

USOS, APLICACIONES Y EVALUACION DE TURBAS

FRANCISCA GUERRERO¹ y A. POLO²

RESUMEN

Se ha estudiado la utilización de las turbas en la agricultura tanto para substratos como para enmiendas orgánicas de los suelos. Se ha realizado una evaluación general de las mismas teniendo en cuenta distintos parámetros relacionados con sus propiedades y se recoge la normativa vigente sobre legislación en España y otros países.

Al evaluar las turbas con fines agrícolas se deben tener en cuenta tanto sus propiedades químicas (capacidad de intercambio catiónico, relación C/N, salinidad, contenido de carbonatos, acidez y contenido de nutrientes) como físicas (retención de agua, aireación y tamaño de fibras).

INTRODUCCION

Las turbas se forman por acumulación de gran cantidad de restos orgánicos parcialmente descompuestos a consecuencia de la presencia de un medio saturado de agua, lo que origina condiciones de anaerobiosis que retardan considerablemente la descomposición de los restos vegetales, que de esta manera se acumulan llegando a formar capas de gran espesor. Son suelos orgánicos pertenecientes a la orden de los histosoles (SOIL TAXONOMY, 1975).

En el mundo existen unos 250 millones de hectáreas de turberas (KIVINEN y PAKARINEN, 1980) que se encuentran fundamentalmente en Canadá (130 millones) y en Rusia (70 millones). En España ocupan unas 6.000 hectáreas.

La turba se puede usar como combustible, como filtro de licores, para fabricar explosivos, en medicina y fundamentalmente en agricultura.

En medicina ha encontrado aplicaciones porque las sustancias fenólicas son antisépticas (SOLOVYEVA *et al.*, 1983) y los esteroides y triterpenoides son fisiológicamente activos (FUSCHMAN, 1980). La turba de «Spagnum» desecada se utilizó en la primera guerra mundial como una especie de algo-

dón al que se le atribuyen propiedades curativas y cicatrizantes.

Muchos histosoles son cultivados en Canadá, URSS y Finlandia, presentando problemas específicos de sanidad vegetal (KAVANAGH, 1973). El uso como cama de ganado ha sido abandonado por motivos económicos. En algunos países se usa para depurar aguas residuales (SILVO, 1972).

En nuestra opinión, los usos más apropiados de las turbas son las aplicaciones agrícolas: para fabricar substratos y para acondicionar y mejorar los suelos. La utilización más adecuada depende de las características de cada turba.

UTILIZACION DE LAS TURBAS

Sustratos para semilleros

Son preferibles las turbas fibricas finas y poco descompuestas para que la aireación sea compatible con la humedad y para que no aparezcan problemas nutritivos durante la evolución de la materia orgánica (LAMB, 1969; STARCK *et al.*, 1974).

La salinidad debe ser baja (conductividad eléctrica inferior a 0,5 mS/cm para que la germinación sea satisfactoria; si es superior a 2 no deben utilizarse).

La acidez no debe de provocar problemas de asimilabilidad de nutrientes, por lo que el pH debe ser mayor de 4. En todo caso se deben tener en cuenta las exigencias de cada cultivo.

¹ Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid.

² Instituto de Edafología y Biología Vegetal (CSIC). Madrid.

Sustratos para macetas y contenedores

En este caso las características de las turbas pueden variar más ampliamente porque los sustratos se preparan mezclándolas con otros componentes minerales más densos: arena, arcilla, perlita, vermiculita o gránulos de poliestireno, con la finalidad de lograr unas propiedades físicas convenientes (SHEARD, 1975). La turba más conveniente es la medianamente descompuesta.

Las operaciones a realizar son: moler y humedecer; añadir N, P, K, S, Mg y Ca; añadir oligoelementos, fundamentalmente B, Cu, Fe, Mn y Zn; mezclar.

Cultivos forzados en invernadero

Al tratarse de cultivos intensivos, pueden aparecer problemas de aireación. El volumen de aire debe superar el 40% de la porosidad, por lo que es recomendable la turba fibrica.

Desde el punto de vista químico, y para evitar la disminución del rendimiento de los cultivos, que puede ser motivada por una relación C/N alta, interesan las turbas bien evolucionadas (PEREVERZEV y GOLOVKO, 1967; KONONOVA, 1966, 1970).

En la práctica las turbas se mezclan con arena o con suelo mineral y se fertilizan convenientemente.

Céspedes y pavimentos deportivos

Son preferibles las turbas descompuestas, que son mezcladas con el suelo y se fertilizan. En algunos casos, el pisoteo ocasiona el deterioro de la estructura y aparecen problemas serios de impermeabilidad y encharcamiento, que se corrigen con el conveniente saneamiento.

Acondicionamiento y mejora de los suelos: enmienda orgánica

En sentido estricto no debe existir un suelo sin materia orgánica. Aunque su proporción sea pequeña, su presencia es necesaria para el desarrollo de los cultivos ya que mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos.

Por sus efectos sobre la estructura del suelo contribuye a mejorar la permeabilidad. Su elevada capacidad de retención de agua tiene varios efectos beneficiosos: disminuye la oscilación térmica, facilita el manejo de los suelos y permite la mejor distribución del agua en el suelo, que es el factor más

limitante de las producciones agrarias en los climas mediterráneos.

La materia orgánica del suelo tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico y forma complejos arcillo-húmicos que regulan las concentraciones en nutrientes en la solución del suelo y amortiguan sus oscilaciones. La solución del suelo permanece diluida y se evitan perjuicios debidos a la salinidad: efectos ósmicos y tóxicos.

Las proporciones relativas de los nutrientes son las adecuadas para las plantas en el transcurso de la mineralización de la materia orgánica poco descompuesta, que es utilizada por los microorganismos del suelo como fuente de energía y de materias constitutivas de sus tejidos.

La mejora de las propiedades depende de las características de los suelos y de las turbas.

En los suelos arenosos son preferibles las turbas capaces de retener mucha agua y que a la vez tengan una elevada capacidad de intercambio catiónico, por lo que son convenientes las de fibras finas medianamente descompuestas. En los suelos arcillosos son preferibles las de fibras más gruesas por su influencia en la aireación.

En general interesan las que contribuyen a aumentar la porosidad y también la estabilidad estructural de los agregados y su resistencia al corte (HARGE, 1975). Para estos efectos enmendantes de la estructura de los suelos interesan las turbas bien descompuestas.

EVALUACION DE LA TURBA CON FINES AGRICOLAS

Para evaluar la turba respecto a sus posibles usos agrícolas se han de tener en cuenta cuatro aspectos básicos:

- 1) La retención de agua.
- 2) La proporción de poros con aire.
- 3) La capacidad de intercambio catiónico.
- 4) El grado de evolución de la materia orgánica.

Además se deben considerar otros aspectos:

- 5) La acidez.
- 6) El contenido en carbonatos.
- 7) La salinidad.
- 8) El contenido en nutrientes.

TABLA I
ALGUNOS PARAMETROS UTILIZADOS PARA LA EVALUACION DE LAS TURBAS

Parámetros	Propiedades sobre las que ejercen mayor influencia	Metodología	
Tamaño de fibras y granulometría	Tamaño y volumen de poros.	Fibras mayores de 0,15 mm.	
Densidad real	Peso.	Picnómetro. $D = 1,4(1-c) + 2,65$ cc = fracción mineral.	
E S T R U C T U R A	Densidad aparente	Porosidad. Kopecky-Lebedeff modificando el filo cor- rante.	
	Retracción e hinchamiento ..	Subsidencia y entumecimiento. Equivalente de arena. Ensayos con succión o sin ella.	
	Compresibilidad	Consolidación con carga superficial. Edómetro. Ensayo con drenaje.	
	Porosidad	Aireación. Distribución del espacio poroso entre agua y aire. $n = (1 - \frac{Db \ 1/3 \ bar}{D})$ Db 1/3 bar = densidad aparente partiendo de la humedad a 1/3 bar. D = densidad real. Picnómetro.	
	CARACTERISTICAS DE HUMEDAD	Retención de humedad. Desecación y rehumedecimiento. Histéresis.	Curvas características de humedad en función del potencial mátrico (curvas de pF).
C O M P O S I C I O N	Materia orgánica	Estructura. Capacidad de intercambio iónico. Poder amortiguador de con- centraciones de nutrientes y propor- ciones relativas durante la mineraliza- ción. Algunos componentes son bio- lógicamente activos.	Materia orgánica total. Fraccionamiento: áci- dos húmicos, ácidos fúlvicos, humina.
	Grado de descomposición	Granulometría. Retención de hume- dad. Porosidad. Intercambio catióni- co. Extracto húmico.	Índice de «Von Post» en campo. Índice al pi- rofosfato en laboratorio.
	Cenizas	Carácter trófico. Combustibilidad.	Combustión. Poder calorífico.
	Materia mineral	Aireación. Densidad.	Dispersión y separación. Las cenizas y la materia mineral se suelen con- siderar conjuntamente.
CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO	Disponibilidad de nutrientes y poder amortiguador.	Método de Mehlich. Muy relacionada con el grado de descomposición.	
ELEMENTOS TOTALES	Liberación de nutrientes durante la mineralización.	Ataque nítrico-perclórico.	
ACIDEZ	Saturación de bases. Disponibilidad de nutrientes.	Potenciómetro en extracto acuoso y en CLK 1N.	
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ..	Sales solubles.	Conductímetro.	
COLOR	Propiedad específica para clasifica- ción.	Se describe mediante las tablas Munsell. Se de- termina por el índice al pirofosfato. Se relacio- na con el grado de descomposición.	

Los parámetros a usar dependen de la estructura, composición y propiedades de las turbas. En la Tabla I se citan los más importantes.

A continuación se discute brevemente cada parámetro o propiedad de las turbas y se cuantifican los que afectan a los aspectos que se han de tener en cuenta en la evolución.

Tamaño de fibras

Las fracciones cuyos tamaños superan los 0,15 mm son consideradas como fibras. GALLAGHER (1975) determina los usos más convenientes de las turbas según los tamaños y las proporciones de las fibras.

Turba	Tamaño y porcentaje de fibras	Usos más convenientes
Fina	Más del 90% menor de 0,6 cm. Tamaño máximo 3,8 cm.	Semilleros.
Media	Más del 80% menor de 0,6 cm. Tamaño máximo 1,04 cm.	Macetas y contenedores.
Gruesa	Los restantes casos. Tamaños entre 1,9-3,8 cm.	Acondicionador de suelos.

Densidades. Porosidad

La relación entre la densidad aparente seca, determinada a partir de una humedad conocida, y la densidad real, permiten obtener la porosidad que corresponde a dicha muestra (PAIVÄNEN, 1976).

La porosidad disminuye durante la consolidación de la turba, la cual puede ser provocada por desecación (retracción) o por compresión (al aplicar una sobrecarga de manera análoga al ensayo edométrico).

El rehumedecimiento provoca el entumecimiento de manera parecida al hinchamiento por descarga. En ambos casos existen efectos histéséricos que impiden la recuperación total de la porosidad inicial.

BOELTER (1969) ha podido relacionar la densidad aparente con el grado de descomposición de VON POST (1924).

Los poros se clasifican por sus tamaños en macroporos y microporos. Cuando la turba se humedece por capilaridad los macroporos permanecen llenos de aire y los microporos se llenan de agua. Los microporos pueden representar menos del 20% en una turba gruesa de Spagnum, mientras que en

una negra y fina llegan a superar el 50% (PUUSTJARVI y ROBERTSON, 1975).

Características de humedad, subsidencia y aireación

La humedad ponderal de la turba disminuye en el transcurso de su desecación. La curva que relaciona la humedad con el potencial mátrico o de succión se denomina característica de humedad. A la curva primaria de desecación le sigue otra distinta durante el rehumedecimiento debido a los efectos histéséricos. Las curvas se desplazan a medida que la turba evoluciona porque cada vez retiene menos agua (STURGES, 1968; BOELTER, 1969; PUUSTJARVI y ROBERTSON, 1975).

La porosidad total disminuye durante la desecación; la turba se retrae y tiene lugar la subsidencia. PONS (1960) estima la subsidencia comparando la humedad en estado natural con la retenida a capacidad de campo (equivalente de humedad), determinada después de desecar la turba al aire.

El espacio poroso está ocupado por agua y aire. Sus proporciones se modifican a medida que el suelo se seca y la porosidad total disminuye. La aireación puede llegar a ser insuficiente (VERDONCK *et al.*, 1978).

Dos parámetros pueden ser definidos para tener en cuenta la retención de humedad y aireación. El primero corresponde al porcentaje de agua retenida a 1/3 de bar (que es la estimación más clásica del confuso concepto de capacidad de campo) y el segundo, la proporción de poros con aire a dicha humedad (VAN DIJK, 1976).

RETENCION DE AGUA	
% humedad 1/3 bar	Poder de retención
Mayor de 850	Alto
Entre 850 y 450	Medio
Menor de 450	Bajo

AIREACION	
% de poros con aire a 1/3 bar	Calificación
Mayor de 40	Sin problemas
Entre 20 y 40	Prob. ligeros
Menor de 20	Prob. serios

Materia orgánica: fraccionamiento y grado de descomposición

Además de determinar la materia orgánica total, también se debe realizar un fraccionamiento para separar los ácidos húmicos (AH: fracción extraíble con reactivos alcalinos y precipitable en medio ácido) de los ácidos fúlvicos (AF: fracción soluble del extracto anterior). El residuo corresponde a la humina (H).

La humificación se puede caracterizar principalmente mediante los índices siguientes:

$$\text{Grado de extracción} = \frac{C \text{ (AH + AF)}}{C \text{ total}} \times 100$$

$$\text{Grado de humificación} = \frac{C \text{ (AH + AF + H)}}{C \text{ total}} \times 100$$

El grado de descomposición influye en muchas propiedades físicas: capacidad de absorción y de retención de agua, aireación, etcétera. La alteración física y química de las turbas ocasiona la disminución de los tamaños de las partículas, las cuales rellenan los huecos y consecuentemente la densidad aumenta.

El grado de descomposición se puede estimar por varios procedimientos: el de «State Standard of the URSS» (1976) a base de tratamientos sucesivos con ácidos y bases y posteriores separaciones de las fracciones por centrifugación; el del «Soil Survey Staff» (USDA, 1975) con pirofosfato sódico y posterior determinación del color (MACKENZIE y DAWSON, 1962). El más extendido es el de Von Post.

Usando el índice de pirofosfato, IP (FINNEY *et al.*, 1974), se han podido separar las tierras coprógenas o materiales límnicos de los distintos materiales orgánicos, los cuales se pueden clasificar considerando conjuntamente el IP y el volumen de fibras no desmenuzables (LYNN *et al.*, 1974).

La relación carbono a nitrógeno. C/N es un parámetro que define la evolución de la materia orgánica de las turbas y se puede usar para su evaluación:

- Relación C/N menor de 20: Buena.
- Relación C/N 20 a 25: Discreta.
- Relación C/N 25 a 30: Deficiente.
- Relación C/N mayor de 30: Mala.

Cenizas. Fracción mineral

El contenido en cenizas de las turbas cálcicas es más elevado (más del 15%) que en las ácidas (1-2%). No es extraño que entre el contenido en cenizas, el pH y el carácter trófico y la vegetación puedan encontrarse relaciones como las halladas por PUUSTJARVI y ROBERTSON (1975) o por BOTCH y MASING (1983).

La fracción mineral (arcillas, limos y arenas) eleva la densidad aparente de las turbas y condicionan sus usos. La retención de agua es menor que en la turba pura. En muchos casos, un elevado contenido en partículas finas de limo y arcilla afecta a la aireación de los sustratos.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC). Acidez. Formación de complejos

Los ácidos húmicos presentan tres tipos de protones, que corresponden a tres pH: a 4,5 la liberación se atribuye a los átomos de nitrógeno protonados, a 6,5 se ionizan los grupos carboxílicos y a 8,1 son ionizados los grupos hidroxilos fenólicos (KONONOVA, 1961; FUSCHMAN, 1980). El resultado es que la capacidad de cambio de los compuestos húmicos depende del pH.

La dependencia de la CIC con respecto al pH debe ser tenida en cuenta al encalar porque se puede duplicar cuando el pH se eleva desde 4 a 6,5.

La CIC de las turbas depende de su origen y del grado de descomposición. Una turba fibrica de *Spagnum* puede tener una CIC de 110 meq/100 g, mientras que la fibrica de *Carex* alcanza los 80. Sin embargo, la sáprica de *Carex* puede alcanzar valores de 160 meq/100 g. Con fines de evaluación pueden usarse los valores siguientes:

- CIC (meq/100 g) mayor de 100: alta.
- CIC (mez/100 g) entre 100-75: media.
- CIC (mez/100 g) menor de 75: baja.

El intercambio catiónico de las turbas ha sido ampliamente estudiado desde los iniciales trabajos de COLEMAN *et al.* (1956), que midieron las constantes de estabilidad y los coeficientes de selectividad de la reacción turba—Cu + 2. Los resultados ya sugerían la formación de complejos órgano-minerales entre las sustancias húmicas y el Cu, Pb y Zn divalentes.

SCHNITZER y SKINNER (1965) estudiaron los enlaces selectivos de los grupos funcionales de los ácidos fúlvicos con los metales y pudieron comprobar la existencia de dos tipos de mecanismos: el que implica simultáneamente a los grupos carboxilos e hidroxilofenólico y el que implica a los grupos carboxilos. El grupo OH alcohólico no parece intervenir en las interacciones órgano-metálicas.

La formación de complejos abre nuevas perspectivas al uso agrícola de las turbas por su interés en la nutrición vegetal. También permite avanzar en los usos como filtros en la industria y en la depuración de aguas residuales (KADLEC y KEOLEIAN, 1986).

Al contrario de lo que ocurre con el intercambio catiónico, el intercambio aniónico es muy bajo en las turbas (PUUSTJARVI y ROBERTSON, 1975).

El intercambio catiónico ha sido estudiado detalladamente por HELPFERICH (1962) y los complejos órgano-minerales de las sustancias húmicas de las turbas por SCHNITZER y KHAN (1972), FLAIG *et al.* (1975) y STIVENSON (1980). La cinética del intercambio han sido estudiadas por KHAN (1969), BUNZL (1974a y 1974b) y BUNZL *et al.* (1976).

La acidez de la turba se relaciona con la saturación de bases del complejo arcillo-húmico. Para su evaluación se puede utilizar el pH determinado en solución de CaCl₂ 1N: si el pH es menor de 4 se considera muy ácida, si está comprendido entre 4 y 7 es medianamente ácida y si es mayor de 7 es básica.

Carbonatos

Las turbas sin carbonatos son preferibles para los semilleros y los sustratos pero no deben utilizarse en la enmienda de los suelos ácidos. Las turbas con más de 5% de carbonatos son inadecuadas como sustratos para invernaderos por los problemas nutritivos que conllevan.

Salinidad

Una elevada salinidad dificulta la ósmosis y perjudica a los cultivos. Algunos iones en concentraciones elevadas pueden resultar tóxicos para las plantas.

Para evaluar la salinidad se ha generalizado el uso de la conductividad eléctrica (CE) de los extractos acuosos de las turbas, ya que presenta una estrecha relación con la presión osmótica (PO), según la expresión:

$$PO = 0,36 \times CE$$

La CE se expresa en milisiemes/cm a 25° C.

CE menor de 0,5: Sin riesgo.

CE entre 0,5-2: Riesgo medio.

CE entre 2-4: Riesgo alto.

CE mayor de 4: Riesgo muy alto y no se deben utilizar.

Elementos nutritivos

Con excepción en algunos casos del nitrógeno, los contenidos en elementos nutritivos de las turbas son bajos. El fósforo, el azufre y también el nitrógeno se presentan en formas orgánicas.

Algunos cationes como el potasio se encuentran en la solución y pueden perderse con rapidez por lixiviación. Las turbas ácidas presentan deficiencias en cuanto a sus contenidos en los elementos y oligoelementos esenciales.

CALIFICACION DE LA APTITUD DE LAS TURBAS PARA LOS DIFERENTES USOS AGRICOLAS

Teniendo en cuenta los parámetros derivados de las propiedades de las turbas, se ha realizado la evaluación general de aptitud para los usos agrícolas (Tabla II). Esta calificación tienen un valor relativo porque algunas turbas calificadas no aptas o de uso restringido se pueden utilizar en mezclas y preparados con o sin compostar.

En la Tabla III se expone la evaluación de las turbas para diferentes usos: semilleros, sustratos, enmiendas y mezclas. Se debe destacar la necesidad de la coexistencia de aire y agua en los sustratos.

LA TURBA EN ESPAÑA

Las reservas inventariadas en España se cifran en unos veinte millones de toneladas (IGME, 1978a) que ocupan unas 6.000 ha (GUERRERO, 1985).

TABLA II
APTITUD GENERAL DE LAS TURBAS PARA USOS AGRICOLAS

Tipo de fibras	Poros con aire (% en volumen)	Capacidad de intercambio catiónico (en meq/100 g)		
		75	75-100	100
Fíbrica	Menor de 20	No apta	No apta	Uso rest.
	De 20-40	Uso rest.	Apta	Apta
	Mayor de 40	Apta	Apta	Apta
Hémica	Menor de 20	No apta	Uso rest.	Apta
	De 20-40	No apta	Uso rest.	Apta
	Mayor de 40	No apta	Apta	Apta
Sápica	Menor de 20	No apta	No apta	No apta
	De 20-40	No apta	No apta	Uso rest.
	Mayor de 40	No apta	Uso rest.	Apta

En su mayor parte no son aptas como combustibles (IGME, 1978b) debido al elevado contenido en cenizas y en humedad, que son los parámetros que mayor influencia tienen en el poder calorífico (LE MASTERS *et al.*, 1982). Solamente las turberas «altas» del norte, formadas a partir de musgos del género *Sphagnum*, contienen menos del 5% de cenizas, pero los pequeños yacimientos se encuentran dispersos y son poco accesibles a causa de la orografía montañosa.

El uso agrícola es el más adecuado para las turbas españolas si tenemos en cuenta sus características. La demanda es creciente, tanto para la agricultura intensiva (fresón, espárragos, etcétera), en riego por goteo como para la «industrial» (tomate, pimiento, pepino, melón, etcétera) en invernaderos, cuyo desarrollo ha sido espectacular en el sureste de España.

La producción de turbas nacionales se duplicó en ocho años pasando de 25.026 Tm en 1975 a 51.541 en 1982 (Tabla IV). En el mismo período se cuadruplicaron las importaciones desde 4.732 hasta 20.843 Tm (IGME, 1984).

La producción nacional desciende bruscamente a partir de 1983 con beneficio de las importaciones, lo que llama más la atención si se tiene en cuenta que el precio de la turba importada es de unas 15 pta/kg, muy superior a las 2 pta/kg que cuesta la turba nacional.

Los agricultores atribuyen la falta de prestigio de las turbas nacionales a diversas razones: la variabilidad y la heterogeneidad de los productos su-

ministrados, las dificultades del abastecimiento continuado y el desconocimiento de las propiedades de cada turba (IGME, 1984).

Los nutrientes son la causa principal de la diferencia de precio. Las turbas importadas son «sustratos orgánicos» con nutrientes añadidos y cuya acidez se corrige con cal, mientras que las nacionales son materias primas más o menos desecadas y molidas. Los mayores costes de transporte de las importadas son compensados por los menores gastos de extracción, por ser los yacimientos más accesibles y mucho mayores.

Fabricar un sustrato orgánico adicionando nutrientes y cal es relativamente fácil, por lo que el prestigio de las turbas importadas no debe atribuirse solamente a su contenido en nutrientes, que inciden en el mayor precio. Seguramente se debe a las mayores propiedades físicas de las turbas «rubias» de *Sphagnum*; concretamente a su mayor volumen de poros y retención de humedad (LYNN *et al.*, 1974).

Legislación sobre turbas

En la década de los cuarenta, al disminuir el ganado de labor debido a la mecanización del campo, se creó la Comisión Técnica de la Turba con la finalidad de estudiar la posibilidad de que los compuestos de turba pudieran sustituir al estiércol. La orden del Ministerio de Agricultura de 31-VIII-1943 («BOE» del 11-IX-43) regula el empleo de la turba como abono y exige la autorización de la Comisión Técnica de la Turba para po-

TABLA III
EVALUACION DE LAS TURBAS PARA SU USO EN CULTIVOS

Tipo de utilización		Evaluación de las turbas para diferentes cultivos															
		Tamaño de las fibras			Relación suelo-agua				Propiedades químicas								
		F	M	G	Capacidad de campo (%)				Acidez (pH en CLK)		Carbonatos (% CO ₃ Ca)		Conductividad eléctrica (mS/cm)				
		I	E	R	≤ 450	450-850	≥ 850	≤ 4	≥ 4-7	≥ 7	Nulo	5	≥ 5	0,5-2	2-4	≥ 4	
Sustratos para semilleros	P	A	T-N	N	T	P	N	P	T	P	A	T-N	P	A	T	N	
Para céspedes y campos de golf	A	A	T	T	P	A	T	P	A	P	P	A	P	P	A	T	
Macetas para floricultura	P	T	N	N	A	P	N	P	A	P	A	T	P	T	N	N	
Sustratos para invernaderos	P	A	T-N	N	P	A	N	P	N	P	T	N	P	T	N	N	
El volumen de poros llenos de aire debe superar el 40%																	
Sustratos	A	A	A	A	A	A	T	A	A	A	A	A	A	A	A	T	
Mejora de las propiedades físicas	Suelos arenosos	P	P	A	N	T	P	T	P	A	A	A	A	A	T	T-N	
	Suelos arcillosos	T	A	P	A	P	A	T	P	A	A	A	P	T	N	N	
Mejora de las propiedades químicas	Suelos ácidos	T	A	P	A	A	A	N	N	P	N	T	P	P	A	T	N
	Suelos calizos	T	A	P	A	P	A	T	P	A	A	A	P	T	N	N	
M E Z C L A S	Con compost urbano	P	A	T	T	P	A	N	N	P	T	A	P	A	P	T	N
	Con suelos	A	A	P	T	P	A	T	A	P	—	—	—	A	A-T	—	N
Según las características del suelo																	
	Con otros materiales	A	A	A	A	A	A	N-T	T-A	—	—	—	A	T	—	—	—
Según las características de los materiales																	

P = Utilización preferente. A = Aceptable. T = Tolerable. N = No debe utilizarse.

TABLA IV
MERCADO DE LA TURBA EN ESPAÑA

Año	«Producción» nacional (Tm)	Valor en miles de pesetas	Importaciones	Valor en miles de pesetas
1975	25.026	22.570	4.732	34.196
1976	30.546	19.790	5.734	45.521
1977	39.181	49.340	9.300	85.120
1978	31.419	36.910	9.717	104.285
1979	45.139	50.810	8.791	101.280
1980	47.241	48.450	12.328	182.234
1981	31.802	48.020	16.083	211.599
1982	51.541	90.350	20.842	279.828

Fuente: IGME (1984): «Estudio de las posibilidades de turbas nacionales para la agricultura española». Las turbas importadas son principalmente «rubias» y las nacionales «negras».

der emplearla como fertilizante o enmienda. Mediante Decreto-Ley («BOE» 31-II-1955) queda disuelta la Comisión Técnica de la Turba y sus competencias pasan a la Dirección General de Agricultura.

Las turbas se incluyen entre los productos orgánicos fertilizantes por orden del Ministerio de Agricultura («BOE» del 20-VI-1970), exigiéndoles más del 60% de materia orgánica, menos del 40% de cenizas y menos del 50% de humedad para ser registradas.

Los métodos oficiales de análisis de los productos orgánicos fertilizantes (Orden de 31-VII-1979) han sido elaborados por la Comisión Coordinadora de Laboratorios y Métodos de Análisis (Orden 18-V-1976). El método oficial para obtener la muestra representativa a analizar se establece por Orden de 13-V-1982.

La legislación extranjera tiene el mismo criterio que la española respecto a la especificación de las condiciones mínimas que debe reunir el producto llamado «turba».

En la República Federal Alemana (Leyes sobre fertilizantes, 1962 y 1975; Ley de irregularidades, 1968) la turba se incluye entre los fertilizantes orgánicos y los compuestos de turba entre los órgano-minerales.

La Norma Francesa Homologada (NF 44-051 de 1974) diferencia la turba ácida (pH menor de 5,0) de la alcalina (pH mayor de 5,0). Denomina compost de turba a las mezclas con más del 30% de turba.

La legislación del Reino Unido no incluye a la turba como un fertilizante orgánico (Norma BS-4156) aunque especifica las condiciones para los usos hortícolas: el tamaño de las fibras, la humedad, las cenizas y el pH.

Ateniéndonos a lo legislado en España, la caracterización de las turbas para los usos agrícolas es insuficiente. Lo establecido en otros países no sugiere mucho respecto a la mejora de la metodología, ya que las turbas nacionales son diferentes y pueden presentar problemas adicionales: falta de aireación, salinidad, etcétera.

SUMMARY

The utilization of peats in agriculture was studied in both situations, as a substrate and as an organic fertilizer. A general evaluation of the different peats was done, considering the different parameters in relation with its properties and also the up to date norms from Spain and from other countries.

In order to evaluate the peats in an agricultural way, we had to take account of its chemical characteristics (Cation Exchange Capacity, C/N ratio, salinity, carbonates content, acidity and nutrient content) as of its physical ones (water holding capacity, aeration and fibres size).

BIBLIOGRAFIA

- BOELTER, D. H., 1969: «Physical properties of peats as related to degree of decomposition». *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33, 606-609.
- BOTCH, M. S., y MASING, V. V., 1983: «Mire ecosystems in the URSS». En: *Ecosystems of the World, 4B: Mires, Swamp, Bog, Fen and Moor* (GORE Ed.). Elsevier, Amsterdam, 95-152.
- BUNZL, K., 1977a: «Kinetics of ion exchange in soils organic matter. II. Ion exchange during continuous addition of Pb^{2+} ions to humic acid and peat». *J. Soil Sci.*, 25, 343-356.
- BUNZL, K., 1974b: «Kinetics of ion exchange in soil organic matter. III. Differential ion exchange reactions of Pb^{2+} ion in humic acid and peat». *J. Soil Sci.*, 25, 517-532.

- BUNZL, K.; SCHMIDT, W., y LYNN, W. C.; MCKENZIE, W. E., y GROOSMAN, R. R., 1974: «Field laboratory tests for characterization of histosols». En: *Histosols: Their characteristics, classification and use* (AANDHAL, Ed.). *Soil Sci. Soc. of Am.* Special Publication. Núm. 6, Madison, Wisconsin, 136 p.
- BUNZL, K.; SCHMIDT, W., y SANSONI, B., 1976: «Kinetics of ion exchange in soil organic matter. IV. Adsorption and desorption of Pb^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} and Ca^{2+} by peat». *J. Soil Sci.*, 27, 33-41.
- FINNEY, H. R.; GROSS, E. R., y FARHAM, R. S., 1974: «Limnic materials in peatland of Minnesota». En: *Histosols: Their characteristics, classification and use* (AANDHAL Ed.). *Soil Sci. Soc. of Am.*, Madison, Wisconsin, 6, 21-31.
- FLAIG, W.; BEUTELSPACKER, H., y RIETZ, E., 1975: «Chemical composition and physical properties of humic substances». En: *Soil Components. Organic components* (GIESEKING Ed.). Springer-Verlag, New York, 1, 1-211.
- FUCHSMAN, CH. H., 1980: *Peats: industrial, chemistry and technology*. Academic Press, Londres, 279 p.
- GALLAGHER, P. A., 1975: «Peat in protected cropping». En: *Peat in horticulture* (ROBINSON and LAMB Eds.). Academic Press, Londres, 170 p.
- GUERRERO, F., 1985: *Estudio de las aguas de turberas españolas*. Comunicaciones INIA, Ser. Gen., 15, 124 p.
- HARTGE, K. H., 1975: «Organic matter contribution to stability of soil structure». En: *Soil Conditioners* (MOLDEN-HAUER Ed.). *Soil Sci. Society of America*. Madison, Wisconsin Special Publ. n.º 7, 186 p.
- HELFFERICH, F., 1962: «Ion exchange kinetics». *J. Phys. Chem.*, 66, 39-44.
- IGME, 1978a: *Inventario y reconocimiento de indicios de turba en España*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 146 p.
- IGME, 1984: *Estudio de las posibilidades de turbas nacionales para la agricultura española*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 186 p.
- KADLEC, R. H., y KEOLEIAN, G. A., 1986: «Metal ion exchange of peats». En: *Peat and Water. Aspects of water retention and dewatering in peat* (FUCHSMAN Ed.). Elsevier, Londres, 374, 61-93.
- KAVANAGH, T., 1973: «Disease considerations in relation to crop production on peat soils». *Sci. Hort.*, 24, 73-79.
- KHAN, S. H., 1969: «Interaction between the humic acid fraction of solids and certain metallic cations». *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 33, 851-854.
- KIVINEN, E., y PAKARINEN, P., 1980: «Peatland areas and the proportion of Virgin peatland in different countries». *Proc. 6th Int. Peat Congress*, Duluth, Minesota.
- KONONOVA, M. M., 1966: *Soil Organic Matter*. Pergamon Press. 2.ª ed. Oxford, 404 p.
- KONONOVA, M. M., 1970: *Microorganism and Organic Matter of Soils*. Israel Program for Scientific Translations. Jerusalem, 306 p.
- LE MASTERS, G. S.; BARTELLI, L. J., y SMITH, M. R., 1982: «Characterization of organic soils as energy sources». En: *Testing of peats and Organic Soils* (JARRET Ed.). American Society for Testing and Materials. Special Technical Publication. 820. Philadelphia. 141, 122-137.
- LUCAS, R. E.; RIEKE, P. E.; SHICKLUNA, T. C., y COLE, A., 1975: «Lime and fertilizer requirements for peats». En: *Peat in Horticulture* (ROBINSON y LAMB). Academic Press, Londres 170, 51-70.
- MCKENZIE, A., y DAWSON, J., 1962: «A study of organic soil horizons using electrophoretic techniques». *J. Soil Sci.*, 15, 84-92.
- PAIVANEN, J., 1976: «Bulk density as a factor describing other physical properties of peat». *Transactions of the Working Group for Classification of peat, Commission I of the International Peat Society*. Helsinki, Finland, 40-45.
- PEREVERZEV, V. N., y GOLOVKO, E. A., 1967: «Effect of cultivation on the physicochemical properties and biology activity of peat-bog soils». *Soviet Soil Sci.*, 3, 359-367.

- PONS, L. J., 1960: «Soil genesis and classification of reclaimed peat soils in connection with initial formation». *Transact. 7th. Int. Cong. of soil Science*, Madison. Wisconsin, 4, 205-211.
- PUUSTJARVI, V., y ROBERTSON, L., 1975: «Physical and chemical properties of peat». En: *Peat in horticulture* (ROBINSON y LAMB, Eds.). Academic Press, Londres, 2, 23-38.
- SCHNITZER, M., y SKINNER, S. I. M., 1965: «Organic-metallic interactions in soil. 4. Carboxyl and hydroxyl groups in organic matter and metal retention». *Soil Sci.*, 99, 278-284.
- SCHNITZER, M., y KHAN, S. U., 1972: *Humic substances in the environment*. Marcel Dekker, New York, 327 p.
- SHEARD, G. F., 1975: «Loamless substrates for use in containers and as unit products». En: *Peat in Horticulture* (ROBINSON y LAMB). Academic Press, London, 170 p.
- SILVO, O. E. J., 1972: «Some experiments on purification of waste waters from slaughterhouses with Sphagnum peat». *Proc. 4th. Int. Cong. Peat Otaniemi*, Finland, 4, 311-318.
- SOIL SURVEY STAFF USDA, 1968: *Histosols and classification. Supplement to 7th Aproximation soil classification System*. Soil Survey Staff, USDA, Washington, 12 p.
- SOIL SURVEY STAFF USDA, 1975: *Soil Taxonomy*. Soil Cons. Ser. USDA. Washington. Handbook, 754 p.
- SOLOVYEVA, V. P.; SOTNIKOVA, E. P., y LOTOSH, T. D., 1983: «Prospects for usage of peat in medicine». En: *Peats, its properties and perspectives of utilization*. International Peat Society, Helsinki, 393, 202-205.
- STEVENSON, F. J., 1980: *Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions*. John Wiley, New York.
- STURGES, D. L., 1968: «Hydrologic properties of peat from a Wyoming mountain bog». *Soil Sci.*, 106, 262-264.
- VAN DIJK, H., 1976: *Physical characterization of peat products and plant substrates*. Institute for Soil Fertility, Oosterweg, 92, Holanda, 10 p.
- VERDONCK, O.; CAPPAERT, I., y DE BOODT, M., 1978: «Physical characterization of horticultural substrates». *Acta Horticultural*, 82, 191-200.