que las registradas en otros criterios.

La suma de los 4 grupos de criterios da lugar al Interés Natural (INNAT), que determina una jerarquía donde las máximas calificaciones las alcanzan los inventarios CAA5 (152 puntos) y CAA6, CAA8 y CAA9 (148,5); las mínimas quedan registradas en CAA10 (123) y CAA3 (126,5). Está claro que la facies de caatinga con mejores resultados responde a la de media ladera (1), con desarrollo arbóreo y suelo escaso. A continuación, se dispondría la misma facies de caatinga arbórea, pero en rellanos entre los inselbergs, con mayor desarrollo edáfico (2). La caatinga de fondo de valle, con pendientes muy suaves y gran desarrollo edáfico pero cierto grado de sobrepastoreo (3b), muestra cifras muy contrastadas, pues alberga una de las parcelas con mayor valor (CAA9), pero también la que más bajos registros presenta (CAA10). En general, 3a muestra mejores resultados que 3b, que basa gran parte de sus relativamente elevadas cifras en la gran extensión y, por tanto, buena conectividad.

Los criterios de carácter cultural están conformados por los valores de INPAT e INCULEST. Con respecto al primero de ellos, las puntuaciones son relativamente homogéneas en lo que respecta al criterio de mayor relevancia: el valor etnobotánico. Las facies que mejores registros detentan son 1 y 3a, todas ellas -salvo el caso de CAA2- con 16 puntos. Se trata de altas valoraciones ligadas a una utilización relativamente intensiva y sostenible de diversos recursos botánicos en forma de plantas curativas y alimenticias, las cuales se pastorean de forma sostenible. La facies 2 cuenta con un punto menos, y 3b presenta unos recursos botánicos inferiores o sobreutilizados, lo que determina su menor valor etnobotánico. En este aspecto, ha de subrayarse que, en general, existe una fuerte relación de la población autóctona con la utilización racional y productiva de todo tipo de recursos botánicos; lo que en Europa se ha perdido en gran manera y que en lugares como Chile mediterráneo y la Patagonia muestra registros más modestos.

También cuentan con cierta homogeneidad las puntuaciones relativas al criterio perceptual (PER). En este caso, las facies mejor valoradas por la población local son las de la 2 (8 puntos), seguidas de la 1 (7), 3a (6 puntos, a excepción de CAA2) y 3b (4). Las valoraciones que estiman el interés didáctico de cada una de las formaciones (DID) se comportan de una manera muy similar. Las mejor valoradas vuelven a ser la facies 1 y 2 con entre 10 y 9 puntos, por sus elevados recursos naturales y patrimoniales, así como por la hipótesis relativa a lo que la caatinga pudiera haber sido

antes de la colonización y explotación antrópica. La facies 3a cuenta con valoraciones altas (entre 7 y 8 puntos), derivadas fundamentalmente del modelo de gestión sostenible, aunando explotación ganadera relativamente extensiva con grandes valores naturales y patrimoniales. La facies 3b presenta valores medios (6 puntos) aunque, en este caso, también existen importantes vectores educativos relacionados con lo que no se debería hacer a partir de una sobreexplotación del medio.

En el caso de los dos criterios que dan lugar al Interés Cultural Estructural (INCULEST), Valor Fisionómico Estructural (FISEST) y Valor Cultural Estructural (CULEST), no hay excesiva distancia entre los 18 puntos de CAA3, CAA4, CAA5 y CAA6 y los 16 puntos de CAA1, CAA2, CAA8, CAA9 y CAA10. Las cifras generales muestran una jerarquía que se define por las mayores puntuaciones para la facies 1, seguida de 3a, 2 y 3b. Dentro del criterio FISEST no hay grandes diferencias, puesto que en todos los inventarios de las facies 3a y 3b se registra un solo punto (Monte Bajo), mientras que las facies 1 y 2 obtienen 2 puntos (Monte Alto y Bajo). Para el CULEST las diferencias son mínimas, entre 7 y 8 puntos. Se trata de registros relativamente altos en comparación con otras formaciones a escala global, debido a la existencia de gran cantidad de elementos etnográficos, como muros y muretes, construcciones rústicas, carboneras, setos vivos de separación entre campos, vallados tradicionales, etc.

Sumados los valores naturales y culturales se obtiene el Interés de Conservación (INCON). Aquí los valores vuelven a diferir ostensiblemente, desde el de la parcela CAA5 (231,5 puntos) hasta el de CAA9 (169,5). Los registros más altos se obtienen en la facies 1, seguidos por 2 y 3a. Por grupos de criterios, los de orden natural muestran las puntuaciones superiores en las facies 1 y 2; los estructurales en las facies 1, 3a y 2, por este orden; y los culturales en la facies 1, seguida muy de cerca por 3a y 2. En definitiva, la facies 1 siempre cuenta con altas puntuaciones, mientras que las facies 2 y 3a muestran registros similares, y la 3b puntuaciones relativamente bajas.

Ya en lo concerniente a la Prioridad de Conservación (PRICON) y con respecto al factor global de amenaza (AM), que suma la presión demográfica (DEM), la accesibilidad-transitabilidad (ACT) y las amenazas alternativas (ALT), los registros son, en general discretos, con la salvedad de las amenazas alternativas que se presentan altas en la facies 1 y, sobre todo, 2. Comparativamente, las amenazas son menores que, por ejemplo, las de la zona mediterránea chilena; similares a las registradas en las penínsulas ibérica y balcánica; y mayores a las de la península escandinava. Por factores, la presión demográfica es muy baja en la totalidad de los inventarios (1 punto). La accesibilidad-transitabilidad presenta los registros más altos en 3b debido a la cercanía de los

caminos y vías más importantes y al paso y ramoneo del ganado, que simplifica la estructura y facilita el tránsito, lo que incrementa el factor global de amenaza. Por contra, cuanto más escarpada, inaccesible e intrincada es la formación, menores son las puntuaciones y más a salvo se mantienen. En este sentido, la facies 2 muestra valores de bajos a medios debido a su carácter intrincado e intransitable; la 1 se encuentra en zonas escarpadas y muestra puntuaciones medias a bajas; y la 3a medias a altas por su cercanía a núcleos de población (caseríos) y caminos.

En lo que respecta a las amenazas alternativas (riesgos por catástrofes naturales, incendios, contaminación, lluvias ácidas, acumulación de residuos, etc.), se detecta una jerarquía bien clara, pues son las facies 1, 2 y 3b, por este orden, las que más peligros de este tipo pueden afrontar, fundamentalmente debido a la presión turística, a la posibilidad de fuegos y a la presión ganadera excesiva. Es destacable la alta puntuación registrada por 1 y 2 debido a que se configuran como pequeños retazos, muy amenazados tanto por eventos naturales (deslizamientos y procesos erosivos) como por antrópicos (fuegos, talas -no están amparadas por ningún tipo de protección-, plantas xenófitas y otros tipos de plagas, etc.). Por su parte, la facies 3a muestra valores sensiblemente más reducidos al contar con un interés en mantenerla derivado de la cercanía con los núcleos habitados y a su valía como zona de pasto de alta calidad para el ganado. Curiosamente, aunque está cerca de los núcleos habitados y de las sendas más transitadas, muestra puntuaciones de amenaza alternativa baja a media.

En definitiva, en lo que respecta al PRICON, las puntuaciones más elevadas se registran en las parcelas de la facies 1: CAA5 (2.877) y CAA6 (2.821). A continuación, se sitúan las de la 2 y 3b: CAA7 (2.639), CAA8 (2.394) y CAA9 (2.451). CAA10 cuenta con 1.956 puntos y, en último lugar, se sitúan las parcelas de la facies 3a que, aun poseyendo mayor calidad natural y cultural que 3b, presentan un índice global de amenaza inferior: 1.745 puntos para CAA3 y 1.855 para CAA1. Las puntuaciones finales de PRICON de las facies 3a y 3b son similares a las registradas en bosques relativamente naturales y maduros de la península ibérica o Balcanes; teniendo en cuenta, eso sí, que las dos formaciones brasileñas no configuran verdaderos bosques sino agrupaciones arbustivas convenientemente ahuecadas o adhesionadas. En cualquier caso, lo realmente prioritario es conservar las masas de muy reducida extensión configuradas por la facies 1 y 2.

En general se puede afirmar que las puntuaciones globales muestran valores relativamente altos, superiores, por ejemplo, a las de formaciones de la península ibérica y Balcanes asociadas a manchas forestales bien conservadas, relativamente complejas estructuralmente, extensas y con

manejos culturales seculares; y, sobre todo, a las de los bosques boreales y norteños de Escandinavia y la mayor parte de bosques acidófilos europeos. Por el contrario, se encuentran ligeramente por debajo de las puntuaciones del bosque mediterráneo esclerófilo chileno con palma nativa (*Jubaea chilensis*) o del robledal mixto eutrofo de la zona eurosiberiana.

4 Conclusiones

El Interés Fitocenótico presenta valores medios-altos para las facies 3a y 3b y altos para la 1 y la 2. A destacar los elevados valores de naturalidad y los medios de diversidad.

El Interés Territorial muestra cifras medias para la facies 1, 2 y 2b; y medias a altas para la 2a. Hay que destacar que no existe ninguna facies ni especie que pueda ser catalogada de relictas, mientras las raras son relativamente abundantes, al igual que los endemismos. Las especies finícolas muestran cifras modestas.

El Interés Mesológico presenta registros medios para las facies 3a y 3b, altos para la 2 y muy alto para la 1.

El Interés Estructural es bajo en las facies 1 y 2, fundamentalmente lastrados por la poca conectividad espacial que muestran al verse relegadas a pequeños retazos de muy poca extensión y con una fragmentación evidente. Las facies 3a y 3b muestran cifras bajas a medias, también lastradas, en buena medida, por conectividades medias y con extensiones relativamente amplias, pero poco conectadas o relativamente desfragmentadas.

El Interés Natural, que suma estos cuatro grandes grupos de criterios, registra una puntuación alta para las facies 1 y 2, media a alta para la 3a y media para la 3b.

En el Interés Patrimonial los valores son medios a altos, destacando las facies 1 y 3a (importantes valores etnobotánicos perceptuales y didácticos), claramente superiores a 2 y 3b.

El Interés Cultural Estructural muestra valores altos, siguiendo el siguiente orden jerárquico: 1, 3a, 2 y 3b.

Sumados ambos grupos, el Interés Cultural arroja cifras altas para 1 y 2^a, y medias-altas para 2 y 3b.

El Interés de Conservación, que deviene de la suma del Interés Natural e Interés Cultural, otorga valores medios para todas las parcelas, exceptuando la facies 1 que muestra valores altos. A continuación, se sitúan las facies 2, 3b y 3a, por ese orden.

El Factor Global de Amenaza es, en general, bastante modesto. La presión demográfica es muy baja (1 sólo punto) y la accesibilidad-transitabilidad no pasa de discreta, siendo particularmente baja en las facies 1 y 2. Las amenazas alternativas son relativamente elevadas para la facies 1 y 2, y medias para 3b y 3a.

Finalmente, la Prioridad de Conservación, muestra unas puntuaciones generales relativamente elevadas, máxime teniendo en cuenta que, salvo en la facies 1, el resto no constituye verdaderos bosques, sino formaciones arbustivas o arborescentes. Los registros más elevados corresponden a la facies 1, seguida de 2, 3b y, por último, 3a.

Se recomienda proteger estrictamente las pocas y desconexas manchas de las facies 1 y 2, así como tener en cuenta una protección activa a partir de la ganadería y el resto de las prácticas tradicionales pero que no comprometan el futuro de las manchas que se corresponden con las facies 3a y 3b. En el caso de esta última se recomienda realizar una revisión a la baja del número de cabezas de ganado, en todo caso inferior a la que soporta en la actualidad.

Declaración responsable: Las/os autoras/es declaran que no existe ningún conflicto de interés con relación a la publicación de este artículo. Las tareas se han distribuido de la siguiente manera: Las/os tres autoras/es realizaron in situ las labores de inventariado. También realizaron, de la misma manera, la obtención de datos y parámetros sobre el terreno. El análisis de la filiación y de determinados parámetros de cada una de las especies detectadas las llevó a cabo María Cristina Díaz Sanz. Una vez obtenidos estos datos se pasó a la redacción el texto que fue realizado, al alimón por María Cristina Díaz Sanz y por Pedro J. Lozano Valencia. Una vez realizado el texto, Guillermo Meaza Rodríguez lo supervisó. Con todo, se envió a la revista por parte de la primera autora del trabajo.

Bibliografía

Cadiñanos, J.A., & Meaza, G. (1998a). *Bases para una Biogeografía aplicada. Criterios y sistemas de valoración de la vegetación*. Geoforma ediciones.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=210690>

Cadiñanos, J.A., & Meaza, G. (1998b). Nueva propuesta metodológica de valoración del interés y de la prioridad de conservación de la vegetación, Mauleon. In *Actas del Colloque International de Botanique Pyreneo-Cantabrique*.

Cadiñanos, J.A., & Meaza, G. (2000). *Metodología complementaria de evaluación de ecosistemas forestales* (Unpublished).

Cadiñanos, J.A., Meaza, & Lozano-Valencia, P.J. (2002). Valoración del interés y de la prioridad de conservación de bosques y comunidades preforestales de Larra (Alto Pirineo Navarro), La Gomera, La Biogeografía: ciencia geográfica y ciencia biológica. In *Actas del II Congreso Español de Biogeografía*.

Cadiñanos, J.A., Diaz, E., Ibisate, A., Lozano-Valencia, P.J, Meaza, G., Peralta, J., Ollero, A., & Hormaetxea, O. (2002). Aplicación de una metodología de valoración de la vegetación a riberas fluviales: ensayo en el río Butrón (Bizkaia). In L.A. Longares & J.L. Peña, *Aportaciones geográficas en memoria del Prof. L. Miguel Yetano Ruiz* (pp. 65-88). Universidad de Zaragoza.

Cadiñanos, J.A., Lozano-Valencia, P.J., & Quintanilla, V. (2011). Propuesta de marco integrado para la valoración biogeográfica de los espacios Red Natura 2000 de la Comunidad Autónoma del País Vasco. El ejemplo de Gárate-Santa Bárbara (Guipuzcoa). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (57), 33-56. <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1374>

Debinski, D.M., Ray, C., & Saveraid, E.H. (2001). Species diversity and the scale of the landscape mosaic: do scales of movement and patch size affect diversity? *Biological Conservation*, 98, 179-190. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320700001531>

Diamond, J. (2006). *Colapso. Por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen*. Círculo de Lectores.. <https://www.redalyc.org/pdf/3477/347730366008.pdf>

Díaz-Sanz, M.C., & Lozano-Valencia, P.J. (2017). Los paisajes de dehesa de la provincia de Ciudad Real. Caracterización y valoración biogeográfica a través de la metodología LANBIOEVA. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 187-206.

<https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5305>

Díaz-Sanz, M.C., & Lozano-Valencia, P.J. (2019). Evaluación paisajística y biogeográfica de las dehesas y monte mediterráneo de Ciudad Real. In *Crisis y espacios de oportunidad. Retos para la Geografía: Libro de Actas. XXVI Congreso de la Asociación Española de Geografía* (pp. 327-341). Asociación Española de Geografía. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7344862>

Díaz-Sanz, M.C. (2020). *Aplicación de la Metodología LANBIOEVA a la valoración biogeográfica de las dehesas de Ciudad Real y sus dinámicas de abandono e intensificación. El ejemplo del Campo de Calatrava y los Montes de Ciudad Real* (Doctoral dissertation, Universidad de Castilla-La Mancha, Spain). <https://ruidera.uclm.es/items/4db23722-6a17-4bb4-9165-22d696bdfd52>

Giulietti, A.M., Harley, R.M., Queiroz, L.D., Barbosa, M.D.V., Bocage Neta, A.L., Figueiredo, M. A., & Gamarra-Rojas, C.F.L. (2002). Espécies endêmicas da caatinga. Vegetação e flora da Caatinga.

https://www.researchgate.net/publication/291700221_Plantas_endemicas_da_caatinga

Leal, I.R., Tabarelli, M., & Silva, J.M.C. (2003). *Ecologia e conservação da Caatinga*. Editora Universitária da UFPR.

https://www.researchgate.net/publication/289527697_Ecologia_e_conservacao_da_Caatinga_uma_introducao_ao_desafio

Lozano-Valencia, P.J., Cadiñanos, J.A., Longares, L.A., Cid, M.A., & Díaz-Sanz, M.C. (2007). Valoración Biogeográfica de los tipos de bosque en la combe de Huidobro (Parque Natural de las Hoces del Ebro-Burgos). In *Actas del 4º Congreso Español de Biogeografía*. <https://ekoizpen-zientifikoa.ehu.eus/documentos/621728a7b180c333d5659ccf?lang=en>

Lozano-Valencia, P.J., & Cadiñanos, J.A. (2009). Propuesta de marco metodológico integrado para la valoración de Espacios de la Red Natura 2000 de la Comunidad Autónoma del País Vasco. El ejemplo de Gárate-Santa Bárbara (País Vasco). In R. Real & A.L. Márquez, *Biogeografía Scientia Biodiversitatis* (pp. 199-206). Editorial Universidad de Málaga.

Lozano-Valencia, P.J., Cadiñanos, J.A., Latasa, I., & Meaza, G. (2013). Caracterización y valoración biogeográfica de los pinares de *Pinus uncinata* del karst de Larra (Alto Pirineo Navarro) para su ordenación y gestión. *Geographicalia*, 63-64, 95-120. <https://papiro.unizar.es/ojs/index.php/geographicalia/article/view/856>

Lozano-Valencia, P.J., Cadiñanos, J.A., Latasa, I., Quintanilla, V., & Meaza, G. (2015). Caracterización, valoración y evaluación de los paisajes vegetales de Chile Mediterráneo. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (67), 4-32. <https://doi.org/10.21138/bage.1818>

Lozano-Valencia, P.J., Díaz-Sanz, M.C., Lozano-Fernández, A., Varela-Ona, R., & Meaza, G. (2022). La biogeografía como disciplina para la conservación, ordenación y gestión del paisaje: Caracterización y valoración biogeográfica de los bosques de roble albar del norte de la península ibérica. In *La geografía española actual. Estado de la cuestión: aportación española al congreso de la UGI. El tiempo de los geógrafos* (pp. 139-162). Comité Español de la Unión Geográfica Internacional.

Macedo, M.J.H., Guedes, R.V.D.S., Neves, D.J., & de Sousa, F.D.A.S. (2011). Clasificación de la regionalización y pluviometría en el semiárido brasileño. In *XX Congreso Mexicano de Meteorología*. Acapulco, Guerrero, México.
<https://www.ommac.org/congreso2011/document/resumenes/Res2011018.pdf>

Mc Neill, J.R. (2000). *Algo nuevo bajo el sol. Historia medioambiental del mundo en el siglo XX*. Alianza ensayo. <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/151401/1/544953.pdf>

Meaza, G., Cadiñanos, J.A., & Lozano-Valencia, P.J. (2006). Valoración biogeográfica de los bosques de la reserva de la biosfera de Urdaibai (Vizcaya). Urdaibai, In *Actas del III Congreso Español de Biogeografía* (pp. 399-411).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2718025>

Olcina, J. (2004). Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local. El papel del planeamiento urbano municipal. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (37), 49-84. <https://dialnet.unirioja.es/metricas/documentos/ARTLIB/2718025>

Rios, E.P., & Thompson, M. (2013). *Biomás Brasileiros*. Editora Melhoramentos.
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=afDdAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2>

Quintanilla, V., Cadiñanos, J.A., Latasa, I., & Lozano-Valencia, P.J. (2012). Aproximación biogeográfica a los bosques de la región mediterránea de Chile: caracterización e inventario. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (60), 91-114.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/95971214/1420-libre.pdf?1671386562=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DAproximacion_biogeografica_a_los_bosques.pdf

Quintanilla, V.G., & Lozano-Valencia, P.J. (2016). Valoración biogeográfica del bosque mediterráneo esclerófilo con palmeras (*Jubaea chilensis* Mol. Baillon) en la Cuenca del Quiteño, Chile a partir de la aplicación del método de valoración LANBIOEVA. *Pirineos*, 171, 1-16.
<https://pirineos.revistas.csic.es/index.php/pirineos/article/view/265>

Sagastibeltza, E., Lozano-Valencia, P.J., & Herrero, X. (2014). Nafarroako Bortzirietako baso-landaredien paisaien inbentariazioa, karakterizazioa eta balorazio biogeografikoa. *Lurralde*, 37, 97-133.

<https://ekoizpen-zientifikoa.ehu.eus/documentos/5eccf6b429995207b7dbf1e8?lang=en>

Strijker, D., Sijtsma, F.J., & Wiersma, D. (2000). Evaluation of nature conservation: An application to the Dutch Ecological Network. *Environmental and Resource Economics*, 16, 363-378.

<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1008344604392>