

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/303225493>

# Turberas de Galicia: Processos formativos, distribución y valor medioambiental el caso particular de las "Serras Septentrionais"

Article · January 2004

CITATIONS

20

READS

570

2 authors, including:



[Xabier Pontevedra-Pombal](#)

University of Santiago de Compostela

97 PUBLICATIONS 2,294 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Genesis, Types and Evolution of Iberian Peatlands [View project](#)



Testate amoeba taxonomy and distribution database [View project](#)

## TURBERAS DE GALICIA: PROCESOS FORMATIVOS, DISTRIBUCIÓN Y VALOR MEDIOAMBIENTAL. EL CASO PARTICULAR DE LAS “SERRAS SEPTENTRIONAIS”

Xabier Pontevedra Pombal y  
Antonio Martínez Cortizas

Pontevedra Pombal, X. y Martínez Cortizas, A. (2004). Turberas de Galicia: procesos formativos, distribución y valor medioambiental. El caso particular de las “Serras Septentrionais”. *Chioglossa*, 2: 103 - 121.

La formación de turberas en Galicia se remonta a 11.000-10.000 años B.P. en zonas que sufrieron los efectos de la última glaciación, mientras que las restantes son de la edad holocena. Las principales fases de formación de estas turberas tuvieron lugar entre 9.000 y 8.000 años B.P., entre 5.000 y 4.000 años B.P. y entre 3.000 y 2.000 años B.P. Las propiedades de la turba son bastante variables, el rango de densidad observado se encuentra entre el 0,06 y 0,6 mg m<sup>-3</sup>, la porosidad total entre 85 y 90% y el contenido en materia orgánica entre 25 y 95%. En su mayor parte son turberas ácidas (pH 4,0–5,5). La capacidad de intercambio de cationes efectiva (CICE) varía de 4,5 a 20,5 cmol kg<sup>-1</sup>. Aunque hay cierta heterogeneidad, la secuencia de abundancia de cationes en las turberas ombrotáficas es Mg, Ca > Al > Na > K y Al > Ca > Mg > K en las minerotáficas. Tomando como referencia la Leyenda al Mapa de Suelos del Mundo de la FAO, las turberas del noroeste pueden clasificarse como histosoles, fundamentalmente como histosoles fíbricos y térricos. Considerando estas formaciones como hábitats naturales en el ámbito de la Red Natura 2000, los tipos representados son las turberas de cobertor (*blanket bogs*, 7130), las turberas de transición y los tremedales (*transition mires and quaking bogs*, 7140) y las turberas elevadas activas y degradadas (*active and degraded raised bogs*, 7110-7120). Una de las mejores representaciones de un complejo de turberas bien conservado en Europa se localiza en las formaciones montañosas que dan lugar a las denominadas “Serras Septentrionais”.

Palabras clave: Galicia, hábitats naturales, propiedades edáficas, “Serras Septentrionais”, turberas.

### LAS TURBERAS: ENTIDAD EDÁFICA Y ECOLÓGICA

La turbera es un ecosistema húmedo, compuesto principalmente por plantas higrófilas que, al crecer y sucederse en el tiempo y en el espacio, acumulan gran cantidad de materia vegetal muerta, constituyendo en palabras de Moore (1989) un sistema de elevada energía, concentrando la energía solar dispersa entre los organismos del suelo

en forma de turba, y originando un desequilibrio, producto de la mayor tasa de acumulación frente a la tasa de descomposición-mineralización de la materia orgánica (Figura 1).

En definitiva, son humedales donde se forma o formó turba por efecto de un descenso en la tasa de descomposición de la materia orgánica en condiciones de hidromorfía y anaerobiosis y depresión de la actividad biológica, definición compar-

tida por investigadores como Sjörs (1961), Taylor (1983) o Nicholson y Vitt (1990). En general pueden diferenciarse morfológicamente en tres grados de organización, esto es, cada nivel o capa de turba, la zona superficial edafológicamente activa (histosol) y el conjunto de la turbera como ecosistema con sus variaciones superficiales y profundas.

La actividad biológica más intensa, incluida la

fotosíntesis, se produce en los niveles más superficiales del ecosistema. Aquí se desarrollan y mueren las plantas, hay procesos de aporte, sustracción y traslocación de materia y energía y, en ciertas ocasiones, soportan la actividad humana. Esta unidad edafológicamente activa se denomina suelo orgánico o histosol, y en él es posible reconocer diferentes horizontes o capas con propiedades específicas y modo de formación peculiar, que viene determinado por el origen del material, grado de descomposición de la materia orgánica y condiciones de formación (Fitzpatrick, 1980).

Este grupo principal se subdivide en cinco subunidades (fólico, térrico, fíbrico, tiónico o gélico) dependiendo del grado de descomposición de la materia orgánica, de la duración del período de saturación en agua, de la presencia de horizontes sulfúricos o materiales sulfurosos y/o de la existencia de permafrost (Mapa Mundial de Suelos de la FAO-UNESCO, leyenda revisada, 1990).

Durante su acumulación (Tate, 1987), la materia orgánica parcialmente descompuesta queda protegida por el encharcamiento, la acidez del suelo, la escasez de oxígeno, el bajo potencial redox y el efecto inhibitorio de los ácidos orgánicos protonados. Este material se acumula estratigráficamente y para Nicholson y Vitt (1990) los restos constituyentes reflejan las condiciones climáticas locales y regionales, capacidad nutritiva, humedad y muy especialmente, como puntualizan Hulme *et al.* (1980), la naturaleza del agua presente durante su formación. Esto es fruto de una fuerte interacción entre el agua que fluye por el depósito, el sustrato geológico y la materia orgánica.

Sin embargo, Ivanov (1981) destaca que la instalación y perduración de estos complejos y frágiles ecosistemas en el medio, dependerán de la interacción de los distintos factores de formación (clima, topografía, morfología, etc.) con unas condiciones edáficas y una actividad antrópica determinada. El sustrato que soporta el humedal debe poseer unas propiedades hidrológicas que permitan la hidromorfía permanente; de ahí la importancia de la localización topográfica y de las modificaciones del circuito de balance hídrico.

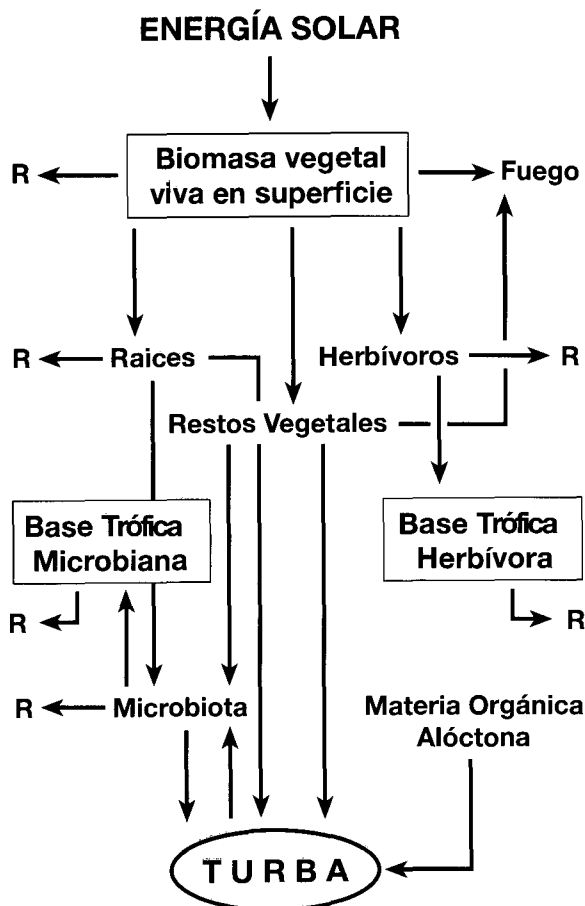


FIGURA 1. Modelo de Flujo de Energía en el interior de una turbera, R representa el consumo por respiración modificado de Moore, 1989. [Model of energy flux into a peatland, R is consumption for respiration.]

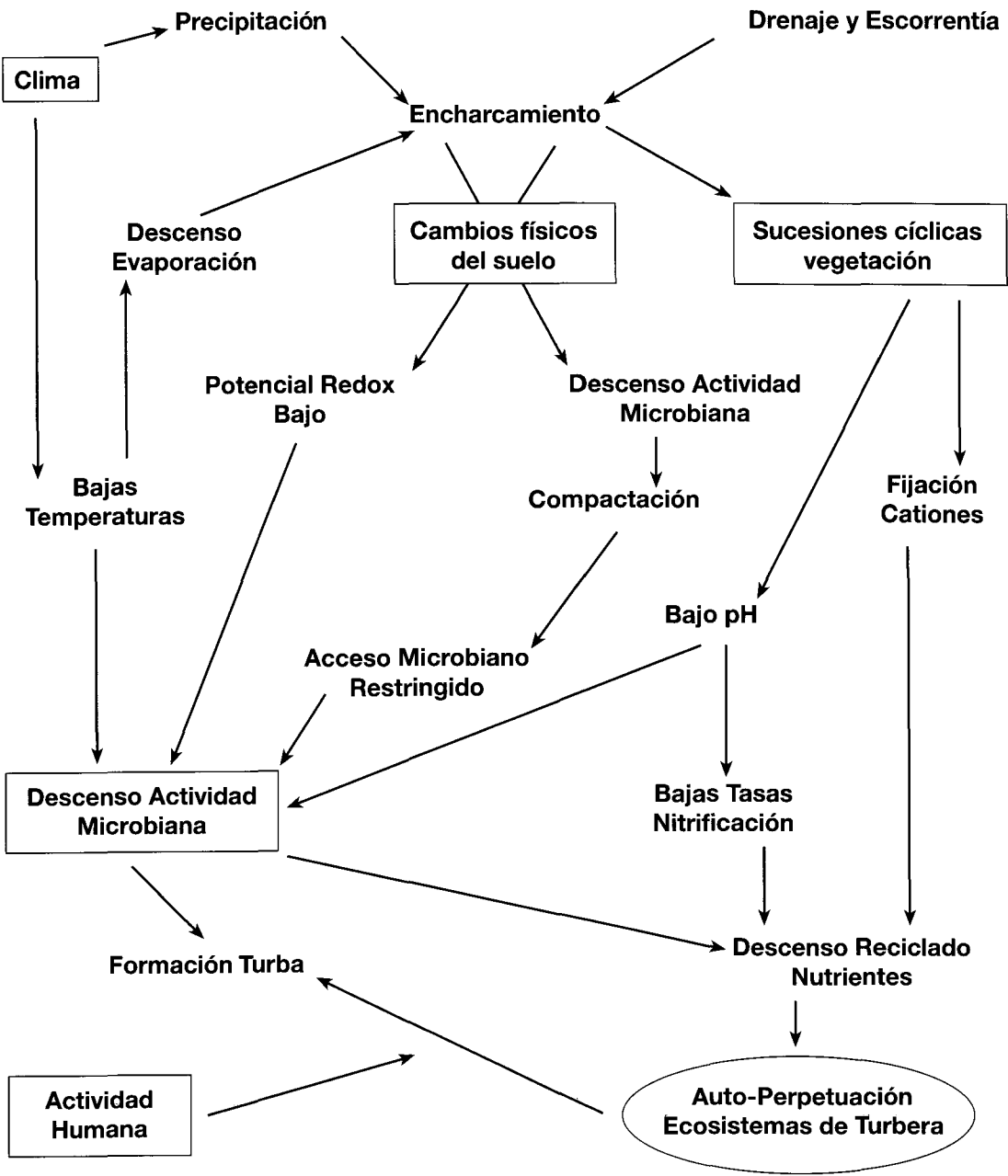


FIGURA 2. Acoplamiento de los factores y procesos de formación de ecosistemas de turbera edafoclimáticos.  
[Coupling of the formation factors and process of pedoclimax peatland ecosystems.]

Existen dos grandes mecanismos generadores de ambientes propicios para la formación de turberas: los derivados de los procesos de colmatación y terrestificación (Gorham, 1995) de cubetas lacustres y depresiones topográficas, muy frecuentes, como indican Frazier y Lee (1971), en paisajes glaciares o glaciados, y los asociados a procesos de paludificación (Heathwaite *et al.*, 1993) y encharcamiento por elevación del nivel freático o impedimento edáfico a la circulación de agua superficial en ambientes endorreicos de baja velocidad de flujo, de particular interés en la formación de zonas aturberadas y turberas ombrotóficas de cumbre y ladera.

El posterior desarrollo del ecosistema dependerá de factores autogénicos: grado de aislamiento respecto al sustrato inorgánico, acidificación natural, influencia del nivel freático, etc.; y de factores alogénicos: clima y circuitos externos del agua. Cuando estos factores se acoplan, las turberas se transforman en ecosistemas edafoclimáticos, es decir, sistemas con la capacidad de autopropetarse (Figura 2). En cuanto a la actividad antrópica, Maltby e Immirzi (1993) indican claramente que ésta actúa reduciendo, acelerando o invirtiendo el proceso de acumulación de turba, provocando una perturbación en la evolución de estos medios, a veces catastrófica.

Inicialmente la turbera está condicionada en gran medida por un contacto estrecho con el sustrato basal inorgánico y el agua que circula a través de él, denominándose durante esta fase *turbera mineralotrófica*, pudiendo ser de dos tipos: *solígena*, si el agua es de escorrentía, y *topógena*, si el agua es de surgencia. A medida que la acumulación de materia orgánica se incrementa la influencia basal se difumina, desapareciendo casi totalmente en las fases finales, estableciéndose una *turbera ombrotrofica*, que recibe todo su aporte hídrico y mineral de la atmósfera. En la mayoría de los casos se encuentran multitud de situaciones intermedias dentro del mismo depósito, formando el denominado “complejo de turberas” (i.e., región o territorio aturberado particularmente coherente, que mantiene todos sus

tipos de turberas), en el cual habrá microcolinas ombrotóficas rodeadas de replanos y microdepresiones mineralotróficas, soportando cada una de ellos diferente vegetación e incluso distintas especies de un mismo género.

Las turberas son hábitats de escasa representación a nivel mundial, ocupando, según los resultados más recientes (Clymo, 1987), unos 420 millones de hectáreas, lo que supone algo menos del 3% de la superficie terrestre, de los cuales 3/4 partes se distribuyen entre la antigua URSS y Canadá, disminuyendo drásticamente su presencia en la llamada cuenca mediterránea, y por lo tanto en la Península Ibérica, quedando relegadas a la alta montaña. Para un espesor medio de 2 m se acumulan  $455 \times 10^3$  millones de toneladas de carbono orgánico (Gorham, 1991a). Sin embargo, investigaciones contemporáneas (Pfadenhauer *et al.*, 1993) consideran que el esfuerzo en el conocimiento y cuantificación del medio acercará el valor de la superficie total de turberas a los 500 millones de hectáreas (Figura 3).

Las propiedades y los componentes que constituyen estos ecosistemas les permiten funcionar como auténticos reservorios de agua e intervenir en el control hidrológico (Lévesque y Dinel, 1982) a diferentes niveles (*turberas de recarga-turberas de descarga*), modulando la descarga hídrica al retrasarla frente a los máximos pluviométricos y favoreciendo la estabilidad de las formaciones sedimentarias (Gorham, 1991b) ubicadas a menor elevación. Así mismo, Maltby y Dugan (1994) resaltan su acción sobre la concentración de nutrientes y la modificación de la composición química de las aguas efuentes, protegiendo de la eutrofización, acidificación y envenenamiento a los sistemas dulceacuícolas.

Sus características específicas determinan la supervivencia de flora y fauna frecuentemente restringida a estas zonas asociadas a la formación de ecosistemas relictos (de 10.000 años de antigüedad o más, acompañando al retroceso definitivo de los hielos durante la última glaciación), que funcionan como reservorios genéticos de gran número de especies (Stewart y Nilsen, 1993). La

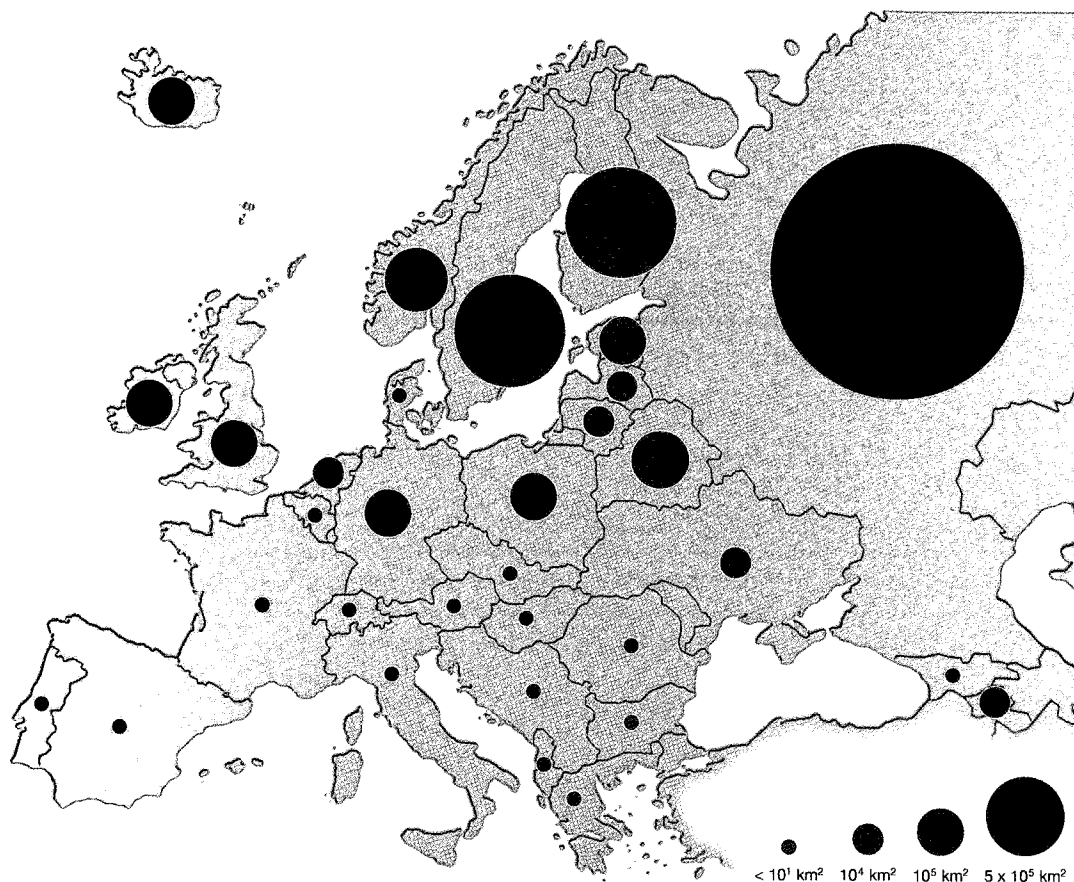


FIGURA 3. Distribución en Europa de los ecosistemas de turbera, modificado de Lappalainen, 1997. [*European distribution of peatland ecosystems, modified from Lappalainen, 1997.*]

fuerte interacción que se establece entre la turbera y los factores que afectan a su evolución dan lugar a numerosos micro y mesoecotopos, que a su vez tienen asociadas una gran diversidad de especies y asociaciones bióticas (prados higróturbosos, turberas ombrotóficas, turberas mineralotóficas de aguas estancadas, turberas mineralotóficas de aguas fluyentes, charcas, etc.).

Las comunidades bióticas de estos medios muestran una gran sensibilidad a los cambios resultantes del descenso del nivel freático o de las variaciones de la físico-química del agua, lo

que permite, según Gignac (1994), su utilización como marcadores biológicos de cambios a gran escala como el calentamiento climático o la lluvia ácida, pero también de impactos locales derivados de la actividad agrícola, ganadera o industrial.

Así mismo, el contenido en materia orgánica coloidal, especialmente las sustancias húmicas, constituidas por macromoléculas orgánicas con gran cantidad de grupos funcionales, permite a estos suelos mantener una elevada carga eléctrica negativa. Esta situación es favorable para que

se produzcan multitud de interacciones de radicales orgánicos con un amplio espectro de iones metálicos, nutrientes minerales y/o compuestos sintéticos de diversa naturaleza, retardando su migración y evitando la oxidación de los mismos, mecanismo que reduce o elimina su toxicidad (desactivación), destacando el caso de los hidrocarburos aromáticos policíclicos (dioxinas y furanos), constituidos por un variado grupo de especies químicas tóxicas, mutagénicas y/o cancerígenas, que son fijados fuertemente por la materia orgánica del suelo, como comprobó Zoller (1993).

Igualmente, el desarrollo temporal y espacial de las turberas permite la reconstrucción de la dinámica posicional de los compuestos y su procedencia (Jones y Hao, 1993) y así utilizar estos humedales como registros históricos de la deposición atmosférica de sustancias como metales pesados (Pb, Hg, Cd, etc.). A este respecto hay que mencionar los novedosos resultados obtenidos en la turbera ombrotétrica de Penido Vello (PVO), situada en la Serra do Xistral, en la que se ha podido medir el contenido de Hg a distintas profundidades e interpretar los procesos antiguos y actuales de contaminación atmosférica por este elemento e identificar las relaciones de acumulación —depósito del Hg respecto de las condiciones ambientales y paleoambientales— (Martínez Cortizas *et al.*, 1999).

## LAS TURBERAS DE GALICIA

Las características macroclimáticas de naturaleza eurosiberiana con un fortísimo influjo oceánico que presenta Galicia, en combinación con su relieve, hacen que este territorio posea (todavía en buen estado de conservación) un gran número de ecosistemas de turbera. A este respecto, se puede decir que Galicia es la comunidad del Estado Español con la presencia y variedad de turberas más amplia y donde se localiza el límite suroccidental de la distribución en Europa de las turberas ombrotéticas de cobertor, las cuales son particularmente peculiares en su desarrollo,

extremadamente frágiles y especialmente escasas (Figura 4). En algunas localidades costeras existen paleoturberas formadas en antiguos lagos litorales, en ocasiones cubiertas por aparatos dunares (p. ej. Corrubedo, A Coruña), que se formaron en momentos más fríos del Cuaternario y con niveles marinos por debajo del actual.

Las principales áreas de distribución de las turberas son las montañas septentrionales (“Serras Septentrionais”), donde aparecen a altitudes por encima de 500 m s.n.m., y las sierras orientales y suorientales, a altitudes superiores a los 1.000 m s.n.m., en condiciones climáticas más continentales. La formación de turberas ombrotéticas de cobertor (*blanket bogs*), alimentadas por agua de lluvia, nieblas, etc., está restringida a las sierras septentrionales, mientras que las minerotéticas y las turberas elevadas (*raised bogs*) —parte superior ombrotétrica que se desarrolla sobre otra minerotétrica— están bien representadas en todas las áreas montañosas de la región. En conjunto, estimamos que Galicia tiene unas 10.000 ha de turberas de montaña, de las cuales el 80% aproximadamente se concentra en las Serras Septentrionais.

Las turberas de cobertor aparecen únicamente en las superficies planas de las cimas de las montañas del sector norte, desarrollándose directamente sobre el sustrato rocoso, sobre depósitos periglaciares o sobre suelos muy escasamente evolucionados; sólo ocasionalmente lo hacen sobre los frecuentes suelos podsólicos existentes en el área.

Las turberas mineralotéticas (*fens*) están ampliamente representadas. Las más antiguas se localizan en las montañas orientales y suorientales, en posiciones topográficas generadas por la actividad de los glaciares. Se forman en depresiones de sobreexcavación e intramorrénicas. En el sector norte este tipo de turberas ocupa amplias depresiones, que alcanzan superficies de hasta 55 ha, formadas por la alteración y erosión de los granitos (*turberas de alveolo de alteración*). También se encuentran en pequeñas depresiones terciarias en los sectores central y meridional. La

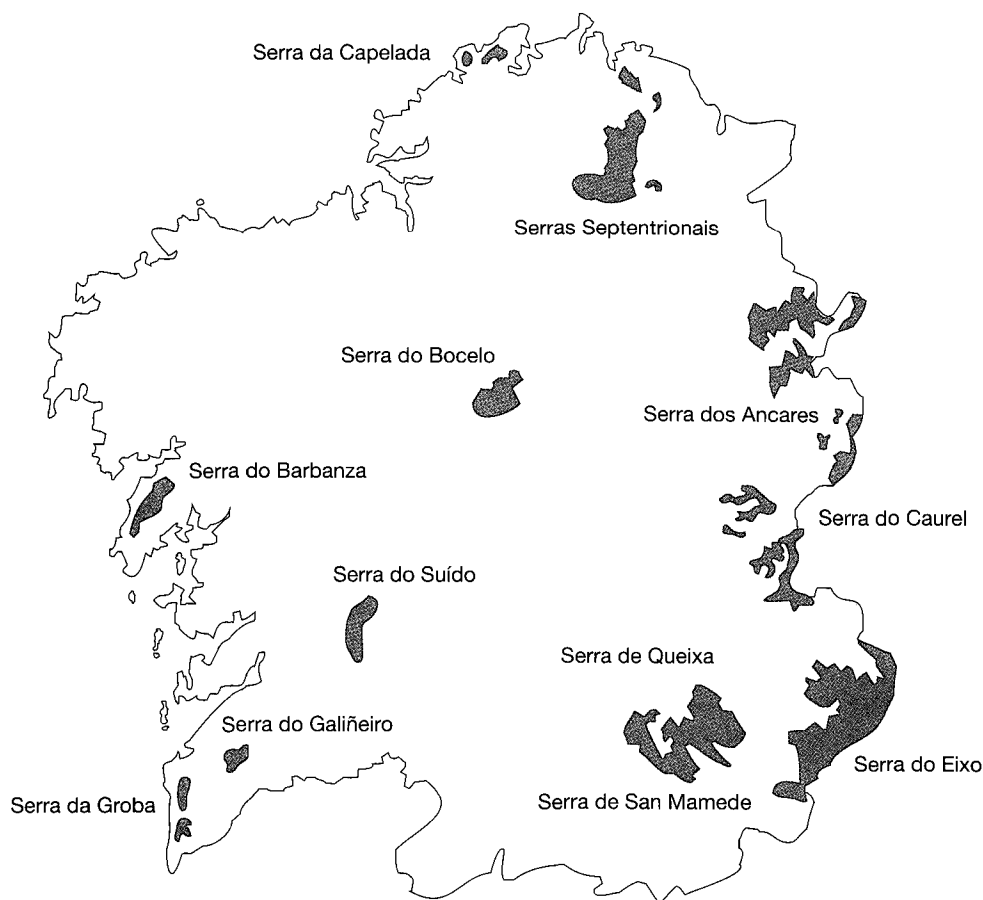


FIGURA 4. Áreas de Galicia con distribución más abundante de ecosistemas de turbera. [*Galician distribution of peatland ecosystems.*]

progresiva acumulación de materia orgánica hace que algunas de estas turberas evolucionen hasta turberas elevadas, desarrollando un nivel superior ombrotrófico de espesor variable.

Por último, algunas turberas se localizan en laderas, irradiando a partir de formaciones ombrotóficas, o bien se desarrollan sobre depósitos con abundantes piedras o cantos (de origen periglaciario). No es infrecuente que los depósitos basales presenten un exceso de agua. En lugares donde la capa freática alcanza la superficie, también pueden darse movimientos de reptación (*creep*),

que tienen como consecuencia el desarrollo de profundas grietas y de deslizamientos que dejan abiertos frentes naturales de turba de hasta tres metros de espesor.

La mayoría de los depósitos de turba tienen su origen en los pasados 6.000 años (Zoltai y Vitt, 1990); ahora bien, las turberas se desarrollan en un amplio espectro temporal y ambiental, abarcando desde 1.700 a 15.000 años (Armentano y Menges, 1986).

Respecto a su origen, se pueden diferenciar cuatro fases principales de formación (Pontevedra



Pombal *et al.*, 1996a). Las edades basales de las turberas de Galicia revelan que la acumulación de materia orgánica en las turberas minerotróficas de los sectores orientales y surorientales comenzó, de forma generalizada, entre hace 10.000 y 11.000 años B.P. Se trata de los sectores de mayor altitud, que fueron intensamente sometidos a la actividad glaciaria durante la fase fría del Cuaternario (Valcárcel, 1996, 1999). La fase inicial de acumulación de materia orgánica se relaciona con el aumento de los flujos de humedad durante la etapa final de fusión del hielo y el retroceso de los glaciares de montaña.

En el sector septentrional el comienzo del desarrollo de las turberas de cobertor y las elevadas tuvo lugar, al menos, entre hace 8.000 y 9.000 años B.P. La mayor parte de las turberas minerotróficas iniciaron su formación en dos episodios principales, uno en torno a los 5.000-4.000 años B.P. y el otro entre 3.000 y 2.000 años B.P., aunque hay unidades más recientes. Numerosos autores han relacionado el comienzo de la formación de algunas turberas con actividades antrópicas como el aclarado de los bosques por talas o incendios (Moore, 1975; Chambers, 1988). Algunos estudios sobre erosión de suelos y trabajos que integran estudios arqueológicos, de evolución del paisaje y de evolución de los suelos durante el Cuaternario (Martínez Cortizas y Moares, 1995), ofrecen evidencias de que las fases erosivas fueron sincrónicas con el desarrollo de las culturas humanas (Epipaleolítica, Neolítica y edades del Bronce y Hierro) y coinciden con la activación de la acumulación de la turba en turberas minerotróficas, como resultado de un aumento del flujo de agua superficial.

Los mecanismos nutricionales de estos ecosistemas se refleja en sus propiedades físico-químicas (Pontevedra Pombal *et al.*, 1996b). En el Apéndice 1 se presenta un resumen de las propiedades físico-químicas determinadas en turberas de Galicia (Pontevedra Pombal, 1995, 1996a; Martínez Cortizas, 2000); algunos datos han sido tomados de referencias bibliográficas. La clasificación de estos suelos reviste especial complejidad por di-

versos motivos, como por ejemplo la subjetividad de los métodos empleados para la determinación del grado de descomposición de la turba, el contenido de fibras, la dificultad para estimar el porcentaje de arcilla de un material dominado por la materia orgánica, la heterogeneidad de la metodología empleada en los diversos estudios y, en general, por la carencia de datos suficientes en la mayoría de las publicaciones. Por ello, la que aquí se aporta ha de ser considerada como una clasificación aproximada para una buena parte de los suelos cuyos datos se han tomado de la bibliografía. En el Apéndice 2 damos una relación de turberas de montaña representativa de diversos sectores de Galicia, indicando la sierra en la que se ubica, la altitud, la edad radiocarbónica (no se trata siempre de la edad basal máxima) y la clasificación según el sistema FAO (1990). En esta muestra predominan los Histosoles fibrícos y térricos, habiendo también Histosoles tínicos, fibríco-tínicos y térrico-tínicos.

En la actualidad, estos ecosistemas han sido objeto de especial atención por su valor medioambiental, de tal forma que la Unión Europea decidió incorporar un apartado específico para estos humedales dentro de la Red Natura 2000 (European Commission, 1996), declarándolos áreas de especial conservación. Según este documento, las turberas del noroeste de la Península Ibérica aparecen incluidas en el grupo general de *Raised Bogs and Mire Fens, Sphagnum acid bogs*, y en los hábitats tipo definidos como: 7110-Turberas elevadas activas (*Active raised bogs*); 7120-Turberas elevadas degradadas todavía susceptibles de regeneración natural (*Degraded raised bogs still capable of natural regeneration*); 7130-Turberas de cobertor activas (*Blanket bogs, active only*); 7140-Turberas de transición y tremedales (*Transition mires and quaking bogs*); 7150-Depresiones sobre sustratos turbosos (*Rhynchosporion*) (*Depressions on peat substrates, Rhynchosporion*). Tanto las turberas de cobertor como las turberas elevadas activas son hábitats de protección prioritaria para la Unión Europea.

De estos hábitats tipo, las turberas de cobertor

(7130) se encuentran restringidas casi exclusivamente a las Serras Septentrionais de Galicia. Las turberas elevadas (7110, 7120) aparecen representadas en casi todos los sectores montañosos gallegos, localizadas en su mayor parte en pies de ladera, áreas de replano y depresiones. El resto de las turberas del noroeste peninsular podrían encuadrarse entre las turberas activas de transición y los tremedales, englobando turberas de ladera y pie de ladera de bajo espesor, turberas de fondo de valle y alveolo de alteración, mientras que, como indican Martínez Cortizas *et al.* (2000), las depresiones sobre sustratos turbosos con *Rhynchosporion* (7150) no deben ser consideradas como un tipo de turbera, si no como un hábitat que aparece en algunas áreas turbosas como resultado de procesos de degradación antropogénica o natural.

Debido a que la distribución espacial de las clases 7110, 7120 y 7130 es exclusiva o mayoritaria en las Serras Septentrionais su descripción detallada se hará más adelante, centrándonos ahora en aquellas turberas más generalizadas en el resto de Galicia, que son las turberas de transición y tremedales (7140). Sintetizando, se puede decir que el común denominador de todas es su naturaleza mineralotrófica, es decir, turberas cuyo aporte nutricional e hídrico es fundamentalmente de origen edáfico frente al aporte pluviométrico que caracteriza a las turberas ombrotóficas. El status trófico puede variar desde oligotrófico a mesotrófico o eutrófico, y esto favorecerá el establecimiento de un tipo u otro de vegetación.

- 1 Turberas de alveolo (*quaking bogs*). Turberas mineralotróficas de tamaño variable que se desarrollan favorecidas por la presencia de alveolos de alteración granítica que permiten la acumulación de agua de lluvia y escorrentía, estableciéndose una vegetación que llega a cubrir toda la superficie del alveolo. Estas turberas se adscriben fundamentalmente al macizo granítico de los Montes da Toxiza.
- 2 Turberas de fondo de valle (*quaking bogs*). Se deben a la formación de áreas encharcadas situadas en posición topográfica deprimida,

donde confluyen aguas de escorrentía y aguas corrientes jerarquizadas (ríos, arroyos) con una velocidad superior a la de desagüe, favoreciendo la hidromorfía. La dificultad de drenaje está potenciada por la presencia de sedimentos tanto glaciares como aluviales. En numerosas ocasiones el área ocupada por la turbera es aquella que constituye la plataforma de inundación de los cauces permanentes.

- 3 Turberas coluvio-aluviales (*transition mires*). Se forman por procesos de acreción de sedimentos inorgánicos y orgánicos alóctonos intensamente mezclados, procedentes de áreas de mayor inestabilidad y redistribuidos por la acción de cursos de agua. La materia orgánica está tremendamente evolucionada y la turba tiene un aspecto gelatinoso, aunque en posiciones concretas se desarrolla una variante hístico-coluvio-aluvial con verdaderos horizontes hísticos.
- 4 Turberas de obturación o cierre glaciar (*quaking bogs* y *transition mires*). Su evolución se debe a un proceso de obturación o de cierre de los canales de drenaje del terreno por formaciones morrénicas, que frecuentemente favorecen una deposición glaciolacustre de los materiales.
- 5 Turberas de hombrera (*quaking bogs* y *transition mires*). Durante la evolución de un glaciar se originan resaltes que rompen la pendiente de las vertientes del valle, creando umbrales o hombreras que propician la aparición de cubetas donde se instalan pequeñas turberas.
- 6 Turberas intramorrénicas (*quaking bogs*). Son turberas que se establecen en pequeñas depresiones formadas entre dos morrenas paralelas en período de retroceso glaciar, que obturan o relantizan la evacuación hídrica.
- 7 Turberas de escorrentía (turberas solígenas) (*transition mires*). Derivadas de la ralentización del flujo superficial sobre sustratos impermeables y encharcados.
- 8 Paleoturberas costeras. Activadas con el descenso de la línea de costa y fosilizadas actualmente por dunas o coluvios de ladera.

9 Turberas de ladera. Se trata de turberas de transición espacial y biogeoquímica entre las turberas ombrotróficas y mineralotróficas. Se desarrollan por las laderas en pendientes más o menos pronunciadas, y la acumulación de turba está especialmente sujeta a las circunstancias micromorfológicas. En estas formaciones es frecuente ver extensos campos de reptación de la turba a favor de pendiente, dando lugar a formaciones aborregadas. También son frecuentes los frentes de deslizamiento en media luna y los hundimientos masivos de grandes bloques de la turbera (*transition mires*). Un grupo especial de turberas de ladera lo constituyen las formaciones conocidas como *Flark* (turbera de surgencia): es un área húmeda bien delimitada con un pequeño grupo de vegetación asociada, de nutrición mineralotrófica, usualmente alargándose a favor de la pendiente. Es frecuente encontrar varias de estas formaciones alineadas pendiente abajo. Están ligadas fundamentalmente a la presencia de sustratos permeables y triturados poco coherentes con el lecho rocoso. Estas zonas se cargan de agua y el peso hídrico provoca un deslizamiento masivo del material y la evacuación superficial del agua a modo de surgencia puntual, generando un fuerte encharcamiento

del terreno circundante y un ambiente propicio a la aturberación.

10 Turberas de escalón morfológico (*transition mires*). Estas turberas se asocian a interfluvios y collados amplios y planos situados entre dos elevaciones montañosas. A la pérdida de pendiente se une el cuantioso aporte de agua desde las laderas circundantes. Por la topografía existente, estas turberas alcanzan importantes espesores (superiores a 2 m) y cuando su desarrollo genera un considerable proceso de abombamiento dan lugar a turberas elevadas biogeoquímicamente mixtas.

En Galicia, las turberas que pertenecen al grupo de las *quaking bogs* y *transition mires* reciben el nombre de *Braña, Chan, Chao, Charca, Poza* o *Veiga*.

#### EL COMPLEJO DE TURBERAS DE LAS "SERRAS SEPTENTRIONAIS"

Las "Serras Septentrionais" de Galicia son un conjunto de montañas de fuerte horizontalidad culminante y marcada verticalidad en sus límites, que establecen con claridad la separación entre el sector nororiental de la costa gallega (provincia de Lugo) y la depresión interior de A Terra Chá.

TABLA 1. Condiciones climáticas de las "Serras Septentrionais" en función de la altitud (Alt: altitud; In: invierno; Pr: primavera; Vr: verano; Ot: otoño; An: anual). La precipitación está en  $l\ m^{-2}$  y la temperatura en  $^{\circ}C$ . Datos estimados a partir de Martínez Cortizas y Pérez Alberti (2000). [*Climatic conditions at the "Serras Septentrionais" ("Northern Sierras") as a function of altitude (Alt: altitude; In: winter; Pr: spring; Vr: summer; Ot: autumn; An: annual). Precipitation is expressed in  $l\ m^{-2}$  and temperature in  $^{\circ}C$ . data estimated from Martínez Cortizas and Pérez Alberti (2000).*]

Altitud <i>Altitude</i>	Precipitación <i>precipitation</i>					Temperatura <i>temperature</i>				
	In	Pr	Vr	Ot	An	In	Pr	Vr	Ot	An
600	492	275	150	477	1.394	6,3	9,9	14,6	9,1	10,0
800	561	314	172	545	1.592	5,1	8,4	13,2	7,9	8,7
1.000	635	355	194	616	1.800	3,9	6,9	11,7	6,7	7,4

El núcleo central de estas sierras está formado por las sierras de O Xistral, que supera ligeramente los 1.000 m s.n.m. (Seixo Branco, 1.057 m; Chao de Lamoso, 1.039 m; Xistral, 1.036 m), los montes de O Cadramón (Cadramón, 1.062 m; Espita Vella, 1.015 m) y los macizos graníticos de A Toxiza (Coto Valdoinferno, 760 m; Curro do Bispo, 702 m; A Toxiza, 838 m). La transición la constituyen a modo de cohorte un conjunto de pequeños enclaves montañosos, por un lado con los territorios sublitorales (montes do Buio y montes das Cabaleiras), por otro con la depresión de As Pontes (Guriscado, Curuxeiras, Montouto), y por otro con la depresión de A Terra Chá (montes da Carba). Todo este territorio mantiene una nítida unidad biogeográfica de marcado carácter montañoso, que sólo se difumina en el contacto con A Terra Chá.

Es destacable el hecho de que la totalidad de los ríos más importantes del cuadrante norte —Eume, Pedrido, Masma, Landro y Ouro— tienen sus cabeceras constituidas por gran número de arroyos tributarios que se inician dentro del complejo de turberas de las Serras Septentrionais. Esta situación ocasiona un fuerte control y amortiguación hidrológica de los cauces principales tanto en el aspecto cuantitativo como en el cualitativo, regulando la descarga hídrica y contribuyendo a la preservación de la calidad de las aguas superficiales.

Sus principales valores florísticos radican en la variedad y rareza de esfagnos y briófitos, derivada de la singularidad climática, edáfica y geomorfológica que ha permitido el desarrollo y pervivencia de un buen número de hábitats higroturbófilos y turbófilos favorecidos por una precipitación estival relativamente alta, pero sobre todo por la baja estacionalidad pluviométrica y las abundantes nieblas.

Particularmente, son las Serras Septentrionais y en especial la Serra do Xistral donde pervive el grupo más importante de estos humedales de toda la Península Ibérica, escasamente alterados por factores no naturales. Así mismo, aquí se localiza el límite suroccidental de distribución en

Europa de las turberas ombrotáficas de cobertor, asociadas a las cumbres y laderas altas y protegidas por un gran complejo turboso, siendo excepcionalmente singulares en su desarrollo, extremadamente frágiles y especialmente escasas.

Hasta el momento y tras numerosas e intensas campañas de reconocimiento en el campo, se ha delimitado provisionalmente la superficie ocupada por ecosistemas de turberas en gran parte de las Serras Septentrionais. El conjunto del complejo de turberas ocupa al menos una extensión que se aproxima a las 6.593 hectáreas en plano, constituyendo un territorio netamente delimitado y continuo en el que se suceden y superponen en el espacio gran cantidad de clases y formas de turberas y otros humedales de agua dulce (charcas, lagunas y arroyos). Estos 66 km<sup>2</sup> de superficie total de turberas se distribuyen, en primer lugar, en 7,7 km<sup>2</sup> ocupados por turberas ombrotáficas, lo que representa el 11,7% del espacio total ocupado por turberas, indicando la escasa superficie en la que se desarrollan este tipo de humedales de alto valor ecológico. Los restantes 58,3 km<sup>2</sup> (88,3%) corresponden al área en la que se extienden las turberas mineralotáficas.

Esta continuidad espacial es imprescindible para que exista intercambio genético y mantenimiento de la biodiversidad de flora y fauna y para la protección de la funcionalidad de los humedales como verdaderos corredores biológicos. Igualmente optimiza el control hidrológico de ríos y arroyos preservando la calidad de las aguas superficiales.

Como se ha dicho, de estos hábitats tipo, por su singularidad y grado de desarrollo espacial, destacan las turberas de cobertor (7130), que se encuentran restringidas casi exclusivamente a las Serras Septentrionais de Galicia y a favor de condicionantes biogeográficos: cumbres planas o de ligera inclinación (entre los 800 y 1.000 m s.n.m), en áreas oceánicas de elevadas precipitaciones (1.600-1.800 mm/año; Tabla 1), escasa a moderada estacionalidad pluviométrica (Martínez Cortizas y Pérez Alberti, 2000), abundantes nieblas, bajas temperaturas medias anuales (7,5

a 10,0 °C) y sustratos ácidos pobres en nutrientes. Además, existe en muchas localizaciones un complejo continuo que, partiendo de las zonas de cumbre, irradia por las laderas hasta zonas de ruptura, donde pierde espesor la turba en transición hacia otros suelos con horizontes orgánicos a cotas más bajas (incluso hasta los 500 m). La distribución geográfica reconocida por la comunidad científica europea (European Commission, 1996) para este tipo de hábitat se limita a áreas de Francia, Irlanda, Suecia y Reino Unido, aunque parece oportuno extender su dominio hasta el norte peninsular, el cual se convierte así en el límite meridional de distribución de este tipo de ecosistemas atlánticos.

Las turberas de cobertor (Godwin, 1981) son turberas que se desarrollan sobre sustratos silíceos en zonas generalmente montañosas de alta pluviosidad, siendo siempre ombrotróficas en su génesis, pudiendo tapizar laderas de hasta 15° de pendiente, apareciendo en su base orlas de turberas bajas mineralotróficas y ácidas. Están frecuentemente asociadas a ambientes podsolizantes, que favorecen la formación de horizontes impermeables dentro del suelo. Por el contrario las turberas elevadas (Godwin, 1981) son turberas ombrotróficas que se desarrollan como culminación de un largo proceso evolutivo a partir de una fase de laguna o turbera mineralotrófica, produciéndose un engrosamiento y abombamiento de la turbera, propiciado por las condiciones de fuerte oceanidad. El centro es prácticamente plano y sus laderas suaves son cortadas por pequeños canales de drenaje superficial en la dirección de la pendiente denominados *rang*. En esta área son particularmente abundantes e importantes las denominadas turberas marginales (*lagg*), que constituyen una estrecha zona que separa las comunidades vegetales de los suelos minerales de las principales comunidades vegetales de depósitos de turbera alta. Estos sistemas son con frecuencia subestimados en los inventarios. De forma particular se pueden denominar como *braña*, término del que existen innumerables interpretaciones sobre el origen y significado. Posiblemente de origen prerromano

(“brakna”), que indica lugar húmedo. En Galicia es un prado hidromorfo o una turbera mineralotrófica, por lo que Vidal (1993) aclara que la aplicación del término “braña” para aludir a una formación higroturbosa es correcto, pero de uso restringido y específico.

En definitiva, en las Serras Septentrionais podemos encontrar dos grandes grupos de turberas, turberas ombrotróficas y turberas mineralotróficas, acopladas espacial y funcionalmente en un gran complejo de turberas jerarquizado en múltiples biotopos húmedos. En las turberas ombrotróficas, tanto de cobertor en cumbre y ladera (*blanket bog*) como las elevadas (*raised bog*), que en O Xistral reciben el nombre de *tremoal*, *barreira o borralleira*, existen ejemplos sobresalientes por su desarrollo y grado de conservación en el Pico Velilla Medroso, Pasada Lamoso, Chao do Curro, Penido Novo, Barreiras do Lago, Seixo Branco, Ladeiras do Seixo Branco, A Cu-rota, Espita Vella y Chao de Lamoso, superando por norma los tres metros de profundidad e incluso, con cierta frecuencia, los cinco metros. Las turberas mineralotróficas (*transition mires y quaking bogs*) se agrupan en turberas de alveolo de alteración granítica, principalmente en el macizo de A Toxiza, donde se localiza la turbera de este tipo más grande de la Península Ibérica y que recibe el nombre de Veiga do Tremoal o Veiga de Pena Vella; turberas de fondo de valle, prácticamente a lo largo de todos los cauces de agua corriente permanente o semipermanente, que constituyen la red de drenajes de las sierras, y con particular valor en la Veiga do Rial en el río Eume y en la Veiga da Fragavella en el río del mismo nombre; turberas de obturación o cierre glaciar, que en el área de O Xistral constituyen formaciones de tamaño y espesor reducido, destacando las de la cabecera del río Pedrido en la falda del pico Cadramón, y en el tramo alto de la turbera de Veiga do Rial, situada en la cabecera del río Eume; turberas de ladera, que tapizan la práctica totalidad de las laderas que constituyen el cordal central de la sierra de O Xistral y están especialmente bien desarrolladas en las vertien-

tes noroccidentales, destacando las existentes en Cume do Cabaleiro, Montereña y Seixo Branco; y turberas de escalón morfológico, con ejemplos importantes en las formaciones de Cume do Cabaleiro, Pasada do Curro y Pasada de Sinas.

#### PRESENTE Y FUTURO DE LAS TURBERAS DE LAS “SERRAS SEPTENTRIONAIS”

Si el complejo de turberas de las Serras Septentrionais ya es de por sí fuente inagotable de recursos científicos y medioambientales, su importancia se ve multiplicada gracias al buen estado de conservación que presenta todavía. Este hecho adquiere relevancia al ponerlo en comparación con la situación europea. En palabras de Boeye y Verheyen (1994), el cambio de uso del suelo desde la época del Imperio Romano hasta la actualidad ha modificado drásticamente el estado de las turberas europeas, que han sido reducidas a focos residuales y fragmentos aislados (Tabla 2).

La pérdida de extensión de ecosistemas de turbera en el territorio de la mayoría de los estados miembros de la Unión Europea alcanza valores medios superiores al 90%, destinándose estos

espacios fundamentalmente al aprovechamiento agrícola y/o forestal. Heathwaite (1994) encuentra que todas las turberas de Holanda son explotadas, en Alemania sólo quedan 500 ha intactas, desde 1946 se ha explotado el 90% de estos depósitos en Gran Bretaña y en Irlanda se drenaron 80.000 ha. Los datos obtenidos para las turberas españolas pudieran no ser exactos ya que con mucha probabilidad no se ha incorporado al inventario precisamente el núcleo de estos ecosistemas más importante, esto es, el complejo de las Serras Septentrionais; aún así, si bien el valor cuantitativo no representa la realidad, la información cualitativa indica que existe un total abandono en la protección de estos hábitats y un acuciante peligro para la conservación de su integridad.

Esta situación debería comenzar a cambiar en sintonía con la resolución de un gran número de directrices y leyes ambientales de ámbito comunitario y estatal, con carácter de legislación básica y con la voluntad de proteger de su destrucción a estos ecosistemas húmedos de extrema fragilidad. De entre estas reseñas legislativas se debe destacar la Directiva 92/43/CEE del Consejo, de 21/5/1992, relativa a la Conservación

TABLA 2. Extensión original y porcentaje de desaparición de los ecosistemas de turbera en Europa (Lappalainen, 1997; Joosten y Couwenberg, 1999). [*Former extent and disappearance rate of peatland ecosystems in Europe.*]

Zona Zone	Área turberas original <i>Original peatland area</i> x 1.000 km <sup>2</sup>	Área turberas actual <i>Present peatland area</i> x 1.000 km <sup>2</sup>	Desaparición ecosistemas turbera <i>Loss peatland ecosystems</i> (%)
Europa	495	187	62
Unión Europea	243,7	67,4	73
Suecia	67	43,5	35
Finlandia	96	19,2	80
Irlanda	14	2,2	85
España	0,5	0,005	99
Resto Unión Europea	66,2	2,5	97

de los Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres (DOCE, 1992). En ella se estimula la incorporación de las turberas altas y de las turberas bajas a la Red Natura 2000 tanto como hábitats naturales prioritarios de interés comunitario y de especial conservación, como por un gran número de especies vegetales asociadas a ellos. En esta clasificación se engloban todos los tipos de turberas existentes en Galicia. Esta directiva fue transpuesta en su totalidad en la legislación ambiental del Estado Español por el Real Decreto 1997/1995, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

Con toda seguridad, los motivos reseñados con anterioridad han propiciado que en la actualidad pueda considerarse esta área objeto de protección ambiental preventiva, ateniéndose a las normativas de ordenación territorial comunitarias, estatales y autonómicas en vigor, entre ellas el Estudio Preliminar sobre posibles Espacios a Proteger en Galicia (1978-1980), el Inventario de Espacios Naturales Protegidos, la Propuesta de Inventario de Zonas Naturales Protegidas, el Rexistro Xeral de Espacios Naturais de Galicia y la Propuesta de inclusión por la Xunta de Galicia como espacio a proteger en la Red Natura 2000, desarrollado por la Unión Europea.

Sin embargo, a pesar de estas circunstancias, los ecosistemas húmedos de turbera de Galicia, y particularmente los de las Serras Septentrionais, se ven gravemente amenazados por la actividad humana tanto por usos tradicionales como por proyectos tecnológicos contemporáneos de utilización del espacio que ocupan. Esta situación está favorecida por la falta de conocimientos y estudios de planificación del uso racional del área, que perpetúan la ignorancia de su valor por parte de los usuarios y la carencia de herramientas y criterios de gestión por parte de la administración. En la actualidad los riesgos mayores se centran en el incremento de suelos destinados al pastoreo por ganadería extensiva, las prácticas de drenado y desecación para la producción made-

ra, el desarrollo del plan eólico de Galicia, los incendios, la ubicación de infraestructuras eléctricas y de telecomunicaciones, apertura de viales para el plan de concentración parcelaria, etc.

## CONCLUSIONES

Las turberas son ecosistemas comunes en Galicia, aunque especialmente en áreas montañosas, de tal forma que constituyen la reserva natural más importante de estos humedales de toda la Península Ibérica. Mientras que las turberas mineotróficas y las ombrotólicas de tipo elevado se pueden encontrar en todo el territorio, las ombrotólicas de cobertor son exclusivas de los sectores oceánicos de las montañas septentrionales, dando lugar a un complejo de turberas de valor excepcional en todo el continente europeo.

Por su valor, es conveniente destacar la necesidad de protección y conservación para el futuro de estos ecosistemas, por su importancia ecológica, la especial flora que los coloniza y la fauna que los habita y por su papel en la regulación de los sistemas hidrológicos de las áreas en las que se ubican. Para alcanzar este objetivo habrá que realizar un esfuerzo en la consecución de un equilibrio entre el uso racional de los recursos y la garantía del mantenimiento de la calidad ambiental y la integridad funcional de este complejo de turberas. La viabilidad de combinación de ambas metas sólo tendrá éxito si se apuesta por la prevención de riesgos antes que por la restauración de los daños.

## SUMMARY

*Peatlands of Galicia: formation process, distribution and environmental value. The particular case of "Serras Septentrionais"*

Formation of the mires dates back to 11,000–10,000 years B.P. in glaciated areas and to Holocene times elsewhere, the principal phases occurring between 9,000–8,000 years B.P., 5,000–4,000 years B.P. and 3,000–2,000 years B.P. Bulk density ranges from 0.06 to 0.60 mg m<sup>-3</sup>, total porosity between 85–95% and organic

matter content between 25 and 95%. These are mainly acid peats (pH 4.0-5.5). Effective cation exchange capacity varies from 4.5 to 20.5 cmol kg<sup>-1</sup> depending on the degree of organic matter decomposition and pH. The order of cations is Mg, Ca> Al> Na> K in blanket bogs and Al> Ca> Mg> Na> K in fens, although there is a relative heterogeneity. Using FAO framework these bogs are classified as Histosols, mainly as fibric and terric Histosols. From the habitat point of view of the Natura 2000 network, the types represented are: blanket bogs (7130), transition mires and quaking bogs (7140) —mostly fen formations—, and active and degraded raised bogs (7110–7120). One of the best representations (both in extent and high conservation level) is the mire complex located in the mountains known as “Serras Septentrionais” (north Lugo province; ca. 6,593 ha).

Key words: Galicia, natural habitats, peatlands, “Serras Septentrionais”, soil properties.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aira Rodríguez, M. J. Guitián Ojea, F. (1986). Contribución al estudio de los suelos y sedimentos de montaña de Galicia y su cronología por análisis polínico. I. Sierra del Caurel (Lugo). *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 45: 1189-1202.
- Aira Rodríguez, M. J. y Guitián Ojea, F. (1986). Contribución al estudio de los suelos y sedimentos de montaña de Galicia y su cronología por análisis polínico. II. Perfiles de la penillanura de cumbreres de la Sierra de Queixa (Orense). *Anal. Edaf. Agrobiol.*, 45: 1203-1218.
- Armentano, T. V. y Menges, E. S. (1986). Patterns of change in the carbon balance of the organic soil-wetlands of the temperate zone. *J. Ecology*, 74: 755-774.
- Boeye, D. y Verheyen, R. F. (1994). The relation between vegetation and soil chemistry gradients in a ground water discharge fen. *J. Vegetation Sci.*, 5: 553-560.
- Clymo, R. S. (1987). The ecology of peatlands. *Sci. Prog. Oxford*, 71: 593-614.
- Chambers, F. (1988). Archaeology and the flora of the British Isles: The moorland experience. En M. Jones (Ed.): *Archaeology and the Flora of the British Isles*, págs. 107-115. Oxford University Committee for Archaeology, Monograph 14, Oxford.
- DOCE (1992). Directiva 92/43/CEE del Consejo, de Conservación de Hábitats Naturales y de la Fauna y Flora Silvestres. Nº L 206.
- European Commission (1996). *Interpretation manual of European Union Habitats*. European Commission, DGXI-Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, Bruselas.
- F.A.O. (1990). *Soil Map of the World. Revised legend*. FAO, Roma.
- Fitzpatrick, E. A. (1980). *Soils: the formation, classification and distribution*. London.
- Frazier, B. E. y Lee, G. B. (1971). Characteristics and classification of three Wisconsin histosols. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 35: 776-780.
- Gignac, L. D. (1994). Peatland species preferences: an overview of current knowledge base. *Wetlands*, 14: 216-222.
- Godwin, H. (1981). *The archives of the peat bogs*. Cambridge University Press, London.
- Gorham, E. (1991a). Northern peatlands: role in the carbon cycle and probable responses to climate warming. *Ecological Applications*, 1: 182-195.
- Gorham, E. (1991b). Human influences on the health of Northern peatlands. *Transactions of the Royal Soc. of Canada*, 6: 199-208.
- Gorham, E. (1995). The biogeochemistry of northern peatland and its possible responses to global warming. En E. Gorham, G. M. Woodwell y F. T. Mackenzie (Eds.): *Biotic feedbacks in the global climatic system*, págs. 169-186. Oxford University Press, Oxford.
- Heathwaite, A. L. (1994). Hydrological management of a cutover peatland. *Processes*, 8: 245-262.
- Heathwaite, A. L., Göttlich, Kh., Burmeister, E. G., Kaule, G. y Grospietsch, Th. (1993). Mires: definition and form. En A. L. Heathwaite y Kh. Göttlich (Eds.): *Mires: process, exploitation and conservation*, págs. 1-76. John Wiley y Sons Ltd., Chichester.
- Hulme, P. D., Nicol, A. T. y Robertson, R. A. (1980). Peat. En C. J. Brown y R. E. F. Heslop (Eds.): *The soils of the country round Stranraer and Wigtown*, págs. 170-195. Macaulay Inst., Aberdeen.
- Ivanov, K. E. (1981). *Water movement in mirelands*. Academic Press, London.
- Jato, M. V. (1974). *Contribución a la cronología de suelos por análisis de polen*. Tesis Doctoral, Fac. Ciencias, Univ. Santiago de Compostela.
- Jones, J. M. y Hao, J. (1993). Ombrotrophic peat as a



- medium for historical monitoring of heavy metal pollution. *Environmental Geochemistry & Health*, 15: 67-74.
- Joosten, H. y Couwenberg, J. (1999). Bilanzen zum Moorverlust. Das Beispiel Europa. En M. Succow y H. Joosten (Eds.): *Landschaftsökologische Moorkunde*, 2nd ed. Fischer, München.
- Lappalainen, E. (1997). *Global Peat Resources*. International Peat Society, Unesco, Geological Survey of Finland, Jyska.
- Leirós, M. C. (1979). *Suelos hidromorfos en Galicia*. Tesis Doctoral, Fac. Biología, Univ. Santiago de Compostela.
- Lévesque, M. y Dinel, H. (1982). Some morphological and chemical aspects of peats applied to the characterization of histosols. *Soil Sci.*, 133: 324-332.
- Maltby, E y Dugan, P. J. (1994). *Wetland ecosystem protection, management and restoration: an international perspective*. St. Lucie Press, London.
- Maltby, E. y Immirzi, P. (1993). Carbon dynamics in peatlands and other wetland soils: regional and global perspectives. *Chemosphere*, 27: 999-1023.
- Martínez Cortizas, A. y Moares Domínguez, C. (1985). *Edafología y Arqueología: estudio de yacimientos arqueológicos al aire libre en Galicia*. Consellería de Cultura, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Martínez Cortizas, A. y Pérez Alberti, A. (2000). *Atlas Climático de Galicia*. Consellería de Medio Ambiente, Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Martínez Cortizas, A., Pontevedra Pombal, X., Nóvoa Muñoz, J. C. y García Rodeja, E. (2000). Turberas de montaña del noroeste de la Península Ibérica. *Edafología* (en prensa).
- Martínez Cortizas, A., Pontevedra Pombal, X., García Rodeja, E., Nóvoa Muñoz, J. C. y Shoty, W. (1999). Mercury in a Spanish peat bog: archive of climate change and atmospheric metal deposition. *Science*, 284: 939-942.
- Molinero, A., Polo, A. y Dorado, E. (1984). Características físico-químicas de la turbera de Vivero (Lugo). *Anal. de Edafol. y Agrobiol.*, 43: 1107-1122.
- Moore, P. D. (1975). Origin of blanket mires. *Nature*, 256: 267-269.
- Moore, P. D. (1989). The ecology of peat-forming processes: a review. *International J. Coal Geol.*, 12: 89-103.
- Nicholson, B. J. y Vitt, D. H. (1990). The paleoecology of a peatland complex in continental western Canada. *Can. J. Bot.*, 68: 121-138.
- Pfadenhauer, J., Schneekloth, H., Schneider, R. y Schneider, S. (1993). Mire distribution. En A. L. Heathwaite y Kh. Göttlich (Eds.): *Mires: process, exploitation and conservation*, págs. 77-122. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Pontevedra Pombal, X., García Rodeja, E. y Martínez Cortizas, A. (1996a). Caracterización edafogeomorfológica de las turberas de las "Serras Orientais" de Galicia. En A. Pérez Alberti, P. Martini, W. Chesworth y A. Martínez Cortizas (Eds.): *Dinámica y Evolución de Medios Cuaternarios*, págs. 243-259. Xunta de Galicia, Santiago de Compostela.
- Pontevedra Pombal, X., Martínez Cortizas, A. y García Rodeja, E. (1996b). Caracterización físico-química de depósitos orgánicos en la Serra dos Ancares (NW Ibérico): origen y evolución. En A. Pérez Alberti y A. Martínez Cortizas (Eds.): *Avances en la Reconstrucción Paleoambiental de las Áreas de Montaña Lucenses*, págs. 91-119. Diputación Provincial de Lugo, Lugo.
- Pontevedra Pombal, X. (1995). *Histosoles de la Serra dos Ancares (Galicia)*. Tesis de Licenciatura. Dpto. Edafología, Fac. Biología, Univ. Santiago de Compostela.
- Ramil, P., Taboada Castro, M. T. y Aira Rodríguez, M. J. (1993). Estudio palinológico y factores de formación de la turbera de Gañidoira (Lugo, España). En M. P. Fumanal y J. Bernabeu (Eds.): *Estudios sobre Cuaternario: Medios Sedimentarios, Cambios Ambientales, Hábitat Humano*, págs. 191-197. Departament de Geografia, Universidad de Valencia-Asociación Española para el Estudio del Cuaternario, Valencia.
- Sanmamed, A. (1979). Contribución al estudio de los suelos de montaña gallegos. *Acta Científica Compostelana*, 16: 219-246.
- Sjörs, H. (1961). Some chemical properties of the humus layer in Swedish natural soils. *Bulletin of the Royal School of Forestry*, 37: 1-51.
- Stewart, C. N. J. y Nilsen, E. T. (1993). Association of edaphic factors and vegetation in several isolated Appalachian peat bogs. *Bull. Torrey Bot. Club*, 120: 128-135.
- Tate, R. L. (1987). *Soil Organic Matter. Biological and Ecological effects*. John Wiley & Sons, USA.
- Taylor, J. A. (1983). *The peatlands of Great Britain*

- and Ireland. En A. J. P. Gore (Ed.): *Mires: swamp, bog, fen and moor*, págs. 1-46. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Torras Troncoso, M. A. (1982) *Aplicación del análisis polínico a la datación de paleosuelos en Galicia*. Tesis Doctoral, Dpto. Biol. Vext., Fac. Bioloxía, Univ. Santiago de Compostela.
- Valcárcel, M. (1996). Aportaciones al estudio de los procesos glaciares y periglaciares en Galicia (NW de la Península Ibérica): estado de la cuestión. En A. Pérez Alberti y A. Martínez Cortizas (Eds.): *Avances en la Reconstrucción Paleoambiental de las Áreas de Montaña Lucenses*, págs. 11-38. Diputación Provincial de Lugo, Lugo.
- Valcárcel, M. (1999). *Evolución geomorfológica y dinámica de las vertientes en el noroeste de Galicia: importancia de los procesos de origen frío en un sector de las montañas lucenses*. Tesis de Doctorado, Departamento de Geografía, Universidad de Santiago, Santiago de Compostela.
- Vidal, T. (1993). Sobre gándaras e brañas. *A Silveira*, 2: 27-29.
- Zoltai, S. C., Pollett, F. C., Jeglum, J. K. y Adams, G. D. (1975). Development of wetland classification for Canada. *Proc. 4th North Am. Soils Conf.*, Quebec, 4: 497-511.
- Zoller, U. (1993). Groundwater contamination by detergents and polycyclic aromatic hydrocarbons—a global problem of organic contaminants: is the solution locally specific?. *Wat. Sci. Tec.*, 27: 187-194.

Xabier Pontevedra Pombal  
Antonio Martínez Cortizas

*Departamento de Edafología e Química Agrícola  
Universidade de Santiago de Compostela*

APÉNDICE 1. Valores para algunas propiedades físicas y químicas de turberas de diferentes sectores del noroeste de la Península Ibérica (Área: N, norte; E, este; SE, sureste; S, sur; C, centro. Densidad del suelo en  $\text{mg m}^{-3}$ ; carbono (C), nitrógeno (N) y azufre total (S) en porcentaje; cationes de intercambio y capacidad de intercambio catiónico en  $\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ; los valores con asterisco indican que la CIC se midió en acetato amónico a pH 7, el resto en cloruro amónico al pH de la turba (1: Jato, 1974; 2: Sanmamed, 1979; 3: Torras, 1982; 4: Leirós, 1983; 5: Molinero *et al.*, 1984; 6: Aira y Guitián, 1986 a y b; 7: Ramil *et al.*, 1993; 8: Ramil *et al.*, 1994). [*Some physical and chemical properties of peatlands in different sectors of the northwest of the Iberian Peninsula (Area: N, north; E, east; SE, southeast; S, south; C, centre. Soil density in  $\text{mg m}^{-3}$ ; carbon (C), nitrogen (N) and total sulphur (S) in percentage; exchange cations and capacity of cationic exchange in  $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ ; asterisks indicate that CIC was measured in ammonian acetate at pH 7, the reminder in ammonian chloride at peat pH.]*

Turbera <i>Peatland</i>	Sector	Espesor <i>Depth (cm)</i>	Densidad <i>Density</i>	Porosidad <i>Porosity (%)</i>	Cenizas <i>Ashes</i>	C	N	S	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Al	CIC
BAG	E	135	0,06-0,60	55-85	4-63	29-49	0,2-2,3	0,20-2,60	3,5-4,3	0,8-17,8	0,2-12,0	2,9-155,0	11,0-221,0
BDX <sup>7</sup>	SE	40	-	-	-	14-27	0,1-1,0	-	4,3-4,6	0,4-0,7	0,08-0,2	8,0-10,8	45,0-49,0*
BLA	E	145	0,11-0,26	86-93	10-25	29-44	1,8-2,4	0,70-0,98	5,9-6,0	1,80-5,91	0,3-1,0	<0,01-0,1	3,8-12,3
BMC <sup>7</sup>	C	70	-	-	-	30-32	0,5-0,7	-	3,9-4,0	5,6-7,5	1,9-2,2	7,0-16,0	99,0-127,0*
BPA	E	190	0,1-0,34	81-93	21-57	23-46	1,1-1,7	0,50-1,10	3,5-4,3	1,0-7,1	0,2-0,9	2,5-13,0	8,0-16,0
BRN <sup>4</sup>	C	110	-	-	-	15-32	0,7-2,0	-	4,2-4,7	0,2-0,5	0,1-0,5	5,0-10,0	60,0-165,0
BUI <sup>5</sup>	N	400	0,11-0,19	87-92	4-19	48-60	-	-	3,2-3,8	<0,01	1,4-3,0	-	75,0-95,0*
CAD	N	124	0,13-0,98	60-91	2,7-79	17-55	0,5-2,0	0,06-0,30	2,5-3,9	0,1-8,1	0,5-9,3	2,7-14,0	7,0-23,0
CPD	E	55	0,14-0,17	89-90	19-34	31-37	2,0-2,4	0,79-0,97	4,3-4,7	0,60-3,59	0,2-2,5	6,8-10,0	8,0-17,0
LUZ <sup>6</sup>	E	540	-	-	-	14-35	0,8-1,8	-	3,4-4,8	3,00-4,30	0,3-1,2	3,1-4,7	42,0-56,0*
MII <sup>6</sup>	SE	140	-	-	-	38-40	1,8	-	4,6-4,9	-	-	-	-
MIM <sup>3</sup>	SE	100	-	-	-	26-34	1,6-2,1	-	4,7-4,9	0,4-0,6	0,1-0,3	0,9-7,1	24,0-31,0*
PDC	N	184	0,09-0,16	88-94	1,3-7,3	47-57	1,5-2,2	0,19-0,39	3,6-4,4	0,2-4,2	4,7-13,0	1,0-3,4	10,0-21,0
PVO	N	300	0,09-0,24	83-94	1-12	44-57	1,2-2,3	0,61-0,77	3,6-4,6	0,08-6,69	4,3-9,4	0,31-3,8	7,0-20,0
PZC	E	265	0,16-0,60	74-91	54-76	14-25	0,3-1,6	0,30-1,10	3,4-4,8	0,6-11,0	0,9-2,6	0,5-5,1	6,0-19,0
QXI <sup>2</sup>	SE	105	-	-	-	22-45	0,7-2,0	-	3,8-4,2	0,5-0,7	0,4-1,2	3,2-5,3	12,0-16,0
SUA	E	115	0,10-0,23	77-93	5-50	24-50	1,1-2,7	0,54-0,95	4,5-4,6	1,9-10,0	0,3-1,3	0,61-4,0	8,0-20,0
PNV <sup>8</sup>	N	250	0,07-0,32	-	-	35-51	-	-	-	-	-	-	-
CDL <sup>8</sup>	N	400	0,15-0,23	-	-	39-60	-	-	-	-	-	-	-

APÉNDICE 2. Clasificación FAO de algunas turberas representativas (la altitud se expresa en m s.n.m.). [FAO classification of some of the most representative Galician peatlands (height expressed in m a.s.l.).]

Código <i>Code</i>	Nombre <i>Name</i>	Localización <i>Location</i>	Altitud <i>Altitude</i>	Edad (BP) <i>Age</i>	Clasificación <i>Classification</i>
AGÑ	A Gañidoira	Serras Septentrionais	720	6.895 ± 50 (130 cm)	Histosol térrico
BAG	Agolada	Serra de Ancares	1.230	3.390 ± 40 (215 cm)	Histosol tiónico
BLA	Braña de Lamela	Serra de Ancares	1.280	3.090 ± 35 (165 cm)	Histosol fíbrico
BDX	Braña dos Xuncos	Manzaneda-Queixa	1.580	---	Histosol térrico
BPA	Braña de Porto Ancares	Serra de Ancares	1.580	10.650 ± 170 (195 cm)	Histosol térrico-tiónico
BUI	Braña do Buio	Montes do Buio	620	7.725 ± 50 (315 cm)	Histosol térrico/fíbrico
CAD	Cadramón	Serra de O Xistral	1.040	---	Histosol fíbrico
CDL	Chao de Lamoso	Serra de O Xistral	1.039	8.785 ± 30 (415 cm)	Histosol fíbrico
CPD	Campa de Cespedosa	Serra de Ancares	1.415	2.070 ± 25 (95 cm)	Histosol térrico
LUZ	Lagoa de Lucenza	Serra de O Caurel	1.440	17.390 ± 90 (700 cm)	Histosol térrico
MII	Manzaneda II	Manzaneda-Queixa	1.700	---	Histosol fíbrico
MIM	Manzaneda I	Manzaneda-Queixa	1.630	---	Histosol fíbrico
PDC	Pena de Cadela	Serra de O Xistral	900	4.600 ± (185 cm)	Histosol fíbrico
PNV	Pena Vella	A Toxiza	700	5.080 ± 40 (220 cm)	Histosol térrico
PVO	Penido Vello	Serra de O Xistral	790	4.070 ± 50 (245 cm)	Histosol fíbrico
PZC	Pozo de Carballal	Serra de Ancares	1.330	10.370 ± 210 (265 cm)	Histosol térrico
QXI	Braña de Queixa	Serra de Queixa	1.600	---	Histosol fíbrico
SUA	Braña de Suárbol	Serra de Ancares	1.080	1.250 ± 25 (70 cm)	Histosol fíbrico-tiónico