

Consideraciones generales

Claudio Roig y Fidel A. Roig

Terminología y conceptos adoptados

El amplio desarrollo de actividades humanas sobre turbales en el hemisferio norte ha propiciado un importante número de expresiones propias de unidades y subunidades del paisaje que muchas veces no poseen equivalentes castellanos.

La terminología no-hispana presenta, además, ciertos inconvenientes ya que: (i) existen términos no definidos adecuadamente (ej. *patterned wetland*); (ii) términos con más de un sentido (ej. *swamp*); (iii) objetos que poseen más de un término que no son exactamente sinónimos (ej. *Wetland, mire*); (iv) términos que poseen un sentido en el uso vulgar que no es el mismo que en el lenguaje científico (ej. *bog*); (v) se usa el mismo término en distintos idiomas pero no poseen equivalencias (ej. *moor*), y otras complicaciones derivadas de formas de escritura o del habla.

Estos problemas son objeto de permanente revisión buscando siempre definir de manera precisa, completa y no ambigua términos que puedan ser usados universalmente.

Es por esta razón que se definen los conceptos que implican ciertos términos y se plantean equivalencias con los existentes en otros idiomas.

El término humedal –*wetland* en inglés–, (Figura 1) comprende un conjunto de ambientes muy diversos que integran áreas que son inundadas o saturadas por aguas superficiales o subterráneas, con una frecuencia y duración suficiente para soportar y hacer de sostén, bajo condiciones normales, a vegetación predominantemente adaptada a una vida en condiciones de suelos saturados.

Se entiende por turba –*peat* en inglés–, a la acumulación de materia orgánica que no ha sido transportada después de su muerte (acumulación sedentaria). La cantidad de materia orgánica que debe poseer dicha acumulación es variable, considerándose mínima del 5% y aun mayor del 50%, siempre medida en peso seco.

Turbal –*peatland* en inglés–, corresponde a los ecosistemas con capacidad para acumular y almacenar materia orgánica muerta, turba, derivada de plantas adaptadas a vivir en condiciones de saturación permanente, reducido contenido de oxígeno y escasa disponibilidad de nutrientes. El espesor de la capa de turba que debe existir para denominar turbal a un ecosistema varía según la clasificación que adoptemos (mayor de 20, 30, 45, 50 ó 70 cm). Los turbales ocupan 3,98 millones de km², representando el 62% del total de humedales relevados (Lappalainen 1996).

Una vega –*mallín* en mapundungum, *bofedal* en el altiplano de Argentina, Chile, Bolivia y Perú y *suo* en finés–, corresponde a un área temporal o permanentemente saturada, con vegetación herbácea e higrófitica formada por gramíneas y ciperáceas que forman molisoles, suelos minerales con abundante materia orgánica. En determinadas circunstancias ambientales la vegetación puede dar lugar a la formación de una capa de turba, histosoles, interpretándose en ese caso como turbales.

Turbera –*mire* en varios idiomas–, corresponde a las áreas donde la turba está siendo producida y acumulada progresivamente, incrementando la potencia del depósito orgánico. El espesor es variable pero siempre mayor a 50 cm (en Tierra del Fuego alcanzan

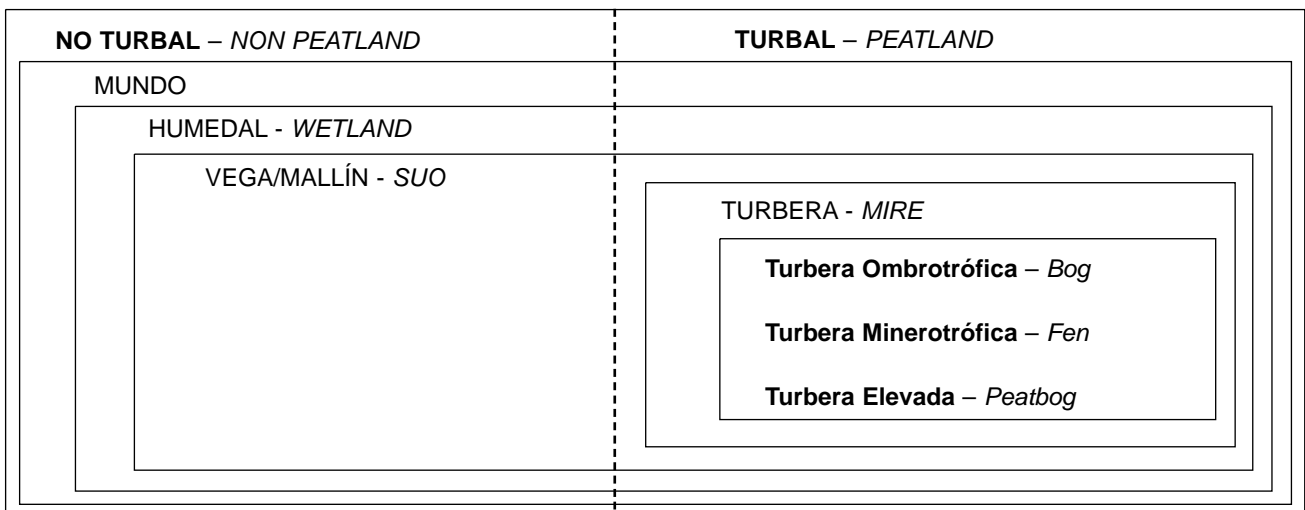


Figura 1. Relación entre términos y conceptos adoptados (adaptado de Joosten 2000).

los 10 m). Otros términos tales como *fen*, *bog* y *peatbog* –respectivamente turberas **minerotróficas**, **ombrotóricas** y **ombrotóricas elevadas**–, se emplean para diferenciar ecosistemas en base a componentes botánicos, origen y cantidad de nutrientes, hidrología, topografía y otros aspectos.

Aspectos sobre turba

La turba –depósito biogénico producido por seres vivos– puede acumularse en un amplio espectro de ambientes, dependiendo del balance entre los ritmos de producción-descomposición de materia orgánica muerta. Cada región posee escalas temporales específicas para lograr una determinada acumulación neta de turba (Rabassa et al. 1990).

El desarrollo del proceso de acumulación puede ser continuo como en el caso de turberas en Tierra del Fuego donde la turba basal posee edades radiométricas (C14) mayores a 14.000 años A.P. y edades progresivamente menores a menor profundidad hasta los niveles superficiales en vida; o bien discontinuo, con pausas en su desarrollo originadas por grandes cambios climáticos, aportes de nutrientes por modificaciones en la escorrentía e incluso por caída de cenizas producto de actividad volcánica.

La turba se acumula bajo condiciones de drenaje impedido y deficiencia de oxígeno. Las condiciones anaeróbicas y de saturación inhiben la actividad de microorganismos. La acumulación se realiza capa a capa formando estratos. Geológicamente se considera turba a un estrato con un espesor mínimo de 30 cm y un peso seco de materia orgánica no inferior a 150 g para una columna con una sección de 100 cm² (50 kg/m³).

El depósito de turba se encuentra siempre conectado física y funcionalmente con el organismo vivo que le dio origen. En sentido estricto no se considera biomasa a la turba acumulada.

Desde un punto de vista químico la turba puede ser estudiada a partir del principal derivado de la humificación de la materia orgánica, el humus. Éste no es una sustancia de composición exactamente definida, ni siquiera una agrupación de compuestos en porcentajes determinados, sino que ha de considerarse

como un material heterogéneo constituido principalmente por carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno que forma sustancias altamente polimerizadas, amorfas, de elevados peso molecular y capacidad de intercambio catiónico. Forma complejos de ácidos (principalmente húmicos y fúlvicos) y sus sales, donde la cantidad de nitrógeno es relativamente alta, 0,5-3%, aunque no todo el nitrógeno proviene de la vegetación, parte es originado por la fauna y por absorción de amonio del aire.

La cantidad del residuo de cenizas refleja el material inorgánico y ha sido usado tradicionalmente como una medida de calidad de la turba. Un 5% es considerado como satisfactorio pero si supera el 25% se considera no apta para combustión. La cantidad de sulfuros es también importante cuando se las incinera por razones de polución de la atmósfera, aunque sus valores suelen ser muy bajos (0,1-0,4%).

El valor calorífico de la turba, medido en BTU (British Thermal Units - 1BTU = 252 calorías) es en promedio de 7.200 unidades, reducido con respecto a las 12.000 unidades promedio del carbón. La acidez de la turba de humificación media a elevada es debida a los grupos fenólico y carboxilo derivados de la destrucción de los restos vegetales, mientras que la acidez en los niveles poco humificados es producto de la capacidad de intercambio catiónico de restos de musgos como por ejemplo el *Sphagnum*, incluso por el CO₂ disuelto y la presencia de ácidos orgánicos. Los principales gases emanados por las turberas son nitrógeno (54%), metano (43%) y en menor proporción CO₂ (3%).

Edafológicamente (Soil Taxonomy 1998) la turba se reconoce como suelo orgánico, Orden Histosol, si más de la mitad de los 80 cm superiores están formados por materia orgánica. La definición de los Histosoles requiere de una calificación muy ajustada de los elementos orgánicos e inorgánicos formadores del suelo. Se reconoce como materia orgánica, al material que saturado por largos periodos, tiene un 18% o más de carbón orgánico si la fracción mineral posee un 60% o más de arcillas. Si la fracción mineral no posee arcillas el contenido mínimo de carbono orgánico es del 12%. Se identifican tres tipos de histosoles: Fíbrico, Hémico y Sáprico de acuerdo al grado de descomposición de la plantas originales, el cual se determina según densidad húmeda, contenido de fibras, color y contenido de agua (Tabla 1).

Tabla 1. Tipos de materia orgánica formadora de suelo, según Soil Taxonomy (1998).

	Histosoles		
	Fíbrico	Hémico	Sáprico
Densidad peso húmedo	< 0.1	0.07-0.18	> 0.2
Contenido de fibras	2/3 % del volumen antes de frotar 3/4 % del volumen después de frotar	1/3 – 2/3 % volumen antes de frotar	< 1/3 volumen antes de frotar
Color	Levemente amarillo-marrón o rojizo-marrón	Gris-marrón oscuro a rojo-marrón oscuro	Gris muy oscuro a negro
Contenido de agua en % material seco a estufa	> 850 - < 3000	> 450 - < 850	< 450

Tabla 2. Propiedades físicas y químicas de suelos minerales y orgánicos.

	Suelo Mineral (molisol)	Suelo Orgánico (histosol)
Materia Orgánica (%)	< 20 - 35	> 20 - 35
Carbón Orgánico (%)	< 12 - 20	> 12 - 20
pH	Neutral	Ácido
Densidad Aparente	Alta	Baja
Porosidad (%)	Baja (45-55)	Alta (80)
Conductividad Hidráulica	Alta excepto en arcillas	Baja a Alta
Capacidad de Campo	Baja	Alta
Disposición de Nutrientes	Generalmente Alta	Usualmente Baja
Capacidad de Intercambio Catiónico	Baja, dominada por cationes principales	Alta, dominada por iones de Hidrógeno

Según Mitsch y Gosselink (1993) podemos separar los histosoles propios de las turberas, de los molisoles presentes en las vegas y mallines en base a sus propiedades físicas y químicas (Tabla 2).

Se puede diferenciar la turba según el grado de descomposición (denominado humificación), estimado mediante una escala de 10 niveles desarrollada por Post (1924). Es el método más utilizado y en la práctica se determina estrujando con la mano turba recién obtenida y examinando la turba comprimida y el agua que escurre. Es un método adecuado para turbas formadas por musgos, no siéndolo tanto para aquellas formadas por cárcices o turbas de bosque. El valor, indicado con H, está directamente relacionado con importantes propiedades físicas y químicas como su color, capacidad de retención de agua, conductividad hidráulica, fibrosidad y densidad, además de considerar la composición botánica y el nivel de nutrientes (Tabla 3).

Los productores de turba clasifican la turba en base a remanentes de vegetación reconocibles: turba de *Sphagnum*, turba de *Carex*, turba de bosque; y/o por su color, turbas rubias, marrones y negras, lo cual facilita la diferenciación en los distintos estratos de un sistema extractivo.

Aspectos sobre turbales

Los turbales se forman en zonas con climas húmedos y baja evaporación que generan condiciones de permanente saturación, por esta razón las especies vegetales se encuentran adaptadas a condiciones extremas de bajo contenido de oxígeno y disponibilidad de nutrientes, con aguas de pH normalmente ácidas a levemente alcalinas.

Según Crum (1988), se considera turbal al ecosistema donde existe una acumulación natural de turba con un espesor mínimo de 30 cm, depositada a partir de la

muerte de gramíneas, musgos, árboles y arbustos, siendo los dos primeros componentes los principales restos vegetales formadores de turba.

Un turbal evoluciona de forma continua entre procesos de acumulación y descomposición, reemplazando los niveles de turba más antiguos por niveles más recientes. Los turbales son un tipo de humedal frecuente en depresiones topográficas o sobre planos donde el agua subterránea se encuentra en superficie o muy cercana a ella (representan ca. 60% de los humedales reconocidos). Los ambientes con historias glaciales recientes poseen un gran número de geoformas propicias para el desarrollo de turbales.

En estos ecosistemas se concentra la tercera parte del carbón acumulado en los suelos, distribuidos en todos los continentes con una superficie cercana a los 4 millones de km², integrando desde zonas polares hasta tropicales, desde el nivel del mar hasta zonas del altiplano (bofedales).

El marcado interés que existe sobre estos particulares ecosistemas se debe a que integran importantes sistemas y ciclos (carbono, agua, etc.), poseen flora y fauna específica, funcionan como bibliotecas de información del pasado y son soporte físico de distintos sistemas económicos.

En base al criterio de estudio e incluso por quien realiza una clasificación podemos distinguir numerosos tipos de turbales. En términos generales se pueden agrupar en clasificaciones que contemplan características superficiales, profundas, ambas u otros elementos.

Características superficiales:

- (i) Flora: Especies y comunidades que indican factores ambientales. Fitosociología.
- (ii) Hidrología: fuente de abastecimiento de aguas, por precipitación o escurrimiento superficial
- (iii) Química de las aguas: acidez, contenido y origen de nutrientes.

Tabla 3. Clasificación de Post para la determinación del grado de descomposición de la turba.

Grado de descomposición (H)	Agua que escurre al estrujar la turba	Proporción de turba desalojada entre los dedos	Residuo de turba en la mano	Reconocimiento de residuos vegetales
1	Transparente, incolora	Ninguna	Elástico	Se reconocen perfectamente las plantas, con partes vivas
2	Casi transparente, amarillo-marrón	Ninguna	Elástico	Se reconocen fácilmente partes de plantas, normalmente raíces muertas
3	Claramente turbia, marrón	Ninguna	No pulposo	Es difícil reconocer la mayor parte de las partes de las plantas
4	Muy turbia, marrón	Un poco	Poco pulposo	Es difícil reconocer partes de las plantas
5	Muy turbia, oscura	Moderada	Moderadamente pulposo	Se reconocen las principales características de la estructura de las plantas
6	Oscura	1/3 de la masa de turba	Fuertemente pulposo	La estructura de la planta no es clara
7	Muy oscura, turbia	1/2 de la masa de turba	Sólo residuos de raíces, ramas, etc.	Sólo parte de la estructura de la planta es ligeramente reconocible
8	Sólo una pequeña cantidad de agua turbia	2/3 de la masa de turba	Sólo residuos de raíces, ramas, etc.	Sólo se reconocen partes de la planta bien conservadas (cortezas, raíces, etc.)
9	Nada de agua liberada	Casi toda	Casi nada	No se reconocen las partes de la planta
10	Nada de agua liberada	Nada	Nada	No se reconocen las partes de la planta

Características profundas

- (iv) Morfología: forma tridimensional del depósito de turba.
- (v) Hidrogeología: régimen de aguas subterráneas, manantiales y surgencias.
- (vi) Hidrogenética: de acuerdo con los procesos hidrológicos responsables de la formación de la turba y su papel hidrológico.
- (vii) Estratigrafía: naturaleza y composición de los diferentes estratos.
- (viii) Química y física de la turba: contenido de nutrientes y ácidos húmicos, grado de descomposición, color, densidad, etc.

Otros elementos:

- (ix) Geomorfología: origen, desarrollo y forma del paisaje sobre el que evoluciona un turbal.
- (x) Hidrogeomórfico: combina aspectos de paisaje, hidrología y estatus de nutrientes.
- (xi) Actividades antrópicas: en función de el o los usos asignados.

Se desarrollan en este apartado las clasificaciones en base a origen de nutrientes y flora, consignándose en el apartado sobre turberas sistemas de clasificación propios de ese tipo de turbal.

Contenido y origen de los nutrientes

En base al contenido de nutrientes se distinguen los **turbales eutróficos**, reacción neutra (pH 6 ó 7) y un alto contenido de mineralización, principalmente carbonato de calcio abundante; **turbales oligotróficos**, pH bajo (3 ó 4) y existe baja disponibilidad de nutrientes, y **turbales mesotróficos**, situaciones intermedias y **distróficos** con alto contenido de ácidos húmicos.

Los nutrientes –esenciales para el crecimiento de las plantas en superficie–, pueden ser aportados por agua de precipitación, de escurrimiento superficial o por oscilaciones del agua subterránea. Las condiciones

tróficas de los turbales se reflejan en patrones de crecimiento y tipo de cobertura vegetal.

Los **turbales ombrotróficos** son aquellos cuya única fuente de nutrientes corresponde a la atmósfera y no poseen vinculación alguna con el aporte por aguas subterráneas, por lo tanto sus aportes de nutrientes dependen exclusivamente de los arrastrados desde la atmósfera por el agua de precipitación. Estos turbales son siempre oligotróficos.

Se denominan **turbales minerotróficos** a los que poseen aporte por aguas superficiales, subterráneas o ambas. Pueden ser eutróficos, oligotróficos, mesotróficos o distróficos.

Se definen como **turbales de transición** a los que poseen características compartidas entre minerotróficos y ombrotróficos.

Comunidades vegetales

Las clasificaciones sobre las comunidades vegetales son siempre de importancia regional. Roig (2000) realizó una aproximación sobre las comunidades vegetales

productoras de turba, con especial énfasis en Tierra del Fuego, destacando la necesidad de estudios fitosociológicos exhaustivos que incluyan tanto fanerógamas como criptógamas de todo el territorio. La Tabla 4 presenta los constituyentes botánicos característicos de los tres tipos de turbales presentes en la región: praderas turbosas, mallines y turberas.

1. **Praderas turbosas:** Vegetación herbácea de alta densidad en la que las gramíneas y ciperáceas juegan un papel importante y que disponen de una humedad edáfica mayor que la aportada por la lluvia a lo largo del año pero relativamente secas en superficie, lo que permite caminar cómodamente sobre ellas. Suelen ser comunidades de contacto de turberas o de bosques.

1.1 Pastizal de *Trisetum tomentosum*: Pastizal rico en *Schoenus andinus*, *Gunnera magellanica*, *Carpha alpina* var. *schoenoides*, etc. En las partes con algo de escurrimiento se suman *Cortaderia pilosa*, *Chiliodrion diffusum*, en partes más secas se enriquece en *Marsippospermum grandiflorum*. Florísticamente

Tabla 4. Constituyentes botánicos característicos por tipo de turbal

Tipo de turbal	Constituyente botánico característico
1. Praderas turbosas	1.1. <i>Trisetum tomentosum</i>
	1.2. <i>Trisetum spicatum</i> y <i>Hordeum pubiflorum</i>
	1.3. <i>Agrostis inconspicua</i>
	1.4. <i>Deschampsia kingii</i>
	1.5. <i>Deyeuxia poaeoides</i>
	1.6. <i>Poa flabellata</i>
	1.7. <i>Carex curta</i>
	1.8. <i>Carex atropicta</i>
	1.9. <i>Carex magellanica</i> - <i>C. vallis-pulchrae</i>
	1.10. <i>Marsippospermum grandiflorum</i>
	1.11. <i>Juncus scheuchzerioides</i>
	1.12. <i>Gunnera magellanica</i>
	1.13. <i>Acaena magellanica</i>
2. Vegas o mallines	2.1. <i>Deschampsia antarctica</i>
	2.2. <i>Carex decidua</i>
	2.3. <i>Carex gayana</i>
	2.4. <i>Juncus buffonius</i>
3. Turberas	3.1. <i>Donatia fascicularis</i>
	3.2. <i>Astelia pumila</i>
	3.3. <i>Rostkovia magellanica</i>
	3.4. <i>Sphagnum fimbriatum</i>
	3.5. <i>Sphagnum magellanicum</i>

relacionado con la turbera minerotrófica de *Donatia fascicularis*. Observado en Moat como comunidad de contacto. Domina *Carpha alpina* var. *Schoenoides* en pendientes (en general pronunciadas) que reciben el agua de zonas más altas por drenaje subsuperficial, acompañada por *Blechnum penna-marina*, *Geum magellanicum*, *Festuca purpurascens*. Observado en Península Mitre.

- 1.2 De *Trisetum spicatum* y *Hordeum pubiflorum*: Pradera de alta densidad alternando con mallines. Dominan en él *Trisetum spicatum*, *Hordeum pubiflorum* y *Agrostis perennans*. En partes más húmedas se observa *Deschampsia antarctica*, *Gentianella magellanica*. En áreas más secas y con menor cobertura penetran caméfitos, *Bolax gummifera*, *Azorella caespitosa* o *Antennaria chilensis* var. *magellanica*. Esta última puede llegar a dominar dando un paisaje de plantas en cojines flojos de color ceniza. Profundidad de la capa turbosa: 20-30 cm. Observada en Ea. Ma. Cristina.
- 1.3 De *Agrostis* inconspicua: Pastizal denso y muy húmedo, formado por *Agrostis uliginosa*, *Festuca purpurascens*, *Hierochloe redolens*, *Alopecurus magellanicus*, entre otros. En caso de compactación del suelo y eutrofización se enriquece con *Poa pratensis*, con una mayor aireación con *Holcus lanatus* y *Acaena magellanica*. Observado en áreas deforestadas en márgenes del río Olivia. Capa freática a 30-40 cm de profundidad.
- 1.4 Pradera húmeda de *Deschampsia kingii*: Pastizal que alcanza su mejor desarrollo en suelo saturado, compactado. Le acompañan: *Epilobium* sp., *Caltha sagittata*, matas compactas y fuertes de *Carex decidua*. Cuando aparece *Deyeuxia poaeoides* denuncia la freática muy cercana a la superficie. En condiciones más secas se enriquece en *Acaena magellanica* y *Blechnum penna-marina*. Sólo se observó cubriendo pequeñas superficies. *Deschampsia kingii*, gramínea de gran belleza, es elemento de los *Deschampsio-Asteretea*, clase de vegetación que incluye pastizales que se forman en las playas marinas en lugares donde desembocan cursos de agua dulce (Roig et al. 1985).
- 1.5 De *Deyeuxia poaeoides*: Pastizal muy húmedo de 15-25 cm de alto, denso. *Carex decidua* y *Deschampsia antarctica* denotan suelo saturado con la capa freática muy próxima. Profundidad de la capa turbosa: 20-30 cm.
- 1.6 De *Poa flabellata*: forma un pastizal costero de grandes matas en los litorales marítimos de Isla de los Estados, Malvinas, Islas Georgias y Tristán D'Acunha. Lo mismo sucede con *Poa foliosa*, vicariante de *Poa flabellata* en la Isla Mcquarie. Ambas especies originan una capa de turba que puede llegar a 2 m de profundidad (Moore 1968 –lámina I–, Taylor 1955, Wace y Holdgate 1976).
- 1.7 Pradera de *Carex curta*: Es una de las praderas turbosas de alta densidad más comunes. Potrereros húmedos cercanos a cursos de agua, otras veces en contacto con turberas de *Sphagnum*, rica en pastos como *Deschampsia flexuosa*, *Phleum alpinum*, *Alopecurus magellanicus* o uno de los trigos fueguinos, *Elymus glaucescens*. Se observan a veces elementos del bosque como *Acaena ovalifolia*. Si asciende la freática, de modo que al pisar se cubre de agua el pie, la dominancia es de *Carex decidua* y *Caltha sagittata*. Observada en Valle de Andorra y Valle de Tierra Mayor, en este último lugar se midieron profundidades de turba de hasta 1 m en una pradera con rodales de ñire. Vegetación muy ligada al *Gunnero-Nothofagetum antarcticae* (Roig et al. 1985). Indicadores de eutrofización vistos: *Poa pratensis* y *Festuca rubra*. Pradera observada por Schwaar (1981) en Navarino, con *Acaena magellanica*, *Gunnera magellanica* y *Carex macloviana*. Rica en *Drepanochladus fluitans* y *Brachythecium turgens*.
- 1.8 De *Carex atropicta*: Pradera turbosa húmeda pero de suelo firme emparentada con la vega de *Carex gayana*, pero más seca. *Acaena magellanica* es importante. Se observa además *Armeria chilensis*, *Phleum alpinum*, *Primula magellanica*, etc. Aparece también en ella *Festuca contracta*, elemento antártico (Tierra del Fuego, Malvinas, Georgias, Mcquarie, Kerguelén) que no soporta freática elevada (Taylor 1955) y vive en suelos de till drenados (Greene 1964).
- 1.9 De *Carex magellanica* - *C. vallis-pulchrae*: Pradera relativamente seca cubierta de montículos de 30-50 cm de altura. Mientras las ciperáceas dominan entre los montículos, en ellos lo hacen *Gunnera magellanica* acompañada por *Chilotrimum diffusum* y *Primula magellanica*. En partes más húmedas se observa *Schizeilema ranunculus*, *Caltha sagittata* y *Ranunculus peduncularis*. *Nothofagus antarctica* aparece tanto en los montículos como entre ellos. Observada en el valle de Andorra. Schwaar (1981) observó praderas en Navarino con *Carex magellanica*, *Caltha sagittata*, *Carex gayana* y abundante *Drepanochladus revolvens*.
- 1.10 Juncal de *Marsippospermum grandiflorum*: *M. grandiflorum* es una especie agresiva, muy exigente en luz, capaz de ocupar lugares deforestados dando entonces un juncal denso. Es elemento infaltable en la turbera de *Sphagnum magellanicum*. Su dominancia en la turbera de *Sphagnum* puede atribuirse a un aumento de las condiciones de drenaje. Es planta de bastante amplitud ecológica, capaz de incorporarse a muy distintas comunidades en

condiciones ecológicas muy diversas, o de llegar a formar sus propias praderas. Esta amplitud hace que se la observe ya sea en las turberas minerotróficas, en lugares empantanados en donde surge agua al pisar, o relativamente secos, en partes bajas de los bosques (zonas de claros), como comunidad de contacto de las turberas ombrotólicas de *Sphagnum*, o penetrando en éstas y llegando a dominarlas, otras veces, como en la Meseta Latorre, en Santa Cruz, formando juncuales entre 780-900 msnm, en manchones en laderas, en condiciones de gran aridez sobre permafrost. Puede ocupar los claros dejados por los bosques perennifolios o caducifolios quemados o talados acompañado por *Pernettya mucronata*, *Chilotrimum diffusum*, *Acaena ovalifolia*, *Blechnum penna-marina*, entre otros. En las Malvinas encuentra su óptimum ecológico en el brezal de *Empetrum rubrum* o en los ríos de piedra en donde se puede hablar de una asociación de *Marsippospermum* (Skottsberg 1906). El suelo húmico que genera es de escaso desarrollo. Es especie característica de la clase *Myrteolo-Sphagnetea* Oberdorfer; por lo tanto, participa del *Donation fascicularis* (turberas de *Donatia*) y del *Sphagnion magellanici* (turberas de *Sphagnum*) determinando dentro de la alianza una asociación, *Marsippospermetum grandiflori*, que semeja un pastizal.

1.11 De *Juncus scheuchzerioides*: Vegetación turbosa de pequeñas plantas (*Juncus scheuchzerioides* tiene apenas 5-10 cm de alto), por lo general muy emparentada con la vega de *Carex gayana*. Siempre en suelo arenoso-humífero con un cierto escurrimiento, así en turberas de *Juncus bufonius* ocupa las partes más altas, no inundables. Su distribución abarca desde Mendoza hasta las Islas Georgias. Puede llegar a dominar *Alopecurus geniculatus*, dándole entonces fisonomía de pastizal. Le acompañan *Carex vallis-pulchrae* y *Caltha sagittata*. Por eutrofización se observa, aparte de *Alopecurus geniculatus*, *Cerastium fontanum*, *Rumex acetosella*, *Sagina procumbens* y *Veronica arvensis*. Los dos primeros son moderadamente exigentes en nitrógeno (Ellenberg 1979). Profundidad de la capa turbosa: 20-30 cm sobre till.

1.12 De *Gunnera magellanica*: Pradera densa, baja, de 10-15 cm, con capa freática a 30-40 cm. Domina en ella *Gunnera magellanica* acompañada de *Cotula scariosa* y *Acaena magellanica*. En partes de mayor escurrimiento hay elementos del bosque, *Blechnum penna-marina* y *Adenocaulon chilense*. En las partes más húmedas abunda *Schizeilema ranunculus* y en aquellas en donde aflora la freática hay pantanos con *Caltha sagittata* y *Ranunculus fuegianus*. Suele ser marginal a las turberas

Turbales de juncáceas, costa norte del Canal Beagle, Tierra del Fuego.



esfagnosas, en antiguos pisos de bosque. Eutrofizada puede tener: *Hypochoeris radicata*, *Trifolium repens*, *Veronica arvensis*, *Holcus lanatus*, *Taraxacum officinale* y *Rumex acetosella*.

- 1.13 De *Acaena magellanica*: *Acaena magellanica* dada su gran amplitud ecológica participa de otras praderas, pero en determinadas condiciones suele dominar en áreas por lo general restringidas, formando carpetas densas. Convive como comunidad de contacto con praderas húmedas, bosques o turberas. Su área de dispersión es enorme, la encontramos en los Andes centrales, en toda la Patagonia, en Malvinas, Georgias y Mcquarie ocupando un amplio rango de hábitat siempre que disponga de un suelo con escurrimiento. En Tierra del Fuego se la puede observar en áreas deforestadas relativamente húmedas como comunidad secundaria o en las islas Georgias cubriendo laderas. *Tortula robusta* y *Mnium rugicum* suelen desempeñar un fuerte papel en sus comunidades (Roivainen 1954, Greene 1964). Son praderas que se pueden considerar secas si bien en ocasiones se las observa acompañadas de elementos que denotan humedad elevada como *Caltha sagittata*, *Alopecurus antarcticus* o *Deschampsia kingii* (Roivainen 1954). Indicadores de eutrofización observados: *Bellis perennis*, *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Taraxacum officinale* y *Cerastium holosteoides*.

2. Vegas o mallines: áreas temporaria o permanentemente saturadas, siempre más húmedas que las anteriores, con barro en su superficie y presencia de vegetación herbácea e higrofítica.

- 2.1 De *Deschampsia antarctica*: Planta de gran dispersión, se la encuentra en el continente, en Malvinas, Georgias, Kerguelén, Península Antártica y sus islas. Puede aparecer como comunidad de contacto de las turberas de *Sphagnum*, otras veces en partes bajas de las praderas de *Deschampsia kingii* y *Agrostis uliginosa*. Es rica en *Marchantia* sp. y en ocasiones es invadida por *Hippuris vulgaris*. La capa turbosa alcanza unos 30 cm de profundidad.
- 2.2 De *Carex decidua*: Vega turbosa normalmente anegada. Sus principales componentes son *Carex decidua*, *C. curta*, *Deyeuxia poaeoides* y *Alopecurus magellanicus*. Se la puede ver como comunidad de contacto con la turbera de *Sphagnum*. Le acompañan *Phleum alpinum* y *Elytrigia magellanica*. Emparentada con la pradera de *Carex curta* que es reemplazada por la de *Carex decidua* al disminuir el oxígeno en el suelo (lo que sucede al ir a las partes más bajas). Puede asociarse a *Acaena magellanica*, *Marsippospermum grandiflorum* o *Deyeuxia poaeoides*. El suelo tiene un horizonte de turba de escaso desarrollo.

- 2.3 De *Carex gayana*: Densas carpetas de color verde intenso que se desarrollan en márgenes de ríos o en la parte central más húmeda de los mallines, desde Tierra del Fuego hasta la provincia de Mendoza. La especie no se encuentra en las Malvinas. La comunidad es muy rica en especies y presenta una intrincada trama de tallos y raíces en un suelo negro y muy húmedo. *Carex gayana*, *C. atropicta* y *Caltha appendiculata* están siempre presentes, otras veces *Carex decidua* es también importante. En estaciones más secas le acompañan *Acaena magellanica* y *Agrostis perennans*, en estaciones más húmedas *Caltha sagittata*, *Eleocharis melanostachys* y *Perezia lactuoides*. Según Roivainen (1954) este mallín puede ser rico en *Tortula robusta* y *Brachytecium turgidum*. Eutrofizado da lugar a facies de *Caltha sagittata* de fuerte desarrollo o a la invasión de *Poa pratensis* y *Trifolium repens*. La capa freática está a escasa profundidad, 10-20 cm. En Navarino Schwaar (1981) observó *Carex gayana* a veces rica en *Deyeuxia poaeoides*, otras en *Tetroncium magellanicum* y siempre con valores elevados de *Dicranoloma harioti*.

- 2.4 De *Juncus buffonius*: Suelo arenoso húmido y compacto. Se asocia a *Carex decidua* que también soporta suelo poco aireado. Por eutrofización se enriquece en *Poa pratensis*, que igualmente soporta bien la compactación por pisoteo. Es especie cosmopolita. Horizonte turboso de escaso desarrollo, 10-20 cm.

3. Turberas: ambientes donde existe una acumulación de turba de gran espesor, podemos distinguir los siguientes grupos:

- 3.1 Turbera pluvial de *Donatia fascicularis* o tundra hiperhúmeda: Vegetación apretada en forma de cojines esponjosos, *Schoenus antarcticus*, con dominancia de aspecto, le da fisonomía de pastizal. Otras veces puede presentar un primer estrato, muy abierto, de *Nothofagus antarctica*. Dominan en estas turberas los cojines de *Donatia fascicularis*, característica absoluta de la clase *Myrteolo-Sphagnetea* Oberdorfer. Es una turbera plana, típicamente minerotrófica que puede ser continua o discontinua y en la que los cojines compactos y esponjosos de *Donatia fascicularis* alternan con pozos de márgenes bien delimitados y normalmente llenos de agua. Tiene una profundidad de 40-60 cm, de los que 20-40 corresponden al horizonte superior de turba, el resto a materiales turbosos mezclados con arena, todo asentado sobre una capa de gley azul-verdoso o directamente sobre la roca. Los charcos tienen su vegetación propia. Allí encuentran su lugar *Astelium pumila*, *Tetroncium magellanicum* y *Rostkovia magellanica*, que evidentemente son capaces de soportar largos períodos de inmersión en el agua. La capa freática está siempre muy alta y tiene

movimientos de ascenso al recrudecer las lluvias o de descenso en los días inmediatos a las mismas, en forma apreciable. Considerando las precipitaciones, su límite inferior está dado aproximadamente por las isohietas 700-800 mm de precipitación anual, al oeste de los Andes o hacia el sur de Tierra del Fuego. Más hacia el oeste o más hacia el sur, la lluvia puede llegar hasta valores de 5.000 mm anuales. La turbera hiperhúmeda convive con el bosque magallánico de *Nothofagus betuloides*. Mientras la primera ocupa el interior de las islas, el bosque se reduce a las costas marítimas en una estrecha faja que no suele tener más de 100 m de ancho. Según Burgos (1985) el bosque subsiste en estas zonas gracias al efecto compensador del mar, que se mantiene a una temperatura tal que brinda al bosque las calorías necesarias para su desarrollo, mientras las turberas ocupan las partes centrales de las islas. Se trata de un bosque azonal, mientras la vegetación de turbera de *Donatia* es la climáxica o zonal. Caracteriza a esta turbera la presencia de dos coníferas, un árbol, *Pilgerodendron uviferum* y un arbusto *Dacrydium fonckii*.

Este tipo de turbera podría considerarse como la magallánica típica, tiene un gran desplazamiento latitudinal. Su límite norte se encuentra en la cordillera Pelada, en la provincia de Valdivia, a 800 msnm, se la puede observar en las partes

más altas de la isla de Chiloé, y se prolonga hasta las islas del Cabo de Hornos después de un recorrido de alrededor de 2.000 km. Se presenta en zonas más o menos planas y laderas suaves.

- 3.2 Turbera dura de *Astelia pumila*: Comunidad muy densa, compacta, que permite caminar sobre ella con comodidad. Normalmente no cubre grandes extensiones y aparece en mosaico, ya sea con la turbera de *Donatia* en lugares planos o en mosaico con los cojines del páramo andino, en estos casos en pendientes con fuerte escurrimiento. Esta turbera adquiere particular importancia en las islas del sur, en Cabo de Hornos y luego en Malvinas, en donde es explotada para combustión. Allí no está siempre confinada a las depresiones, sino que ocupa amplias áreas en las faldas de las colinas siendo fácilmente reconocible como manchas en las laderas. Esta turbera es la responsable de las grandes capas de turba de varios metros de espesor que usan los isleños para el fuego (Moore 1968). La carpeta de *Astelia* se satura y retiene el agua de lluvia que no es acumulada en los tejidos, sino en la densa masa de hojas y tallos muertos de *Astelia*, *Abrotanella*, *Carpha appendiculata*, *Gaimardia australis* y *Tetroncium magellanicum*. Suele ser rica en *Marsippospermum grandiflorum* y *Empetrum rubrum*. En el continente puede ingresar en ella

Turbera de *Astelia* con agua, Moat, Tierra del Fuego.



Claudio Roig

Detalle de la asociación vegetal *Astelia-Donatia*, Moat.

Nothofagus betuloides con plantas normalmente poco desarrolladas. Esta turbera no llega a las Georgias.

3.3 Turbera de *Rostkovia magellanica*: esta especie –que es uno de los elementos de la turbera de *Sphagnum*– es capaz de conformar comunidades que son periódicamente cubiertas por el agua de escurrimiento, ya sea pluvial o nival. Esta turbera está muy bien representada en las islas Georgias alimentada por el deshielo (Skottsberg 1912). Allí se asocian a *Sphagnum fimbriatum*, de ecología semejante. Roivainen (1954) relevó en Cabo San Pablo la asociación de *Rostkovia magellanica*-*Sphagnum fimbriatum* que coincide, incluso con las especies acompañantes (*Acaena magellanica*, *Juncus scheuchzerioides*) con la dada por Greene (1964) para las Georgias. En Tolhuin puede vérsela alcanzando valores considerables, siempre ubicada en lugares de inundación o márgenes de pozos conjuntamente con las ciperáceas. Mientras en el área continental se asocia con estas plantas, en las Georgias éstas han desaparecido (sólo hay *Uncinia smithii*, no citada para esta comunidad). Un pequeño junco, *Juncus scheuchzerioides*, al parecer está siempre presente. En Ultima Esperanza se observa en turberas cubiertas periódicamente por agua dulce junto con *Eleocharis melanon-phala* y *E. melanostachys*.

3.4 Turbera minerotrófica de *Sphagnum fimbriatum*: esta especie vive normalmente en la base de los túmulos de *Sphagnum magellanicum*, en el margen de la freática misma, comportándose como minerotrófica. Es fácil de reconocer por el color verde claro de fronde. Puede estar acompañado de *Rostkovia magellanica*. Según Roivainen (1954) también de *Carex magellanica*, *C. Curta* y *Drapetes muscosus*.

3.5 Turbera de *Sphagnum magellanicum*: Se distinguen en general dos tipos de turberas: las planas en las que la turba es el resultado de la descomposición fundamentalmente de fanerógamas, y la combada originada principalmente por *S. magellanicum*. Esta es la que sigue en importancia a la turbera de *Donatia*, en lo que se refiere a su extensión. Se forma en los fondos de valle, bordeando los meandros de los cursos de aguas tranquilas que escurren dentro de ella, otras veces colmatando depresiones o cubetas en contacto con bosques o bien con terrazas. Algunas de estas turberas adquieren un desarrollo notable como las de los valles de Lashifashaj y Tierra Mayor. Se distribuyen desde el límite de la vegetación arbórea hasta casi el nivel del mar, no se presentan en las áreas alto andinas, siempre ligadas a los bosques con los que se disputan el territorio. Según un cálculo efectuado en Ea. Cóndor, en base a información satelital (Kalin 1995), la proporción entre el área de turbera y la de bosque es del 50%. En realidad cada una de

estas turberas constituye un mosaico de comunidades que conviven en relación dinámica, y en conjunto, con los bosques. Esta vegetación en mosaicos suele ser muy notable en los márgenes de las grandes turberas, como puede verse en Tierra Mayor-Carbajal. Las especies observadas en base a su dominancia son: *S. magellanicum*, *Empetrum rubrum*, *Nothofagus antarctica*, *Carex magellanica*, *Rostkovia magellanica*, *Cladina*, *Pernettya pumila*, *Sphagnum fimbriatum*, *Marsippospermum grandiflorum*, *Cornucularia aculeata*, *Cladonia cornuta*, *Caltha appendiculata*, *Drapetes muscosus*, *Nanodea muscosa*, *Tetroncium magellanicum*, *Deschampsia flexuosa*, *Sticta* sp., *Carex curta*, *Deyeuxia poaeoides*, *Bryum* sp., *Luzula alopecurus*, *Parmelia* sp., *Polytrichum juniperioides* y *Juncus scheuchzerioides*.

La distribución de *Sphagnum magellanicum* aún no es bien conocida en la Argentina, sólo se lo encuentra en localidades aisladas desde la provincia de Río Negro asociado con rodales de *Pilgerodendron uviferum* y *Fitzroya cupressoides* que ocupan las partes más altas de la turbera de juncáceas y *Marsippospermum grandiflorum*, luego en ciertos lugares de la frontera con Chile (Lago Argentino) para recién adquirir importancia en Tierra del Fuego donde coexiste con el bosque de lenga.

Las especies de *Sphagnum* tienen poca importancia en Islas Malvinas. ¿Por qué no existe la turbera de *Sphagnum magellanicum* en las Malvinas si las precipitaciones justifican su existencia? (numerosas localidades de las islas tienen entre 400-500 mm de promedio anual). Si las turberas viven asociadas a los bosques de *Nothofagus*; ¿son el bosque y la turbera entidades inseparables? ¿tienen un origen común? ¿La ausencia de bosques en Malvinas se debe a iguales causas? Dada la coexistencia *Sphagnum*-bosque de lenga en Tierra del Fuego, ¿por qué no acompaña a los bosques hacia el norte? Todas preguntas que merecen respuestas.

En Chile se distribuye desde la Cordillera Pelada, en la provincia de Valdivia, en la cordillera de la Costa en Osorno, en la isla de Chiloé, en las Chonos y en el Seno Ultima Esperanza. (Oberdorfer 1960, Pisano 1977, Roig et al. 1985). Su límite austral está en la Isla de Navarino, Seno Almirantazgo y Estrecho de Magallanes, en la Península Brunswick.

Según Auer (1965), los turbales más típicos se encuentran entre los 800-1.000 mm de precipitación anual. De acuerdo a lo observado en la región de Ultima Esperanza (Roig et al. 1985) las turberas se desarrollan entre los 500-1.000 mm. Tomando como base los parámetros climáticos aportados por De Fina (1992), más la información de distribución de turberas en Tierra del Fuego (Bonarelli 1917, Guiñazú 1934, Roivainen 1954, Auer 1965, Pisano 1977, Moore 1983, Frederiksen 1988, entre otros) las turberas de *Sphagnum magellanicum* se encuentran ubicadas entre las isohietas 450-600 mm de precipitación anual.

Aspectos sobre turberas

Desde un punto de vista geomorfológico los cuerpos de agua y ambientes asociados son rasgos temporarios en el paisaje. Considerando un lapso de tiempo determinado, los procesos de meteorización, erosión y depositación pueden modificar cualquier tipo de rasgo, desnudando las zonas elevadas y rellenando las zonas bajas. Los ambientes acuáticos, bajo determinadas condiciones ambientales, comienzan a ser colonizados por vegetación que cubre inicialmente sus márgenes. Esto reduce las corrientes, actúa como trampa de sedimentación y progresivamente la misma vegetación estrangula las zonas de agua libre. Este es el inicio de una serie de etapas de sucesión vegetal que llega a su clímax con el desarrollo de un tapiz sobre toda la superficie.

Las primeras plantas que colonizan el sistema acuático viven gracias a sus sistemas de flotabilidad, cuando la profundidad del agua disminuye comienzan a colonizar plantas "convencionales" con sistemas de raíces en los barros minero-orgánicos. La muerte de estas plantas da lugar a la formación de "detritos vegetales" que se incorporan al depósito aumentando progresivamente su espesor y por ende disminuyendo la profundidad de los cuerpos de agua. A medida que la vegetación cubre las márgenes, distintos tipos de vegetación van siendo reemplazados hacia las zonas profundas, por lo cual se produce una zonación donde la vegetación de aguas libres cubre las zonas más alejadas de las márgenes.

En el caso de ambientes lacustres se considera que una causa frecuente en la colonización de vegetación es el descenso del nivel freático, el cual favorece el rápido desarrollo de la vegetación con estructuras radicales sobre el lecho. A medida que las plantas de los pantanos van consolidando y acrecentando la sedimentación, se produce el cambio hacia un ambiente

de turbal, que en términos edafológicos implica un suelo subacuático productor de turba pobre o rico en nutrientes.

Existen numerosas variaciones que reflejan la amplia variedad de contextos ambientales en los que se puede formar una turba, pero uno de los componentes comunes es el bajo contenido de nutrientes. La colonización del ambiente por parte de diferentes especies acuáticas altamente especializadas, aumenta la velocidad de acumulación de materia orgánica funcionando como un elemento catalítico en la transición turbal-turbera.

Según Gore (1983) las turberas son ecosistemas productores de turba ("peat-forming ecosystems"). Se consideran turberas a los paisajes con superávit de carbón, mayor productividad que descomposición, y donde el carbón excedente se acumula como turba (Joosten y Couwenberg 1998), dando lugar a depósitos biogénicos en donde es posible observar una estratificación muy marcada.

Un indicador de la actividad de acumulación es la ausencia de hiatus cronoestratigráficos entre la vegetación misma y la capa de turba infrayacente. El comportamiento físico del material en los estratos está en relación con el grado de humificación de la materia orgánica.

Haciendo extensivo a este tipo de ecosistemas la clasificación de turbales en base al contenido de nutrientes, podemos distinguir turberas minerotróficas y ombrotólicas. Ivanov (1981) distingue en las turberas ombrotólicas dos estratos (Tabla 5): acrotelmo (activo, superior) y catotelmo (inerte, inferior), e Ingram (1982) define como diplotélicas a las turberas con ambos estratos presentes.

Tabla 5. Propiedades de los estratos de turberas ombrotólicas

Acrotelmo	Catotelmo
<ul style="list-style-type: none"> ▲ Activo intercambio de humedad con la atmósfera y el área periférica. ▲ Frecuentes fluctuaciones del nivel de agua libre y variabilidad del contenido de humedad. ▲ Elevada conductividad hidráulica, la cual decrece rápidamente con la profundidad. ▲ Acceso de aire a los poros en forma periódica al descender el nivel del agua. ▲ Presencia de una cubierta de vegetales vivos en nivel superficial. Bacterias aeróbicas y microorganismos que facilitan la descomposición y transformación de la vegetación. ▲ Espesor inferior a 1 m ▲ Humificación baja (H1-H3) 	<ul style="list-style-type: none"> ▲ Contenido de humedad constante en el tiempo, o sujeto a muy pequeñas modificaciones. ▲ Muy reducido intercambio de flujo con el estrato mineral subyacente y con la periferia. ▲ Muy baja conductividad hidráulica, órdenes de magnitud 3 a 5 veces inferiores al acrotelmo. ▲ No hay acceso de oxígeno atmosférico a los poros. ▲ Ausencia de componentes vegetales vivos. No hay microorganismos aeróbicos. Otros microorganismos se presentan en una cantidad muy reducida en comparación con el acrotelmo. ▲ Espesores frecuentemente superiores a 1 m ▲ Humificación media - elevada (H4-H10).

Aplicando estos conceptos Iturraspe y Roig (2000) analizaron el comportamiento de una turbera ombrotétrica en Tierra del Fuego, constatando las presunciones teóricas referidas a los aspectos hidrológicos (intercambio y variabilidad de humedad, fluctuaciones y conductividad hidráulica).

La turba se acumula cuando el balance de aguas, en un paisaje propicio, refleja algunas de estas situaciones:

$$\text{Escorrentamiento superficial} = \text{Flujo} + \text{Retención} \text{ (turberas minerotróficas)}$$

$$\text{Escorrentamiento superficial} + \text{Precipitación} = \text{Flujo} + \text{Evapotranspiración} + \text{Retención} \text{ (turberas de transición)}$$

$$\text{Precipitación} = \text{Evapotranspiración} + \text{Retención} \text{ (turberas ombrotóricas)}$$

El depósito de turba comienza a formarse dentro de un volumen de agua retenida, actuando como un cuerpo inerte que desplaza su propio volumen de agua. Los niveles primarios de turba reducen la superficie de retención de agua del reservorio (Figura 2). Los niveles posteriores de turba (secundarios) se forman dentro de los límites de la depresión de la cubeta. Finalmente se desarrollan los niveles terciarios de turba que se ubican por encima de los límites físicos definidos por el nivel de aguas subterráneas. Estos niveles también actúan como reservorio de aguas reteniendo una cantidad determinada por encima del nivel regional de aguas subterráneas debido a fuerzas de capilaridad. A grandes rasgos podemos asumir que la deposición de turba primaria da lugar a la formación de turberas minerotróficas, la turba secundaria a turberas de transición y la turba terciaria a turberas ombrotóricas.

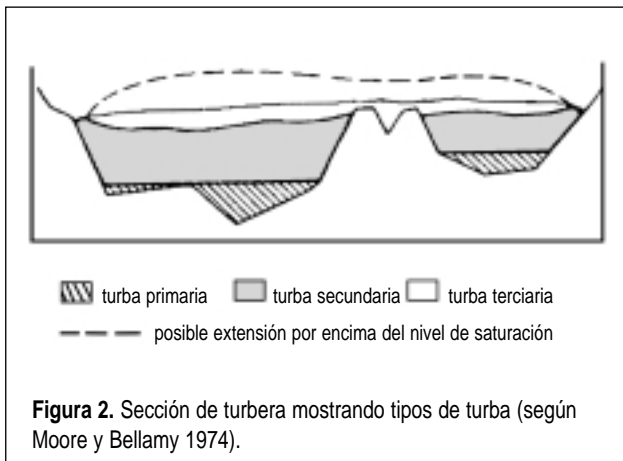


Figura 2. Sección de turbera mostrando tipos de turba (según Moore y Bellamy 1974).

En términos de nutrientes el agua original, en el estadio inicial de desarrollo de una turbera, puede poseer cualquier condición, pero cuando se encuentra en sus estadios finales siempre corresponde a aguas de tipo oligotróficas.

Los ambientes capaces de generar turbas secundarias y terciarias se los encuentra en zonas donde los climas permiten valores de retención elevados, normalmente corresponden a zonas frías y húmedas de ambos hemisferios. La topografía colabora en la formación de ambientes turbosos cuando sus características impiden el drenaje y mantienen condiciones húmedas por largos períodos, siendo en todos los casos cuencas con drenaje obturado por barreras naturales.

En turberas elevadas (oligotróficas-ombrotóricas, *peat bog*, *raised bog*) la parte superior funciona como una verdadera esponja absorbiendo los excesos de humedad, previendo grandes escorrentías en épocas de lluvia y aportando aguas del propio reservorio en tiempos de déficit de precipitaciones, mientras que los niveles inferiores, más densos y humificados funcionan como base de la acumulación de agua libre. El sector comprendido entre ambos funciona como un sistema de aguas libres. Las surgencias de agua dentro de una turbera son responsables del aporte de nutrientes que favorecen el crecimiento de especies poco comunes en el resto de la turbera.

Basándose en la modificación del flujo de aguas, Moore y Bellamy (1974) distinguen los siguientes estadios (Figura 3):

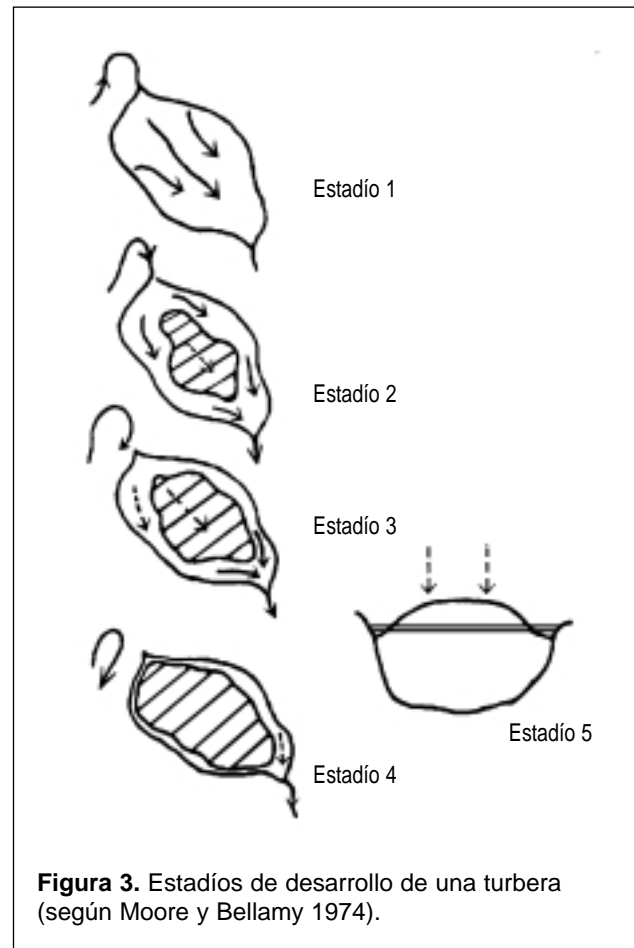


Figura 3. Estadios de desarrollo de una turbera (según Moore y Bellamy 1974).

Estadio 1: en el estadio inicial existen dos alternativas: en la primera hay un importante flujo de aguas que aporta sedimentos de los alrededores generando un bajo nivel de producción de turba, densa y profunda, debido a la alta oxigenación; en la segunda alternativa hay un bajo nivel de flujo de aguas y poca sedimentación de los ambientes marginales, dando origen a una elevada formación de turba donde el agua fluye bajo el material flotante.

Estadio 2: la acumulación de turba tiende a canalizar el flujo principal de aguas dentro de la cubeta, dejando durante periodos de flujos de aguas excesivas, ciertas zonas supeditadas a los efectos del movimiento del agua subterránea.

Estadio 3: el continuo crecimiento vertical y horizontal del cuerpo de turba produce que la mayor parte de la cubeta original quede fuera de la influencia de las aguas superficiales. El abastecimiento de aguas se restringe principalmente a las precipitaciones directas sobre la superficie de la turbera y en menor medida a infiltraciones de las áreas marginales. Sólo algunas zonas marginales de la turbera pueden mostrar un flujo de aguas lento y continuo.

Estadio 4: el crecimiento continuo del cuerpo de turba deja la mayor parte del ambiente desafectado del movimiento de aguas. Pueden ocurrir inundaciones cuando el nivel del agua subterránea se eleva como resultado de grandes precipitaciones.

Estadio 5: la superficie se eleva y adquiere la forma de domo, de manera tal que ya no la afectan las fluctuaciones estacionales del nivel de aguas subterráneas.

Los estadios 1–3 en los cuales el ecosistema es afectado en gran medida por las aguas de escurrimiento de áreas marginales generan acumulaciones de turba denominadas topogénicas, mientras que los estadios 4–5, en los cuales la mayor cantidad de sustancias minerales disponibles son recicladas dentro del ecosistema, forman acumulaciones de turba llamadas ombrogénicas.

Las turberas pueden clasificarse de acuerdo con los procesos hidrológicos responsables de la formación de la turba y su papel hidrológico (clasificación hidrogenética, Joosten 2000). La fluctuación de los niveles del agua influye (a través de los procesos de oxidación-reducción) en la tasa de transferencia y solubilidad de las sustancias químicas (nutrientes, contaminantes), por ende en la vegetación y eventualmente en la composición de la turba. Además, la fluctuación de los niveles del agua condiciona la tasa de descomposición oxidante, la cual produce una reducción en el tamaño de las partículas de turba, disminuyendo la porosidad efectiva de la turba, almacenando menos agua (se traduce en un incremento en la fluctuación de sus niveles) y produciendo menor conducción del agua (disminuyendo el flujo del agua, Figura 4).

La tipología hidrogenética de turberas distingue dos grupos principales:

1. Turberas sin flujo de agua horizontal sustancial, en los cuales el movimiento del agua es principalmente vertical y en los que prevalecen los cambios en los coeficientes de almacenamiento.

Turberas con ascenso de aguas: se producen cuando el nivel del agua subterránea se encuentra ligeramente por

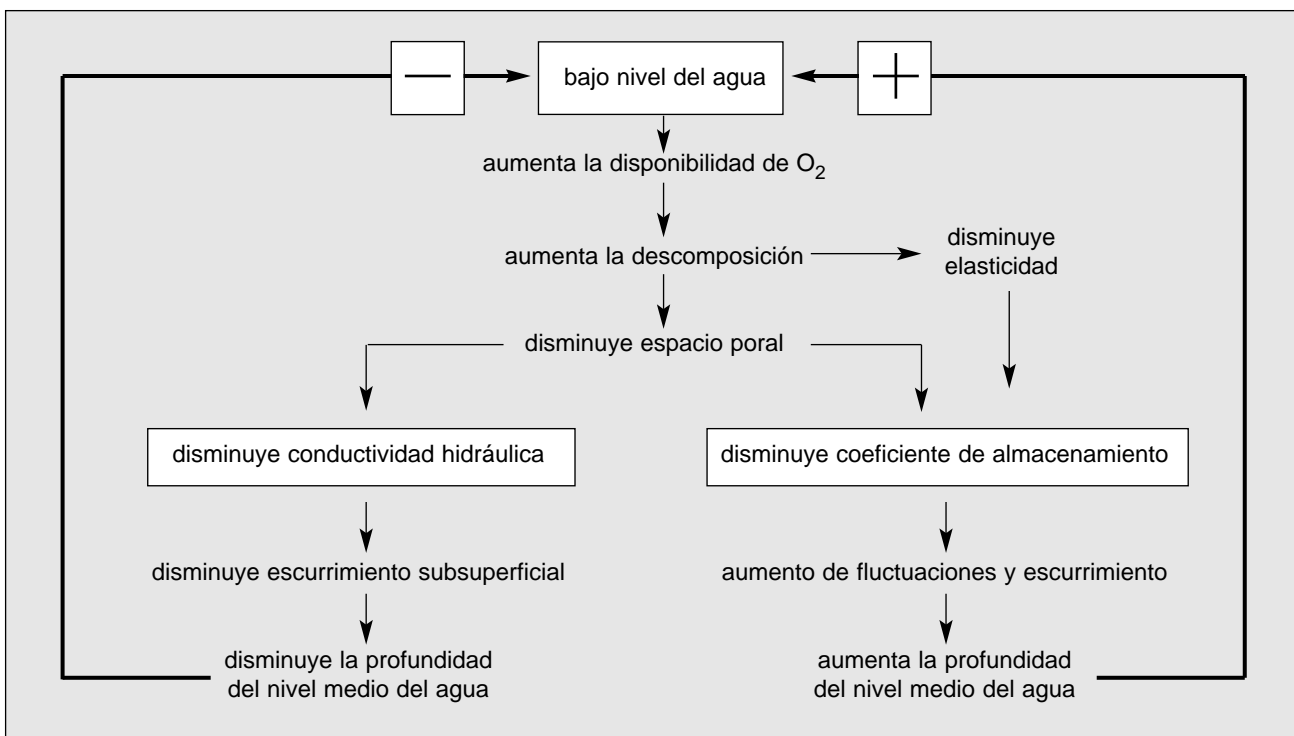


Figura 4. Mecanismos de retroalimentación positiva y negativa entre el nivel de agua y las características hidráulicas en una turbera (según Joosten 2000).

encima de la superficie seca del suelo mineral. Tales ascensos en los niveles del agua pueden ser causados por un incremento en el abastecimiento del agua (por cambios climáticos o por uso del suelo) o una disminución en el escurrimiento (aumento del nivel del mar, diques de castores, generación de horizontes de estancamiento, etc.).

Las turberas de inundación: se forman en zonas que son periódicamente inundadas por los ríos, lagos o mares. Aquellas con un espesor importante de turba sólo existen bajo condiciones de un continuo aumento del nivel del agua (aumento del nivel del mar, aumento del lecho fluvial, etc.). Como tales, están emparentadas con las turberas de aguas elevadas. La diferencia es la acción mecánica del flujo periódico lateral y la sedimentación asociada de materiales clásticos alóctonos tales como arenas y arcillas.

Las turberas de todos estos tipos son "pasivas"; es decir, yacen horizontalmente en el paisaje, colmatan gradualmente sus cuencas con turba pero afectan fuertemente la hidrología por sus desagües.

2. Turberas con un flujo de agua horizontal sustancial, en las cuales –ceranas al coeficiente de almacenamiento– cumple un papel fundamental la conductividad horizontal de la turba. Las turberas con sustancial flujo de agua (en la turba o en la vegetación) se comportan de manera diferente. La superficie de la turbera muestra una pendiente y se pierde una cantidad substancial de agua mediante flujo lateral. Este flujo es retardado por la vegetación y la turba. La vegetación crece y la acumulación de turba puede inducir a un ascenso en el nivel del agua subterránea en la turbera y frecuentemente también en el área de desagües.

Existen tres tipos básicos de turberas de escurrimiento: turberas de percolación, turberas de escurrimiento superficial y turberas de acrotelmo.

Las turberas de percolación: se encuentran en paisajes en los que hay un gran aporte de agua y muy uniformemente distribuido a lo largo del año. Como consecuencia, el nivel de agua en la turbera es casi constante. El material muerto de las plantas alcanza rápidamente la zona permanentemente anegada y es, en consecuencia, sujeto a una rápida descomposición aeróbica en un corto tiempo, y la turba permanece débilmente descompuesta y elástica. A causa de la gran conductividad hidráulica, se produce un escurrimiento sustancial a través del conjunto del cuerpo de turba.

Las turberas de escurrimiento: Cuando el nivel del agua de la turbera cae periódicamente, el oxígeno penetra en la turba. Esto produce una fuerte descomposición de la turba, obligando al agua a inundar la turba y se producen las turberas de escurrimiento superficial. Estas turberas se las encuentra en zonas con un abastecimiento de agua casi continuo, o con escasas pérdidas por evapotranspiración. A causa del bajo coeficiente de almacenamiento de la turba, la excepcional escasez de agua induce a grandes caídas

en los niveles del agua. Debido al conjunto conductividad hidráulica / grandes aportes de agua, las turberas de escurrimiento superficial pueden desarrollarse sobre zonas con pendiente.

Las turberas de acrotelmo: acumulan material orgánico con poca descomposición, poseen un gran coeficiente de almacenamiento (grandes poros y en cantidad). La poca descomposición conduce a una disminución muy lenta en la dimensión de los poros bajo descomposición aeróbica. La ubicación profunda del material más antiguo propende a la oxidación, desarrollándose en la parte superior de la turba un gradiente distinto en la conductividad hidráulica. En términos de almacenamiento de agua, el nivel cae a un nivel de rangos menos permeables y el escurrimiento es retardado. La evapotranspiración produce pérdidas de agua, pero debido al gran coeficiente de almacenamiento de la turba, producto de sus poros relativamente grandes, el nivel del agua cae sólo en una pequeña magnitud. En este sentido, las capas de turba profundas están continuamente saturadas, incluso bajo fluctuaciones del abastecimiento de agua. Las turberas elevadas son el único tipo de turberas de acrotelmo identificadas universalmente al presente. Sólo un puñado de especies de *Sphagnum* parecen ser capaces de edificar tales tipos de turberas en el hemisferio norte, un papel desempeñado en Patagonia meridional de varias formas por una sola especie: *Sphagnum magellanicum*. La amplia distribución de turberas elevadas demuestra la efectividad de su estrategia.

Origen y composición florística de las turberas elevadas de *Sphagnum magellanicum*

Cuando el nivel de una turbera aumenta sobrepasando los límites originales del cuerpo de agua, tanto en altura como en extensión areal, independizando la cubierta vegetal del movimiento de las aguas subterráneas que pudieran aportar nutrientes y aumentando las condiciones ácidas del medio, se dan las condiciones propicias para el aumento de cobertura de *Sphagnum*. Los únicos aportes de nutrientes bajo estas condiciones corresponden a las aguas de precipitación y al polvo atmosférico.

La biología del musgo *Sphagnum magellanicum* (Roig 2000) permite entender mejor este mecanismo. Su cuerpo es capaz de alargarse buscando la luz en forma indefinida, mientras hacia abajo va muriendo y conformando el sustrato sobre el cual vive. La gran masa de la turbera está formada fundamentalmente por sus restos muertos. Es capaz entonces de ir paulatinamente levantando su nivel, especialmente en su parte central originando la típica turbera combada.

Todas la especies de *Sphagnum* poseen una capacidad muy grande para acumular agua en su cuerpo. Para ello sus tallos y hojas poseen células grandes (hidrocitos), de paredes provistas de perforaciones que una vez muertas permiten la entrada del agua en su interior.

Tabla 6. Diferencias encontradas por Roivainen (1954)

		Turbera de <i>Sphagnum</i>	Turbera de <i>Donatia</i>
Fanerógamas		26	46
Criptógamas	musgos	9	12
	líquenes	9	5

Nota: sin tener en cuenta hepáticas ni algas presentes.

Estas células adaptadas a la conservación del agua evitan ser aplastadas reforzando sus paredes mediante ornamentos en relieve (anillos espiralados). Entre estas grandes células hialinas muertas están las verdes, únicas provistas de protoplasma, comparativamente muy pequeñas.

Para que el musgo viva debe mantener sus hidrocitos llenos de agua. Esto lo consigue gracias a su capacidad para retener el agua de la turbera a un nivel superior al del nivel freático a su alrededor. La cantidad de agua retenida por la masa de *Sphagnum* puede representar varias veces su peso seco y su nivel hidrostático es generalmente alto (Birot 1965). Debe existir un dinamismo entre la cantidad de agua que necesita la turbera para mantener permanentemente húmeda su parte viva en superficie, y el exceso que debe ser eliminado. Es así que debe ser posible cuando se localiza en lugares en donde se pueda eliminar cómodamente el exceso de agua.

Sphagnum magellanicum actúa como especie pionera, además es capaz de colonizar y ubicarse sobre otras turberas, por ejemplo se lo observa formando túmulos sobre turberas de *Donatia*. Se produce así una notable

superposición de una asociación sobre otra florística y ecológicamente muy diferente. Esto se observa en Ultima Esperanza y en Moat, área de ecotono entre los dos tipos de turberas. Se han observado diferencias en la riqueza florística de las turberas de *Sphagnum* en comparación con aquellas de *Donatia fascicularis* (Tabla 6).

El número de fanerógamas disminuye fuertemente en la turbera de *Sphagnum magellanicum*, no ocurriendo lo mismo con los líquenes, debido a los ambientes más secos que ésta ofrece.

Nunca se encuentra un número elevado de especies en un mismo lugar; normalmente la turbera de *Sphagnum* presenta sólo entre 10 y 15 especies o menos en cada relevamiento (Tabla 7). Los líquenes que se encuentran en ambas turberas son (Roivainen 1954): *Cladonia auri*, *C. coccifera*, *C. laevigata*, *C. cornuta*, *C. vicaria*, *Cornicularia aculeata*, *Parmelia lugubris* y *Pseudocyphellaria freycineti*, a los que Roig (2000) agrega *Cetraria islandica*. Las *Cladoniae* son fruticulosas (al nacer son foliáceas) y al igual que en Tierra del Fuego, son los líquenes más comunes en la turberas europeas. *Cladonia cornuta* y *C. coccifera* son cosmopolitas.

Tabla 7. Relevamientos en turberas de *Sphagnum magellanicum* en Tierra del Fuego. El primer dígito indica la abundancia o dominancia de la especie (máximo = 5) y el segundo dígito indica la sociabilidad (máximo = 5). R = rara (poco frecuente). "+" = valores bajos de abundancia pero superiores a cero.

Especies	Localidad				
	Ushuaia			Tolhuin	
<i>Sphagnum magellanicum</i>	2,5	1,5	3,5	4,5	5,5
<i>Cladonia</i> sp.	1,5	3,5	3,5	3,5	1,4
<i>Empetrum rubrum</i>	4,3	-	3,4	3,3	-
<i>Nothofagus antarctica</i>	-	-	1,1	+	+
<i>Marsippospermum grandiflorum</i>	+	3,3	-	-	-
<i>Tetroncium magellanicum</i>	+	-	2,3	-	-
<i>Pernettya pumila</i>	-	1,3	-	-	-
<i>Nothofagus betuloides</i>	2,3	+	-	-	-
<i>Rostkovia magellanica</i>	-	-	2,3	3,4	3,4
<i>Carex magellanica</i>	-	-	1,1	+	R
<i>Nanodea muscosa</i>	-	-	1,3	-	-
<i>Carex curta</i>	-	-	+	-	-
<i>Juncus scheuchzerioides</i>	-	-	+	-	-

Nota: Los musgos más comunes en estas turberas son *Polytrichum alpestre* y *Chorizodontium sphagnetocolum*.

Normalmente la turbera de *Sphagnum* es muy homogénea en su composición florística ya que los elementos nutritivos provienen principalmente del aporte pluvial. En ciertos casos se presenta en mosaico de comunidades cuya distribución está en relación con las condiciones hídricas del sustrato y de las posibilidades de alcanzar los nutrientes del suelo mineral. Las fanerógamas capaces de invadir éstas turberas, pertenecen o se encuentran también en turberas minerotróficas, por esta razón los márgenes de las turberas de *Sphagnum* son especialmente ricos en fanerógamas.

La flora marginal –incluso en lagunas internas– propia de ambientes minerotróficos, está formada principalmente por *Rostkovia magellanica* y *Tetroncium magellanicum*.

Se verifican distintas estrategias de adaptación de las plantas que acompañan al *Sphagnum*, por ejemplo una elevada transpiración para compensar falta de sales minerales gracias al volumen de agua movilizada (Biro 1965), permiten que *Carex magellanica*, *Marsippospermum grandiflorum* y *Empetrum rubrum* puedan vivir bajo condiciones ombro-oligotróficas. Otra

estrategia es la xeromorfia, dominan las hojas fuertes, lignificadas de *Marsippospermum*, pequeñas y de tipo ericoide en muchas de ellas. Se debe considerar que son plantas adaptadas a largos períodos de congelamiento y por lo tanto de sequía por frío.

También los sistemas de propagación aseguran la instalación de especies dentro de la masa del musgo. Considerando 20 especies de fanerógamas de mayor frecuencia en la turbera, la totalidad presenta sistemas especiales de propagación vegetativa:

- (i) Plantas con rizomas: *Alopecurus magellanicus*, *Caltha appendiculata*, *Carex curta*, (idem *C. canescens*), *Carex caduca*, *Carex magellanica*, *Carex microglochin*, *Juncus scheuchzerioides*, *Deschampsia flexuosa* (puede o no presentar rizoma), *Empetrum rubrum*, *Gunnera lobata* (rizoma estolonífero), *G. magellanica*, *Gaultheria serpyllifolia*, *Rostkovia magellanica*.
- (ii) Plantas con ramas radicales: *Acaena magellanica*, *Acaena pumila*, *Drapetes muscosus*, *Galium antarcticum*, *Empetrum rubrum*, *Myrteola nummularia*, *Pernettya pumila* y *Schizeilema ranunculus*.

Turbera mixta de *Sphagnum* y ciperáceas, Tolhuin, Tierra del Fuego.



Bibliografía

- Auer, V. 1965. Pleistocene of Fuego Patagonia, IV: Bog Profiles. Ann. Acad. Scien. Fenn. A III 80: 1-160.
- Birou, P. 1965. Les formations végétales du Globe. Paris.
- Bonarelli, G. 1917. Tierra del Fuego y sus turberas. An. Min. Agr. de la Nación, XII (3), Buenos Aires.
- Burgos, J. 1985. Clima del extremo sur de Sudamérica. En Boelcke, O., D. Moore y F. Roig (eds.): Transecta Botánica de la Patagonia Austral: 10-40.
- Crum, H. 1988. A focus on peatlands and peat mosses. The University of Michigan Press. 306 pp.
- De Fina, A. 1992. Aptitud Agroclimática de la República Argentina. Acad. Nac. de Agronomía y veterinaria, Buenos Aires. 402 pp.
- Ellenberg, H. 1979. Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobotanica 9: 3-122.
- Frederiksen, P. 1988. Soils of Tierra del Fuego. Folia Geographica Danica, tomo XVIII.
- Gore, A.J.P. 1983. Ecosystems of the world. 4B. Mires, swamp, bog, fen and moor. Regional studies. Elsevier, Oxford.
- Greene, B.A. 1964. The vascular flora of the South Georgia. London.
- Guiñazú, R.J. 1934. Los depósitos de turba de Tierra del Fuego. Ministerio de Agricultura, publ. 103. Bs.As.
- Ingram, H.A.P. 1982. Size and shape in raised mire ecosystems: a geophysical model. Nature 297: 300-303.
- Iturraspe, R. y C. Roig. 2000. Aspectos hidrológicos de turberas de *Sphagnum* de Tierra del Fuego-Argentina. En Coronato, A. y Roig C. (eds.): Curso Taller de Conservación de Ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego: 85-93. Ushuaia, Tierra del Fuego.
- Ivanov, K.E. 1981. Water Movement in Mirelands. Academic Press. London.
- Joosten, H. 2000. Génesis y desarrollo de turbales. En Coronato, A. y C. Roig (eds.): Curso Taller de Conservación de Ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego: 23-32. Ushuaia, Tierra del Fuego.
- Joosten, H. y J. Couwenberg. 1998. IMCG Meeting and Workshop on Mire Terminology and Classification issues. Greifswald. Germany.
- Kalin, M. 1995. Hacia un proyecto forestal ecológicamente sustentable. Santiago. Chile.
- Lappalainen, E. 1996. Global Peat Resources. International Peat Society Publisher.
- Mitsch, W. J. y J.G. Gosselink. 1993. Wetlands. Second Edition. Van Nostrand Reinhold, New York, NY. 722 pp.
- Moore, D. M. 1968. Flora of the Falkland Islands, London.
- Moore, D.M. 1983. Flora of Tierra del Fuego. Nelson, Owestry. 396 pp.
- Moore, P.D. y D.J. Bellamy. 1974. Peatlands. Elek Science, London.
- Oberdorfer, E. 1960. Pflanzensoziologische Studien in Chile. Flora et Vegetatio Mundi, II. Verlag von Cramer, Weinheim. 208 pp.
- Pisano, E. 1977. Mapa de comunidades vegetales de Magallanes (Chile), escala 1:1.000.000. En: Fitogeografía de Fuego-Patagonia Chilena. I. Comunidades vegetales entre las latitudes 52° y 56° S. Anales Instituto de la Patagonia 8: 121-250.
- Post, L.V. 1924. Das genetische System der organogenen Bildungen Schwedens. Comité internat. de Pédologie, IV. Comisión 22.
- Rabassa, J., C. Heusser y A. Coronato. 1990. Tasa de acumulación de turba en los Andes de Tierra del Fuego y Patagonia (Argentina y Chile) durante los últimos 43.000 años. II Reunión Argentina de Sedimentología, Actas I: 229-234.
- Roig, F.A. 2000. Comunidades vegetales productoras de turba en Tierra del Fuego. En Coronato, A. y C. Roig (eds.): Curso-Taller de Conservación de Ecosistemas a nivel mundial con énfasis en las turberas de Tierra del Fuego: 33-54. Ushuaia, Tierra del Fuego.
- Roig, F.A., J. Anchorena, O. Dollenz, A.M. Faggi y E. Méndez. 1985. Las comunidades vegetales de la Transecta Botánica de la Patagonia Austral. En Boelcke, O., D. Moore y F. Roig (eds.): Transecta Botánica de la Patagonia Austral: 350-456.
- Roivainen, H. 1954. Studien über die Moore Feuerlands. Ann. Bot. Soc. Vanamo. Tomo 28. No. 2. Helsinki. 205 pp.
- Schwaar, J. 1981. Amphi-arktische Pflanzengesellschaften in Feuerland. Phytocoenologia 9: 547-572.
- Skottsberg, C. 1906. Zur Flora des Feuerlands. Wiss. Ergebn. Schwed. Sudpolar-Exped. 4 (4): 1-41.
- Skottsberg, C. 1912. The vegetation in South Georgia. Wiss. Ergebn. Schwed. Südpolar-Expedition 1901-1903, IV: 1-36.
- Soil Taxonomy. 1998. Soil Survey Staff, a comprehensive system. U.S.D.A.
- Taylor, B.W. 1955. The flora, vegetation and soils of Mcquarie islands. Australian Nat. Antarctic Research Expeditions, Serie B, vol. II, Botany. Melbourne.
- Wace, N.M. y M. Holdgate. 1976. Man and Nature in the Tristan Da Cunha Islands. IUCN, Monograph 6. Switzerland.