

Turbas como fases sólidas de seis peloides europeos

Francisco ARMIJO⁽¹⁾, Iluminada CORVILLO⁽¹⁾, José Manuel EJEDA⁽¹⁾, Jose Manuel CARBAJO⁽¹⁾, Francisco MARAVER⁽¹⁾

⁽¹⁾Escuela de Hidrología Médica, Facultad de Medicina,
Universidad Complutense, Madrid (España)
farmijoc@ucm.es

Recibido: 15-06-18

Aceptado: 21-06-18

Resumen

Introducción: En algunos peloides las fases solidas son turbas, materiales orgánicos, de color que va del pardo al negro, relativamente ricos en carbono. La formación de turba constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbón mineral debido a la putrefacción de la vegetación en el agua. El objetivo de este trabajo es estudiar las propiedades físicas de seis peloides preparados con turbas.

Métodos: Se determinaron los porcentajes de sólidos y cenizas por gravimetría, previa desecación en estufa a 105°C e incineración en horno mufla a 800°C. Los valores de las propiedades térmicas, calor específico, conductividad térmica y la retentividad se obtuvieron por cálculo a partir de los datos anteriores. La textura instrumental se determinó con el equipo Texture Analyzer modelo 1000 de la marca Brookfield LFRA4-5. El tamaño de partícula se midió por difracción de láser con el equipo modelo Mastersize3000 de Malvern Instruments. Para la obtención de las curvas de enfriamiento se siguió la técnica de Ram- baud.

Resultados: El porcentaje en sólidos de los de los seis peloides varía entre un 12,9 % a un 22,7 % y el de cenizas entre 0,6 % y 10 % poniendo de manifiesto su composición orgánica. Debido a su elevada concentración de agua presentan una elevada capacidad calorífica que varía de 3800 a 3500 (Jg⁻¹ K⁻¹), superior a los peloides inorgánicos. Entre las propiedades de la textura destaca el amplio rango de la dureza con valores que van desde los 1163 g a 12 g.

Conclusiones: Las turbas como fases solidas en los peloides actúan como los excipientes galénicos permitiendo ejercer el efecto terapéutico en una zona bien localizada, aumentando el tiempo de acción y asegurando una buena aceptación por parte del usuario. Parámetros como la capacidad calorífica, la conductividad térmica, la retentividad y el tiempo de relajación son muy adecuados la hora de diseñar un peloide de uso en termoterapia. La medida de la textura instrumental y la granulometría permiten conocer las características mecánicas de estos productos, más heterogéneos que los basados en arcillas pero que mantienen su posible utilización y aceptación por parte de los usuarios.

Palabras claves: turba, peloide, textura instrumental, propiedades térmicas

Peats as solid phases of six European peloids

Abstract

Introduction: In some peloids the solid phases are peat, organic materials, of color that goes from brown to black, relatively rich in carbon. The formation of peat is the first stage of the process by which the vegetation is transformed into mineral coal due to the putrefaction of the vegetation in the water. The objective of this work is to study the physical properties of six peloids prepared with peats.

Methods: The percentages of solids and ash were determined by gravimetry, after desiccation in an oven at 105°C and incineration in a muffle oven at 800°C. The values of the thermal properties, specific heat, thermal conductivity and retentivity were obtained by calculation from the previous data. The instrumental texture was determined with the Texture Analyzer model 1000 of Brookfield LFRA4-5. The particle size was measured by laser diffraction with the Mastersize3000 model equipment from Malvern Instruments. To obtain the cooling curves the Rambaud technique was followed.

Results: The percentage in solids of the six peloids varies between 12.9% to 22.7% and that of ashes between 0.6% and 10%, revealing their organic composition. Due to high concentration of water they have a high heat capacity that varies from 3800 to 3500 (Jg-1 K-1), superior to inorganic peloids. Among the properties of the texture highlights the wide range of hardness with values ranging from 1163 g to 12 g.

Conclusions: The peats as solid phases in the peloids act as the galenic excipients allowing to exert the therapeutic effect in a well localized area, increasing the time of action and ensuring a good acceptance by the user. Parameters such as heat capacity, thermal conductivity, retentivity and relaxation time are very suitable when designing a peloid for use in thermotherapy. The measurement of the instrumental texture and the granulometry allow to know the mechanical characteristics of these products, more heterogeneous than those based on clays but that maintain their possible use and acceptance by the users.

Key words: peat, peloid, instrumental texture, thermal properties

REFERENCIA NORMALIZADA

Armijo F, Corvillo I, Ejeda JM, Carbajo JM, Maraver F. Turbas como fases sólidas de seis peloides europeos. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 2018; 33(2): 143-156. DOI: 10.23853/bsehm.2018.0570

INTRODUCCIÓN

Desde un punto de vista fisicoquímico podemos definir a los peloides como sistemas heterogéneos, con fases sólidas formadas por una mezcla de sólidos inorgánicos y/o, orgánicos suspendidas o humectadas con una fase líquida, formada por una disolución de iones y moléculas de origen inorgánico y orgánico cuyo solvente es el agua³.

Tomamos como sistema una porción específica de materia que contiene cantidades definidas de una o más sustancias, ordenadas en una o más fases, siendo estas

las partes homogénea y físicamente distintas de un sistema, separada de las otras partes del mismo por superficies límites definidas. Cada sólido existente en un sistema forma una fase individual²¹.

En la clasificación de los peloides dada en Dax en 1949 ya se indicaba que uno de estos productos, denominado Turba, debía tener en su composición un material sólido orgánico madurado al aire libre o en recinto cerrado con aguas alcalinas, sulfuradas o marinas y a cualquier temperatura²²⁻³⁴.

En las aplicaciones termoterápicas de los peloides el principio activo es el agua, debido a sus especiales propiedades físicas térmicas, el mayor calor específico y una también alta conductividad térmica, por esto para poder aplicarlos es necesaria la presencia de las fases sólidas que actúan como excipientes, entendiéndose como tales aquellas materias que, incluidas en las formas galénicas, se añaden a los principios activos o a sus asociaciones para servirles de vehículo, posibilitar su preparación y estabilidad, modificar sus propiedades organolépticas y mejorar sus propiedades fisicoquímicas y su biodisponibilidad. Los excipientes mejoran la eficacia y/o la tolerancia de los principios activos, sustancias a las que se debe el efecto farmacológico de un medicamento²⁴.

En este caso las fases sólidas son turbas, materiales orgánicos, de color que va del pardo al negro, relativamente ricos en carbono. La formación de turba constituye la primera etapa del proceso por el que la vegetación se transforma en carbón mineral debido a la putrefacción de la vegetación en el agua de pantanos, marismas y humedales³³.

Se forman como resultado de la putrefacción y carbonificación parcial de la vegetación en el agua ácida de pantanos, marismas y humedales. La formación de una turbera es generalmente lenta como consecuencia de una escasa actividad microbiana, debida a la acidez del agua o la baja concentración de oxígeno. El paso de los años va produciendo una acumulación de turba que puede alcanzar varios metros de espesor, a un ritmo de crecimiento que se calcula de entre medio metro y diez centímetros cada cien años¹⁸.

Las turberas son ecosistemas de gran interés ecológico por la especial flora que las coloniza, la fauna que las habita y su papel en la regulación hidrológica.

Se pueden clasificar en dos grupos: turbas rubias y turbas negras. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica, están menos descompuestas y mantienen un buen nivel de retención de agua, pero son muy variables en cuanto a su composición ya que depende de su origen. Las turbas negras tienen un menor contenido en materia orgánica y están más mineralizadas¹².

En España, son frecuentes pequeñas turberas de montaña, entre otras podemos citar las de El Padul en Granada¹⁹ o las de la Sierra de Xistral en Lugo. Estas últimas son turberas ombrotóficadas, cuya alimentación se realiza exclusivamente por la atmósfera. En el noroeste peninsular la tasa media de crecimiento es de 1 cm cada 20-25 años.

Estudiaremos la composición y tamaño de partículas de algunas turbas y las características fisicoquímicas y las propiedades reológicas y térmicas de peloides preparados con turbas utilizados en balnearios europeos.

MATERIALES

Se han utilizado cuatro turbas y seis peloides. Las primeras son: turba negra molida proporcionada por Turberas de Buyoy Gistral SA¹⁷, turba rubia Plantobalt proporcionada por el balneario Caldas de Bohi¹¹, y dos turbas de Pukhovichi (Bielorussia) denominadas T1 y T2 facilitadas por el Dr. Yuri Palianski¹⁰.

Los peloides utilizados han sido proporcionados por los establecimientos termales de Caldas de Bohi, Polanczyk, Bad Bayersoien, Karlovy Vary, Héviz y el Balsam de Pukhovichi⁴⁻⁵⁻⁸⁻⁹⁻¹⁰.

MÉTODOS

Se determinaron los porcentajes de sólidos y cenizas por gravimetría, previa desecación en estufa a 105 °C e incineración en horno mufla a 800 °C. Se consideran como sólidos a la materia que deja el peloide cuando se deseca a 105 °C en estufa hasta peso constante, se expresan en tanto por ciento con respecto al peloide total. Por agua se entiende a la diferencia a 100 con el porcentaje de sólidos. Las cenizas son el residuo de los componentes sólidos después de su incineración a 850 °C, en horno mufla hasta peso constante¹.

La textura instrumental se determinó con el equipo Texture Analyzer modelo 1000 de la marca Brookfield LFRA⁶.

El tamaño de partícula se midió por difracción de láser con el equipo modelo Mastersize3000 de Malvern Instruments².

Los valores de las propiedades térmicas, calor específico, conductividad térmica y la retentividad se obtuvieron por cálculo a partir de los datos anteriores. Basándonos en los ábacos de Sivestr Prát y Bohumil Brožek, en función de su contenido en agua y cenizas se obtuvo la ecuación siguiente para calcular el calor específico⁷⁻²³:

$$C_p(P) = 1,26023 + 0,02926(W) - 0,00628 (C) + 0,000063 (W) (C)$$

donde $C_p(P)$ es el calor específico del peloide, (W) el porcentaje de agua en el peloide y (C) el porcentaje de cenizas

La conductividad térmica (λ) es la velocidad de transferencia de calor a través de una lámina de sustancia de área y espesor la unidad, con un gradiente de temperatura de 1 °C entre ambas caras. Se mide en W/(m K) Otra ecuación basada en los

ábacos de Sivestr Prát y Bohumil Brožek, proporciona el valor de la conductividad térmica en función del contenido en agua y cenizas del peloide¹.

$$\lambda = 2,85 \cdot 10^{-2} + 7,74 \cdot 10^{-3} (C) + 5,11 \cdot 10^{-3} (W) - 7,74 \cdot 10^{-5} (C)(W)$$

La retentividad térmica se define como el tiempo que tarda la unidad de volumen de un peloide en disminuir un grado su temperatura, cuando la pérdida de calor por segundo es numéricamente igual al coeficiente de conductividad térmica. Las unidades de medida son (10^4s/m^2)¹.

Para la obtención de las curvas de enfriamiento se siguió la técnica de Rambaud utilizando baños termostáticos de la marca Lauda modelos Lauda RA Alpha 8 y E-100 y una sonda termostática Cole-Parmer, modelo 91100-50. Las gráficas de la curva experimental y las ecuaciones que mejor se ajustan se obtuvieron utilizando el programa ORIGIN 8³⁶.

Estas curvas nos proporcionaran el llamado tiempo de relajación t_r que se define como el tiempo necesario para que una magnitud en decrecimiento exponencial disminuya su valor inicial, T_i , 45°C en un 63,22 %, de la amplitud A , nueve grados de 45 a 36 °C⁷.

La temperatura T_r , alcanzada al llegar al tiempo de relajación será:

$$T_r = T_0 + A/e$$

Para una Temperatura inicial de 45°C y una T_0 de 36°C, la amplitud será 9°C y el tiempo de relajación será el que tarde en bajar de 45°C hasta 39,3°C.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se recoge la composición centesimal de agua, sólidos y cenizas de las cuatro turbas estudiadas siguiendo los métodos anteriormente descritos.

Tabla 1 - Composición centesimal de las turbas

	% Sólidos	% Agua	% Cenizas	Cenizas/Sólidos
Turba negra	68,0	31,9	39,9	0,57
Turba rubia	76,1	23,9	2,3	0,03
T1 Pukhovichi	57,9	42,1	12,2	0,21
T2 Pukhovichi	66,6	34,4	11,8	0,17

Los Gráficos 1 a 4 muestran los Histogramas de la distribución porcentual en volumen del tamaño de partícula de las cuatro turbas. La Tabla 2 reúne los valores de sus parámetros granulométricos.

La Tabla 3 reúne la composición centesimal de los seis peloides estudiados cuyas fases sólidas son turbas, ordenados en orden creciente del porcentaje de sólidos.

Gráfico 1 - Histograma granulometría Turba negra

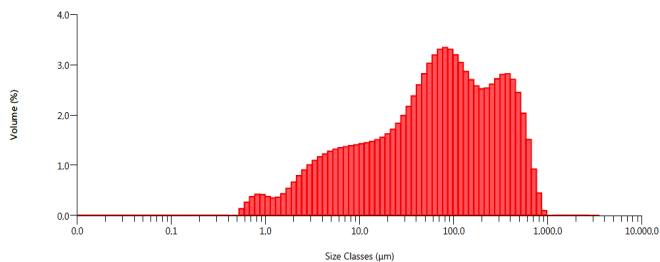


Gráfico 2 - Histograma granulometría Turba rubia

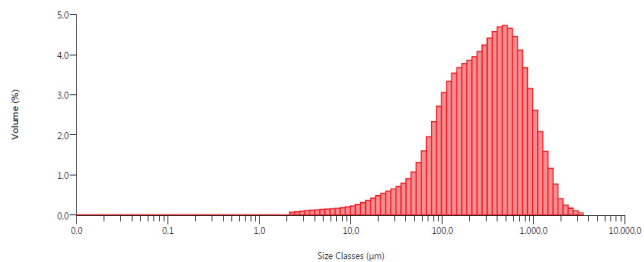


Gráfico 3 - Histograma granulometría Turba T1 Pukhovichi

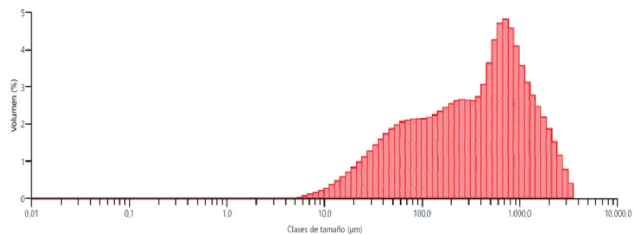


Gráfico 4 - Histograma granulometría Turba T2 Pukhovichi

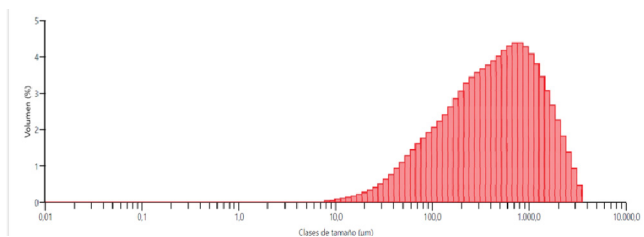


Tabla 2 - Parámetros granulométricos de las turbas

	Turba negra	Turba rubia	Pukhovichi T1	Pukhovichi T2
Moda μm	81,0	474	692	758
D [3.2] μm	11,5	95,7	100	183
D [4:3] μm	139	416	585	664
Dv 10 μm	4,3	57,5	40	75,7
Dv 50 μm	68,4	288	380	446
Dv 90 μm	403	945	1460	1590
Dv 100 μm	970	3460	3510	3500
Uniformidad	1,690	0,981	1,186	1,050
ASE m^2/kg	519,9	63,72	55,1	32,8

Tabla 3 - Composición centesimal de los peloides

Peloides	% Sólidos	% Agua	% Cenizas	Cenizas/Sólidos
Polanczyk	12,88	87,12	0,61	0,04
Bad Bayersoien	14,45	85,55	1,93	0,13
Caldas de Bohí	15,57	84,43	1,58	0,10
Karlovy Vary	16,98	83,02	0,64	0,03
Héviz	22,30	77,70	10,0	0,45
Pukhovichi	22,71	77,29	3,71	0,16

En la Tabla 4 se muestran los valores de la textura instrumental, dureza, adhesividad y cohesión de los seis peloides estudiados

Tabla 4 - Textura instrumental de los peloides

Peloides	Dureza (g)	Adhesividad (gs)	Cohesión
Polanczyk	924	763	0,30
Bad Bayersoien	1163	1409	0,23
Caldas de Bohí	106	908	0,61
Karlovy Vary	104	708	0,56
Héviz	139	1272	0,70
Pukhovichi	12	64	0,73

La Tabla 5 recoge los parámetros térmicos; capacidad calorífica, conductividad térmica y retentividad calórica de los seis peloides calculados a partir de la composición centesimal de agua y cenizas, y el tiempo de relajación medido a partir de las curvas de variación de la temperatura con el tiempo de enfriamiento.

Tabla 5 - Parámetros térmicos de los peloides

Peloide	Capacidad Calorífica (Jg ⁻¹ K ⁻¹)	Conductividad Térmica (W/mK)	Retentividad Calórica (10 ⁶ s/m ²)	Tiempo Relajación (min)
Polanczyk	3808	0,47	8,4	11,4
Bad Bayersoien	3761	0,47	8,4	10,6
Caldas de Bohí	3720	0,46	8,5	10,9
Karlovy Vary	3688	0,45	8,6	11,4
Héviz	3520	0,44	8,6	10,3
Pukhovichi	3516	0,43	8,9	13,0

DISCUSIÓN

La turba negra estudiada presenta una mayor mineralización, puesta de manifiesto por su elevado contenido en cenizas (39,9 %), muy superior a la de la turba rubia (2,3 %), ésta presenta un elevado porcentaje de materiales orgánicos que se pone de manifiesto por su pequeño valor de la relación cenizas sólidos. Para comparar estos valores de las turbas y peloides estudiados, en la Tabla 6, incluimos la composición centesimal de un producto totalmente orgánico como es el Avicel PH-101, una celulosa microcristalina pura, sin cenizas, y dos productos inorgánicos como las arcillas, bentonita magnésica o caolín que tienen una relación cenizas sólidos cercano a la unidad¹⁷.

Tabla 6 - Composición centesimal de productos orgánicos e inorgánicos

	% Sólidos	% Agua	% Cenizas	Cenizas/Sólidos
Avicel PH -101	95,9	4,1	0	0
Bentonita Mg	88,5	11,5	82,7	0,93
Caolín	99,0	1,0	88,1	0,89

En el caso de las turbas de Pukhovichi, T1 y T2 vemos que se trata de productos pulverulentos de color oscuro, de aspecto bastante homogéneo con un elevado porcentaje de agua del 42,1 y 34,4 %. Su contenido en cenizas de 12,1 y 11,8 % y el pequeño valor de la relación cenizas/sólidos, 0,2 y 0,17 indica claramente su composición de origen orgánico, más parecidas a las turbas rubias que a las negras.

El estudio de los histogramas y los valores de la Tabla 2 nos permiten comparar la distribución del tamaño de partícula de las diferentes turbas. La moda o modo, es el valor de la variable correspondiente a la mayor frecuencia y en este caso corresponde la moda más pequeña a la turba negra con un tamaño de 81 μm , siendo muy superiores los valores de las otras muestras.

Teniendo en cuenta el tamaño de partícula, la Turba T1 muestra una distribución con tres tipos de productos, con un rango muy amplio comprendido entre 4 y 3500 μm , con un diámetro medio en volumen de 380 μm y una moda de 692 μm . La Turba T2 tiene una distribución más homogénea con un rango amplio comprendido entre 8 y 3500 μm , con un diámetro medio en volumen de 446 μm y una moda de 758 μm . La D_{v50} , es el diámetro máximo de partícula por debajo del cual existirá el 50% del volumen de la muestra, también conocida como mediana en volumen, y su valor más bajo en este caso corresponde también a la turba negra 68,4 μm .

El parámetro Uniformidad, se define como la desviación absoluta de la mediana y por tanto indica cuanto se acerca una distribución al modelo gaussiano. Es un parámetro adimensional y cuanto más polidispersa es una muestra, mayor es el valor. En el caso de las cuatro turbas estudiadas es la turba negra la que presenta la mayor dispersión de tamaños con hasta tres familias de productos. Todos estos parámetros nos indican que la turba negra ha sido sometida a un tratamiento de molienda y que además presenta algunos componentes de tipo inorgánico.

Por otra parte, el peloide utilizado en la Estación Termal de Caldas de Bohí se viene utilizando desde 1973 y se aplican con resultados muy satisfactorios con fines terapéuticos y preventivos, primordialmente en afecciones de aparato locomotor. El establecimiento está situado en el paradisíaco Valle de Boí, en la provincia de Lérida a 1450 m de altitud en la comarca natural de la Alta Ribagorza, en la margen derecha del río Noguera de Tor. El balneario de Caldas de Bohí, en catalán Caldes de Boí, nomenclatura que encierra una tautología pues boí parece derivar de buir, hervir, en alusión a las aguas termales, parece que ya fue conocido por los romanos y hasta visitado por Julio Cesar que utilizó sus aguas para reponer su salud. Sus barros han sido ampliamente estudiados por nuestro grupo⁴⁻¹¹⁻¹⁶⁻²⁷⁻²⁸⁻²⁹⁻³⁰⁻³¹⁻³²⁻³⁵.

Polanzyk es una ciudad balneario, que se encuentra en el condado de Lesko en la provincia de Subcarpacia de Polonia. Es un complejo situado en una península en la orilla occidental del lago Solina a una altitud de 440 m sobre el nivel del mar, que dispone de aguas minerales ricas en bicarbonatos y sodio⁸. Esta ciudad balneario está especializada en una amplia gama de tratamientos que incluyen las enfermedades respiratorias, urinarias ginecológicas, trastornos musculoesqueléticos y metabólicos, ansiedad y problemas de la piel.

Bad Bayersoien es un municipio situado en el distrito de Garmisch Partenkirchen, en el estado federado de Baviera (Alemania), ubicado al sur del estado, en la región de Alta Baviera a poca distancia de la frontera con Austria²⁵⁻²⁶. El peloide estudiado se utiliza en el hotel spa Parkhotel con el nombre de Bergkiefernhochmoor, *peloide de pino de montaña*⁵. Beer et al¹³⁻¹⁴⁻¹⁵ han investigado sus efectos.

Karlovy Vary es una ciudad balneario de Bohemia, región occidental de la República Checa, en la confluencia de los ríos Ohře y Teplá. Recibió este nombre en honor del emperador del Sacro Imperio Romano Germánico Carlos IV, quien fundó la ciudad en 1350. Es famosa históricamente por sus 13 fuentes termales principales

y unos cientos más pequeñas y el río Teplá, también de aguas calientes. El peloide estudiado se utiliza en el Thermal Hotel⁵.

Las propiedades curativas del lago Hévíz se conocen desde tiempo inmemorial incluso desde el final de la Edad de Piedra. La ciudad y el baño comenzaron a desarrollarse en el siglo XVIII. El lago Hévíz, es el segundo lago termal más grande del mundo, su temperatura se ve afectada por la combinación de aguas termales calientes y frías. El agua mana en una cueva con un caudal de aproximadamente 410 litros por segundo, con una temperatura de 40° C La estabilidad biológica del lago se muestra por la temperatura del agua, que no cambia incluso en los días más fríos del invierno que no cae por debajo de 24°C, en el verano la temperatura del agua puede alcanzar 37°C⁹⁻²⁰.

La zona donde se extraen las turbas de Pukhovichi se encuentra en la zona baja de Berezina Central (Bielorrusia), con la mayor parte de su territorio situado a 160-200 metros sobre el nivel del mar. Sus recursos minerales son turba, arena, material de grava, arcilla, lodo. El peloide estudiado, denominado Balsam, se prepara por el método de cavitación hidrodinámica y fue proporcionado por Biohim^{TM 10}.

Al estudiar los peloides con turba como fase sólida nos encontramos que los seis presentan un bajo porcentaje de sólidos, de 12,9 a 22,7 % en comparación con los peloides de tipo inorgánico estudiados previamente y reunidos en la Tabla 7⁸.

Tabla 7 - Composición centesimal de algunos peloides inorgánicos

Producto	% Sólidos	% Cenizas	Cenizas/Sólidos
Peloide Thalasia	40,1	35,8	0,88
Lama Peruibe	41,2	37,6	0,91
Peloide Copahue	43,8	16,0	0,36
Peloide Cachucha	51,2	43,7	0,85
Peloide Terdax	53,8	50,2	0,93
Peloide Carhué	55,4	39,9	0,72
Peloide El Raposo	60,4	53,2	0,88
Peloide Mar Menor	62,6	46,6	0,75
Peloide Lopagán	65,7	56,2	0,85
Peloide Arnedillo	68,6	64,5	0,94
Peloide Mar Muerto	69,9	54,2	0,77

El peloide de Polanczyk tiene con un elevado porcentaje de agua, 87 %, pero su contenido en cenizas es muy pequeño, esto pone claramente de manifiesto su carácter orgánico.

Lo mismo ocurre con el peloide de Bad Bayersoien de aspecto heterogéneo con restos visibles de su pasado vegetal, manteniendo un elevado porcentaje de agua 85 %. Su contenido en cenizas también es muy pequeño debido a su carácter orgánico.

El peloide de Caldas de Bohí presenta un aspecto homogéneo y un 49 % de contenido en agua. La fase sólida resulta ser de tipo orgánico teniendo en cuenta el pequeño valor de las cenizas 1,58 %;

El peloide de Heviz se trata de un producto de color oscuro, de aspecto bastante homogéneo con un elevado porcentaje de agua del 77,7 %. Su contenido en cenizas 10 % es lo suficientemente grande para indicar la presencia de compuestos inorgánicos en su composición, corroborado por la relación cenizas /sólidos que indican un proporción cercana al 1:1 entre materiales inorgánicos y orgánicos.

Desde el punto de vista de la textura instrumental podemos destacar el diferente comportamiento de estos peloides: hay una baja dureza y adhesividad en los peloides de Caldas de Bohí, Karlovy Vary, Héviz y Pukhovichi, frente a los de Polanczyk y Bad Bayersoien que presentan valores mucho más elevados siendo los que tiene un menor contenido en sólidos.

En cuanto a las propiedades térmicas los dos peloides anteriormente citados, Polanczyk y Bad Bayersoien, al tener el mayor contenido en agua presentan la mayor capacidad calorífica y conductividad térmica, al ser muy elevados estos parámetros en dicha sustancia 4,182 (J/g K) a 20 °C y 0,598 W/(m K).

Los valores de estos parámetros son también mayores que los que se obtienen para los peloides inorgánicos, con la misma concentración de agua, debido a que las turbas tiene un calor específico de 1,291 (J/g K) a 20 °C superior al de las arcillas 0,961 (J/g K) a 20 °C, y una conductividad térmica de 0,16 W/(m K) también mayor que el de las turbas 0,12 W/(m K).

CONCLUSIONES

Las turbas como fases solidas en los peloides actúan como los excipientes galénicos permitiendo ejercer el efecto terapéutico en una zona bien localizada, aumentando el tiempo de acción y asegurando una buena aceptación por parte del usuario.

Parámetros como la capacidad calorífica, la conductividad térmica, la retentividad y el tiempo de relajación son muy adecuados a la hora de diseñar un peloide de uso en termoterapia.

La medida de la textura instrumental y de la granulometría permiten conocer las características mecánicas de estos productos, más heterogéneos que los basados en arcillas pero que mantienen su posible utilización y aceptación por parte de los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

1. Armijo F. Propiedades térmicas de los peloides. *Bol Soc Esp Hidrol Med.* 1991; 6: 151-158.
2. Armijo, F.; Maraver, F. Granulometría y textura de los Peloides españoles. *An Hidrol Med.* 2006; 1: 79-96.
3. Armijo, F. Fases sólidas de los peloides. Propiedades térmicas y mecánicas. *Balnea* 2015; 10: 143-162.
4. Armijo F, Vela L, Corvillo I, Aguilera L, Maraver F. Evolución de las propiedades físicas del peloide de Boí. *Balnea.* 2015; 10: 173-175.
5. Armijo F, Vazquez I, Morer C, Corvillo I, Maraver F. Estudio físico de dos turbas centroeuropeas. *Balnea.* 2015; 10: 178-180.
6. Armijo F, Maraver F, Carretero MI, Pozo M, Ramos M, Fernandez-Torán MA, Corvillo I. The wáter effect on instrumental hardness and adhesiveness of clay mixtures for pelotherapy. *Appl Clay Sci.* 2015; 114: 395-401.
7. Armijo F, Maraver F, Pozo M, Carretero MI, Armijo O, Fernandez-Torán MA, Fernández-González MV, Corvillo I. Thermal behaviour of clays and clay-water mixtures for pelotherapy. *Appl Clay Sci.* 2016; 126: 50-56.
8. Armijo F, Corvillo I, Ejeda JM, Vazquez I, Maraver F. Estudio físico de la turba de Polanczyk. En: Legido JL, Gómez CP, Cortés I, González D (ed.). V Congreso Iberoamericano de Peloides CIBAP 2017. Libro de resúmenes, 11-14 de junio de 2017. Balneario de El Raposo (Badajoz) España. Vigo: Tórculo Comunicación Gráfica SA, 2017: 107-109.
9. Armijo F, Carbajo JM, Ejeda JM, Maraver F. Physical study of Hévíz Peat. Proceedings of the II. Hévíz International Medical Mud Congress; 2018 Apr 20-21; Hévíz, Hungary. 2018.
10. Armijo F, Carbajo JM, Ejeda JM, Maraver F. Physical characteristics of two Belarusian peats. Proceedings of the 43 World Congress of ISMH; 2018 Jun 10-13; Amaranate, Portugal. 2018.
11. Armijo O. Estudio de peloides españoles. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 2007.
12. Baudoin W, Grafiadellis, M, Jimenez R. La Malfà G, Martinez-Garcia Pf, Monteiro AA, Nisen A, Verlodt H, Villele O, Von Zabeltitz, Garnaud JC. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Roma: FAO. 323 pp.
13. Beer AM, Lukanov J, Sagorchev P. The influence of fulvic and ulmic acids from peat, on the spontaneous contractile activity of smooth muscles. *Phytomedicine.* 2000; 7(5): 407-15.
14. Beer AM, Fey S, Walch S, Lüthgens K, Ostermann T, Lukanov J. The effect of peat components on endocrine and immunological parameters and on trace elements - results of two pilot studies. *Clin. Lab.* 2001; 47, 161-167.
15. Beer AM, Sagorchev P, Lukanov J. Isolation of biologically active fractions from the water soluble components of fulvic and ulmic acids from peat. *Phytomedicine.* 2002; 9(7): 659-66.
16. Carretero MI, Pozo M, Martin-Rubi JA, Pozo E, Maraver F. Mobility of elements in interaction between artificial sweat and peloids used in Spanish spa. *Appl Clay Sci.* 2010; 48(3):506-515.

17. Fernández-Torán MA. Propiedades físico-químicas de materiales susceptibles de ser utilizados en la preparación de peloides. [Tesis]. Madrid: Universidad Complutense, 2014.
18. Gallardo JF. *El Humus*. Investigación y Ciencia. 1980; 16: 8-17.
19. García-Villén F, Sánchez-Espejo R, Carazo E, Borrego-Sánchez A, Aguzzi C, Cerezo P, Viseras C. Characterisation of Andalusian peats for skin health care formulations. *Appl Clay Sci*. 2018; 160: 201-205.
20. Gerencsér C, Murányi E, Szendi K, Varga C. Ecotoxicological Hungarian peloids (medicinal muds). *Appl Clay Sci*. 2010; 50(1): 47-50.
21. Glasstone S. *Tratado de Química Física*. Madrid: Aguilar, 1961.
22. Gomes C, Carretero MI, Pozo M, Maraver F, Cantista P, Armijo F, Legido JL, Teixeira F, Rautureau M, Delgado R. Peloids and Pelotherapy: Historical Evolution, Classification and Glossary. *Appl Clay Sci*. 2013; 75-76, 28-38.
23. Hattori I. Pelotherapy. In: Licht S, (Ed.). *Medical Hydrology*. Baltimore: Waverly Press; 1963: 273-90.
24. Holgado MA. *Excipientes en formulación magistral*. Sevilla: Departamento de Farmacia y Tecnología Farmacéutica. Universidad de Sevilla, 2008.
25. Lüttig G. History of peat therapy in central Europe. *Proceedings of the 10 th International Peat Congress*. Bremen, Alemania, 1996; 2: 520-525.
26. Lüttig G. Peloid therapy in Germany – a state of art. *Proceedings of the 3rd Symposium on Thermal Muds in Europe*; 2004 Nov 25-27; Dax, France. Ville de Dax, 2006. 16-22.
27. Maraver F, Armijo F. Estudio de los Peloides terapéuticos españoles. *Proceedings of the XXIX Congreso Internacional de la S.I.Th.*; 1993 Dic 6-12; La Habana, Cuba. La Habana, 1993. 34.
28. Maraver F. Antecedentes históricos de la peloterapia. *An Hidrol Med*. 2006; 1: 17-42.
29. Maraver F, Corvillo I, Palencia V, Armijo F. Therapeutic muds in Spain. *Proceedings of the 3rd Symposium on Thermal Muds in Europe*; 2004 Nov 25-27; Dax, France. Ville de Dax, 2006: 23-27.
30. Maraver F, Corvillo I, Aguilera L, Armijo F. Los peloides del balneario de Caldes de Boí: Estudio químico-físico, de microscopía electrónica analítica y barrido. *Bol Soc Esp Hidrol. Med*. 2005; 20(2): 43-47.
31. Maraver F, Armijo O, Armijo F. Los peloides españoles: en la Cátedra de Hidrología Médica. En: Cendrero A, Gómez J, Fernández PL, Quindós LS et al (Coord.). *Contribuciones científicas en memoria del Profesor Dr. Jesús Soto Torres*. Santander: Universidad de Cantabria, 2008: 97-110.
32. Maraver F, Fernández-Torán MA, Corvillo I, Morer C, Vázquez I, Aguilera L, Armijo F. Peloterapia, una revisión. *Med Naturista*. 2015;9(1):38-46.
33. Martínez-Cortizas A, García-Rodeja Gayoso E (coord.). *Turberas de Montaña de Galicia*. Santiago: Xunta de Galicia, 2001.
34. Massy MM, Cazaux P, Traverse P. Sur la définition du terme "Péloide". *Proceedings of the IVème Conférence Scientifique Internationale de Dax*. 1949 Oct 13-16; Dax, France. Imp. Larrat, 1949. 107-109.
35. Pozo M, Carretero MI, Maraver F, Pozo E, Gómez I, Armijo F, Martín Rubí JA. Composition and physical-physicochemical properties of peloids used in Spanish spas: a comparative study. *Appl Clay Sci*. 2013; 83-84, 270-279.

36. Rambaud A, Rambaud J, Berger G, Pauvert B. Mesure et étude du comportement thermique des boues thermales. *Journal Français d'Hydrologie*. 1986; 17: 293-302.