



ESTUDIO DEL EMPLEO DE MEZCLAS MINERALES BASE PALIGORSKITA EN LA FORMULACIÓN DE CAMA DE MASCOTAS EMPLEANDO BENTONITA COMO AGENTE AGLOMERANTE

Maylín Laurel Gómez, Martha Velázquez Garrido, Emilio Montejo Serrano, Eliecer Hidalgo Liriano, Yaysel Lozada García, Maykeli Cruz Bejerano, Andiel Martínez Quiñones, Juan Estrada Alvarez, Rosa Quiala Ramírez

Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), Ciudad de La Habana, Cuba, e-mail: maylin@cipimm.minem.cu, marthav@cipimm.minem.cu, montejo@cipimm.minem.cu, eliecer@cipimm.minbas.cu, yaysel@cipimm.minem.cu, maykeli@cipimm.minem.cu

RESUMEN

En el procesamiento de minerales para uso industrial se generan residuos que pueden ser aprovechados en la elaboración de formulaciones para lechos de mascotas, dentro de estos minerales se encuentran la zeolita y la paligorskita. Estos residuos presentan una granulometría inferior a la requerida para ser empleada como lecho de mascotas, por lo que se requiere la aglomeración del producto. En el presente trabajo se estudia la arcilla bentonita natrificada como agente aglomerante en diferentes dosis, pues en investigaciones anteriores resultó que el producto conformado 100 % por paligorskita se desintegra con facilidad. Al utilizarse la bentonita natrificada se asegura que los lechos aumenten su capacidad de absorción de líquidos, remoción de olores y resistencia de los pellets. El estudio consistió en conformar cuatro productos peletizados con distintas dosis de paligorskita, bentonita y zeolita, a los que se le determinaron parámetros de calidad como: absorción de agua Westinghouse, pH, rendimiento de fracción útil y resistencia de los pellets. Los resultados arrojaron que los productos mejor constituidos fueron las muestras M#2 y M#3 con 60 % y 70 % de paligorskita, 15 % y 10 % de bentonita, 25 % y 20 % de zeolita respectivamente. Se evaluaron dos productos, uno de ellos sin presencia de bentonita constituido 100 % de paligorskita y otro correspondiente a la muestra M#3 en reptiles del Zoológico Nacional, para estudiar sus comportamientos como lecho y observar su integridad física. Ambos productos garantizan condiciones higiénicas superiores y evitan la presencia de microorganismos patógenos. Durante el periodo evaluado la muestra M#3 mantuvo por más tiempo su estructura.

ABSTRACT

In the processing of minerals for industrial use, the zeolite and palygorskite waste can be used in the development of formulations for pet beds. These residues have a particle size less than required to be used as pet litter, so that agglomeration of the product is required. In this paper sodium bentonite clay as a binding agent in different doses is studied, in previous researches was proved that the product made 100% by palygorskite disintegrates easily. To the sodium, bentonite used for beds ensures that increase their ability to absorb liquids, and odor removal resistance of the pellets. The study consisted of four pelleted form with different doses of palygorskite, bentonite and zeolite, which is determined quality parameters as uptake Westinghouse water, pH, and yield strength useful fraction of the pellets. The results showed that the best products were the samples constituted M # 2 and M # 3 with 60% palygorskite and 70%, 15% and 10% of bentonite, 25% zeolite and 20% respectively. Two products, one of which is assessed without the presence of bentonite constituted 100% of palygorskite and another corresponding to the sample M # 3 in reptiles National Zoo, to study their behavior as bedding and observe their safety. Both products ensure superior hygiene and prevent the presence of pathogenic microorganisms. During the period evaluated the sample M # 3 maintained for more time its structure.



INTRODUCCION

Algunas arcillas encuentran su principal campo de aplicación en el sector de los absorbentes ya que pueden absorber agua u otras moléculas en el espacio interlaminar (bentonitas) o en los canales estructurales (sepiolita y paligorskita). La capacidad de absorción está directamente relacionada con las características texturales (superficie específica y porosidad) y se puede hablar de dos tipos de procesos que difícilmente se dan de forma aislada: absorción (cuando se trata fundamentalmente de procesos físicos como la retención por capilaridad) y adsorción (cuando existe una interacción de tipo físico o químico entre el adsorbente, en este caso la arcilla, y el líquido o gas adsorbido, denominado adsorbato).

La paligorskita es una arcilla perteneciente al grupo de los filosilicatos cuyas propiedades físico-químicas dependen de su estructura y de su tamaño de grano, muy fino. Es un mineral con hábito fibroso y una gran área superficial debida tanto al pequeño tamaño de partícula como a la porosidad que presenta su estructura. Su peculiar estructura le confiere una serie de propiedades, entre ellas, una enorme capacidad sorcitiva, por lo que son poderosos decolorantes y absorbentes. Son susceptibles de ser activadas mediante tratamientos térmicos y ácidos. Este apreciable mineral absorbe hasta el 200 % de su propio peso en agua (Baltuille et al, 2005) cuando es sometida a una activación térmica entre 200-300 °C. Presentan una estructura octaédrica discontinua, con cationes del espacio interlaminar débilmente ligados, vulnerables a ser intercambiados fácilmente por otros cationes presentes en disoluciones acuosas, de ahí que su elevada superficie específica y activa con enlaces no saturados le permitan interactuar con diversas sustancias, en especial compuestos polares (García y Suárez, 2012), (área superficial accesible: entre 100- 200 m²/g y superficie específica teórica estimada: 900 m²/g (Baltuille et al, 2005). Debido a estas propiedades mencionadas, se estudian las paligorskitas como materiales absorbentes para la elaboración de camas de mascotas, nutrición animal, absorber derramamientos de aceites, grasas y otros líquidos. Por sus características desecantes son usadas para prevenir el deterioro por humedad de un amplio rango de productos manufacturados durante el tránsito y almacenaje.

Las bentonitas son arcillas que presentan una estructura laminar con una superficie específica de (150-800 m²/g) muy importante para ciertos usos industriales en los que la interacción sólido-fluido depende directamente de esta propiedad. Se considera un aglutinante inorgánico por lo que le confiere a los pellets mayor dureza y resistencia. La bentonita se presenta en la naturaleza como:

Bentonita sódica.

Es una montmorillonita que se encuentra en forma natural y que contiene un alto nivel de iones de sodio. Se hincha al mezclarse con el agua y puede aumentar hasta 12 veces su volumen.

Bentonita cálcica.

Es una montmorillonita en la que el catión intercambiable predominante es el calcio. No exhibe la capacidad de hinchamiento de la bentonita sódica, pero tiene propiedades absorbentes.

Además de sus propiedades de absorción, la bentonita tiene la interesante propiedad de adsorber una gran cantidad de moléculas de proteínas de soluciones acuosas. De esta propiedad se deriva la utilización de bentonita como piedras sanitarias para animales de compañía, en la producción de alimentos para animales y en la peletización de minerales.

La bentonita empleada en las formulaciones de cama de mascotas pertenece al yacimiento "Managua", es del tipo cálcica sometida al proceso de natrificación. Este proceso consiste en tratar el mineral con carbonato de sodio, para obtener arcillas sódicas, con lo que mejoran su capacidad de



absorción de agua e hinchabilidad. Las zeolitas de yacimientos cubanos “Tasajeras” y “Piojillo” que presentan una elevada capacidad de adsorción de olores en formulaciones con la bentonita también fueron investigadas con este objetivo, obteniéndose buenos resultados. Las arcillas empleadas en las camas de mascotas, deben poseer alta capacidad de absorción para absorber orín y desecar heces, reducir olores e inhibir el crecimiento de bacterias. Estas características mencionadas son potencialmente logradas con la bentonita, la zeolita y la paligorskita.

Los lechos absorbentes constituyen el material que se emplea principalmente en las bandejas para las deposiciones de las mascotas. Existen en el mercado numerosos productos de diferente índole y con características muy variadas que se deben conocer.

Las principales condiciones que debemos observar en un lecho absorbente son:

Aceptación por parte de la mascota.

El producto debe ser bien acogido por el animal, ha de satisfacer sus instintos de escarbar, esconder excrementos, dejar su rastro, etc.

Nivel higiénico.

Depende principalmente de la calidad y su capacidad de absorción.

Capacidad de absorción: Los lechos deben absorber líquidos (urea), olores (componentes gaseosos), etc. Los lechos más absorbentes son los de paligorskita, vegetales extruidos, bentonita sódica y margas. Sin embargo, es el porcentaje de la materia principal el que condiciona en mayor medida la capacidad de absorción. Es decir, un lecho con un porcentaje superior al 80 % de paligorskita absorbe prácticamente el mismo peso en agua (100 ml de agua cada 100 gramos de paligorskita). Mientras que si el lecho posee menos del 50 % de paligorskita, éste sólo absorbe el 70 % de su peso en agua.

Aspectos sanitarios: se debe tener en cuenta los agentes patógenos existentes, sobre todo en los lechos vegetales y la capacidad de degradación por la acción bacteriana al estar constituidos por materia orgánica.

Lecho no contaminante.

Es recomendable que el lecho absorbente usado no produzca efectos perjudiciales en el medio ambiente.

Según Baltuille et al, 2005 los lechos para animales de compañía deben poseer las siguientes características:

Tabla I. características de los lechos absorbentes.

Tipo de producto	Absorción de agua (Método Westinghouse)	Granulometría (en el envasado)	Humedad (en el envasado)	pH
Standard	90 +/- 5%	Gránulos 0.5-6 mm. Mín. 98% Gránulos > 6 mm 0% Gránulos < 0.5 mm. Máx. 2 %	Máx. 9%	7.9
Calidad Superior	100 +/- 5 %	Gránulos 0.5-6 mm. Mín. 99% Gránulos > 6 mm 0% Gránulos < 0.5	Máx. 9 %	7.5



		mm. Máx. 1 %		
--	--	--------------	--	--

El presente trabajo tiene dos objetivos:

1. Estudiar la influencia de la bentonita natrificada en la aglomeración del mineral de paligorskita con zeolita, con el propósito de lograr un pellet más resistente que no sufra degradación.
2. Evaluar el comportamiento del producto obtenido con mejores características, en las pruebas de uso con diferentes especies del Zoológico Nacional.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el estudio se emplearon muestras de bentonita, paligorskita y zeolita en distintas proporciones para elaborar cuatro productos cama de mascotas. A estos productos se le determinaron parámetros de calidad para evaluar su comportamiento como lecho de mascotas además de estudiar la influencia de la bentonita como agente aglomerante en la formación los mismos.

Los productos obtenidos se aglomeraron en un peletizador de disco con un ángulo de inclinación y una velocidad de rotación adecuados para obtener un producto de calidad. Se secaron por oreo durante 24 horas. Los productos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla II. Productos cama de mascota para el estudio de la bentonita como agente aglomerante.

Productos	Paligorskita (%)	Bentonita (%)	Zeolita (%)
M#1	50	20	30
M#2	60	15	25
M#3	70	10	20
M#4	80	5	15

Caracterización de los materiales

Los minerales empleados en las formulaciones presentan las siguientes características:

Paligorskita

Esta arcilla constituye la fracción fina (- 0.6 mm) originada como subproducto, en el proceso de obtención de paligorskita destinada al tratamiento del turbocombustible de aviación, la cual fue sometida a varias determinaciones entre las que se encuentran:

- Análisis granulométrico.
- Absorción de agua Westinghouse
- Análisis térmico diferencial (ATD).

Zeolita

Se empleó zeolita denominada ZOAD, del yacimiento "Tasajeras", con una granulometría – 1 mm, se le realizaron análisis de:

- Difracción de rayos X.
- Absorción de agua Westinghouse
- Análisis granulométrico.

Bentonita

La muestra de bentonita que se empleó en el mezclado es del yacimiento "Managua" natrificada con una granulometría de (-0,074 mm). A esta muestra se le realizaron las siguientes determinaciones:

- Absorción de agua Westinghouse



- Análisis térmico diferencial (ATD).

El análisis térmico se registró en un derivatógrafo húngaro de la firma MOM, variante Q-1500 y la difracción de rayos X en un equipo Philips, modelo PW - 1710 con los siguientes parámetros de operación:

Goniómetro	Vertical
Sistema de focalización	Bragg-Brentano
Radiación K α	Fe
Filtros	Mn
Diferencia de potencial aplicada	30 kV
Corriente anódica	20 mA
La calibración (patrón externo)	Pastilla de silicio
Registro angular	6-80° (2 θ)

MÉTODOS

Para realizar la caracterización de los materiales y los productos obtenidos se consultaron los procedimientos del Manual de Procedimientos del Laboratorio Aprovechamiento de Minerales del Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalurgica (CIPIMM). Los métodos para la caracterización se describen a continuación:

Capacidad de absorción de agua por la norma Westinghouse

La capacidad de absorción de agua de un mineral, una vez sumergido en agua, se realizó según lo establece el procedimiento LAM 02-09 del Manual de Procedimientos del Laboratorio Aprovechamiento de Minerales del CIPIMM. El método para determinar la capacidad de retención de agua por la norma Westinghouse, se describe además en la norma francesa NFV 19 002: 1993. La expresión establecida para el cálculo es la siguiente:

$$\%W = \frac{P_3 - P_2}{P_1} \quad (1)$$

Donde:

%W: Porcentaje de agua absorbida por la norma Westinghouse.

P3: Peso del cono más la muestra escurrida (g).

P2: Peso de cono más muestra (g).

P1: Peso de muestra (g).

Análisis granulométrico.

El análisis granulométrico de los materiales y los productos lechos de mascotas obtenidos, se realizaron por vía seca en concordancia con el procedimiento LAM 02-02 del Manual de Procedimientos del Laboratorio Aprovechamiento de Minerales del CIPIMM (CIPIMM, 2014). Las muestras se clasificaron por fracciones para determinar el porcentaje en peso en cada una con tamices malla metálica ASTM tamizadora FILTRA modelo FTL-0200.

Determinación de pH

La técnica de determinación de pH para sólidos, es tradicionalmente conocida. En este caso se tomaron 10 g de mineral de cada muestra a ensayar y se añadieron a 100 ml de agua destilada en un vaso de laboratorio de 500 ml. Se agitó por medio de un agitador magnético durante 1 hora, se dejó reposar durante 10 minutos y se realizó la medición de pH potenciométricamente en el pHmetro digital pH METER P107 CONSORT, siguiendo el procedimiento descrito para la determinación del pH



de un sólido del Manual de Procedimientos Técnicos del Laboratorio Aprovechamiento de Minerales del CIPIMM.

El resto de los parámetros de calidad de los productos se determinaron de la siguiente manera:

Rendimiento de fracción útil

La fracción útil comprende el rango de $- 5 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$. Se tomó 1 kg de cada material y se pasó por los tamices de abertura 5 y 0,5 mm determinándose los porcentos de fracción requerida para cada producto.

Degradación de los pellets

Se pesaron 500 g de cada producto con granulometrías de $-5,00 \text{ mm} + 0,5 \text{ mm}$ y se colocaron en bolsas. Las bolsas se dejaron caer un total de 10 veces desde una altura de 60 cm, seguidamente se procedió a tamizar las muestras por el tamiz de abertura 0,5 mm. Se pesó toda la fracción que quedó por debajo del tamiz con el objetivo de contabilizar el material degradado el cual debe constituir entre 10-20 % de rotura del total del contenido; y establecer una comparación entre los productos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la caracterización de los minerales empleados en las formulaciones se resumen en la tabla siguiente:

Tabla III. Caracterización de materiales.

Análisis	Resultados			
	Paligorskita		Zeolita	
Absorción de agua Westinghouse (%)	148,15		46,5	
Análisis Térmico Diferencial (ATD) (%)	Paligorskita 77 Goethita 8 Cuarzo y α -Cristobalita 15		-	
Difracción RX (%)	-		Clinop.-Mordenita 60-85	
Minerales acompañantes principales	-		Cuarzo, feldespato, montmorillonita	
Análisis Granulométrico	(mm)	% Peso Retenido	(mm)	% Peso Retenido
	+ 0,80	1,69	+ 1,00	0,00
	-0,80 + 0,6	2,88	-1,00 + 0,8	0,00
	- 0,6 + 0,3	24,34	- 0,8 + 0,5	2,27
	- 0,3 + 0,15	51,27	- 0,5 + 0,25	11,94
	- 0,15 + 0,074	15,19	- 0,25 + 0,15	12,12
	- 0,074 + 0,045	3,69	- 0,15 + 0,106	8,63
	-0,045	0,9	-0,106 + 0,074	7,32
			- 0,074 + 0,045	12,99
			-0,045	44,73

De la tabla anterior se observa la adecuada capacidad de absorción de agua que presentan las arcillas paligorskita y bentonita para ser usadas en función de lechos higiénicos para los animales (según Tabla I), la zeolita no presenta el mismo resultado sin embargo ha sido demostrado en



estudios precedentes (Romero, Julio y otros 1988) su excelente capacidad de adsorción de vapores de amoníaco que le confiere utilidad en los lechos de mascotas.

A partir de la caracterización mineralógica de las especies se destaca la calidad de la Paligorskita conteniendo más de un 75 % de la arcilla principal que corresponde con el tipo natural de mena I clasificación que se propone por Alonso J.A et al. (2013) y la zeolita se corresponde con el Tipo I (según la NC 625:2008). La bentonita se comporta como Tipo I en base a los contenidos de Montmorillonita y Beidelita (Tipo I > 80 %; Tipo II: 70 - 80 %).

En las tablas de la IV a la VI se muestran los resultados de los ensayos de la determinación de fracción útil, resistencia de los pellets, absorción de agua Westinghouse y pH.

Tabla IV. Determinación del porcentaje de fracción útil.

Tamaño de muestra	Cantidad de producto retenido por cada fracción (g)			
	M#1	M#2	M#3	M#4
+5,00mm	241,08	84,21	41,74	15,52
- 5,00mm+0,5mm	576,60	793,97	846,23	637,45
- 0,5mm	184,08	117,10	109,09	344,24
Porcentaje de fracción útil (%)	57,66	79,39	84,62	63,74

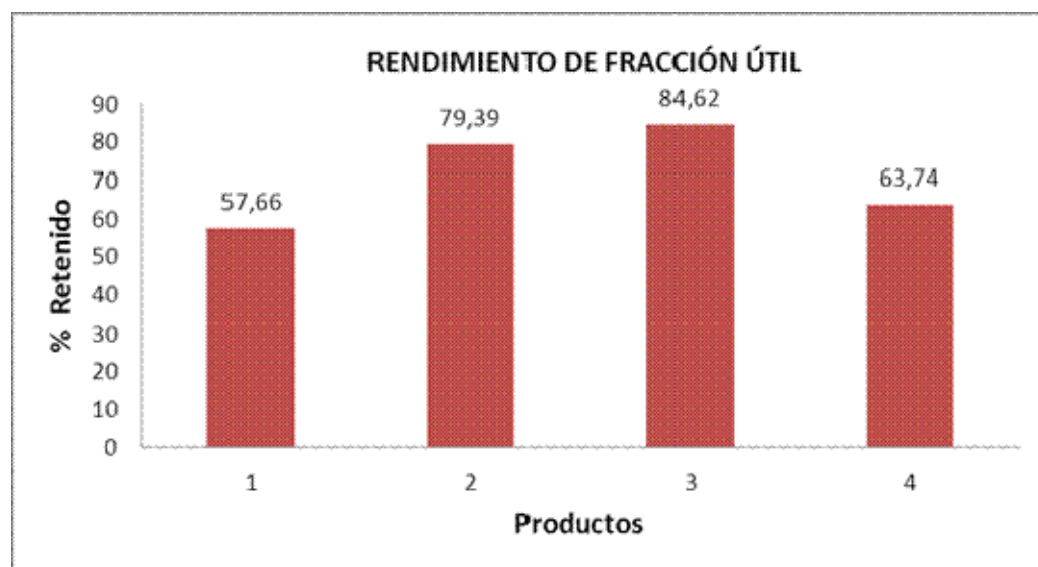


Gráfico 1. Rendimiento de fracción útil de las 4 muestras ensayadas.

En este caso se observa que las muestras con mejores rendimientos fueron las M#2 y M#3 pues el mayor porcentaje de producto se obtuvo dentro de la fracción requerida de -5 mm + 0,5 mm. Los dos restantes productos no cumplieron el parámetro debido a que en la M#1 el contenido de bentonita era mayor lo que influyó en que se obtuvieran pellets muy grandes. Por otra parte la M#4 resultó con mayor cantidad de finos pues la bentonita empleada fue menor lo que contribuyó a que no se aglomerara mayor cantidad de mineral.



Tabla V. Determinación de la degradación de los pellets.

Tamaño de muestra	Cantidad de producto degradado (g)			
	M#1	M#2	M#3	M#4
- 0,5 mm	103,64	96,02	92,31	158,63
Porciento de mineral degradado (%)	20,73	19,20	18,46	31,73

En esta prueba también se obtuvo que los productos que cumplieron con los parámetros de degradación de los aglomerados (15-20%) fueron las M#2 y M#3. Por tanto poseen una resistencia adecuada para ser usados como lecho.

A los productos elaborados se les determinaron los siguientes parámetros de calidad debido a que una característica principal de las camas de mascotas es la adecuada absorción de líquidos. Los análisis arrojaron los valores que se muestran a continuación:

Tabla VI. Resultados de las pruebas realizadas a los productos.

Determinaciones	M#1	M#2	M#3	M#4
Absorción de Agua Westinghouse (%)	153,35	148,55	137,5	127,7
pH	9,66	9,56	9,40	8,93

De la tabla anterior se observa que las cuatro mezclas cumplen con el parámetros de absorción de agua no siendo así con el pH (Tabla I), lo cual es debido a la presencia de bentonita natrificada, la que le confiere mayor basicidad a la mezcla. Sin embargo en estudios anteriores se ha comprobado que estos valores no afectan a los animales. Igual sucede con la absorción de agua, ésta disminuye al disminuir el porcentaje de bentonita, aunque la cantidad de paligorskita aumenta, esto es resultado de que la bentonita al ser modificada a la forma sódica mejora considerablemente su capacidad de hinchabilidad y de absorción de líquidos, incluso superior a la paligorskita.

En la siguiente tabla se establece una comparación de las muestras obtenidas con mejores resultados y tres productos lechos de mascotas que comercializados en el exterior fabricados de bentonita.

Tabla VII. Comparación entre los productos cubanos y los entregados por una firma extranjera.

PRODUCTOS	pH	Absorción de agua Westinghouse (%)
(1) Coinpet Biokets Fresh	8,48	105,5
(2) Tom Ponce. Foestie - BA3. Danish Clay Colored	6,97	68,5
(3) Kitty Friend Ultra	9,57	179,0
(4) Muestra #2	9,56	148,55
(5) Muestra #3	9,40	137,5

Analizando la tabla VII donde se establece una comparación de estos parámetros con productos extranjeros, se puede apreciar que los productos nuestros (M#2 y M#3) tienen características



similares a estos, e incluso en algunos casos superiores. Se destaca que dos de los productos extranjeros tampoco cumplen con el valor de pH que se describe en la Tabla I. La muestra M#3 fue la escogida para su aplicación en reptiles en el Zoológico Nacional por presentar los mejores resultados de todas las pruebas realizadas. Aunque presenta una menor absorción de agua Westinghouse con respecto a la M#2, este valor se considera adecuado para ser usado como lecho.

Aplicación de la formulación seleccionada como lecho de mascota

La muestra M#3 se evaluó en el Zoológico Nacional con distintas especies de reptiles usándose como patrón de comparación la muestra 100 % Paligorskita pues el primero contiene la bentonita como aglomerante Fig. 1. El propósito de este estudio es comprobar que el producto M#3 mantiene su estructura además de absorber los líquidos y eliminar los malos olores.

Tabla VII. Mezclas ensayadas en especies del Zoológico Nacional.

Producto	Especie evaluada	Tiempo de ensayo
M#3 (70 % Paligorskita, 10 % Bentonita, 20 % Zeolita).	- Serpiente Boa de 5 años de edad (1 ejemplar).	2 meses
	- Serpiente Majá de Santa María de 3 años (1 ejemplar).	2 meses
100 % Paligorskita.	- Serpiente de 5 años de edad (1 ejemplar).	2 meses



Figura 1. Serpiente Majá de Santa María en lecho constituido por la muestra M#3.

Durante el período de evaluación ambos productos se comportaron excelentemente en la remoción de olores, absorción de líquidos y desecación de las heces fecales con las especies de reptiles. Mantuvieron buena aceptación por parte de las mascotas, aspecto muy importante en la aplicación. Observaciones realizadas por los técnicos del área de animales del Zoológico plantean lo siguiente: el producto es muy bueno como cama para estas especies, pues brinda un buen sustrato donde la serpiente se siente cómoda. Su capacidad es alta en la retención de la humedad, adecuada en reptiles sin crear inconvenientes biológicos como hongos o bacterias. Supera a otros sustratos convencionales como tierra o virutas de madera, pues estos mantienen patógenos que pueden



afectar la salud de los animales como ácaros y garrapatas propias de reptiles, los que pueden venir dentro de objetos para la decoración como hojarasca, ramas y cortezas. Los productos se desintegran parcialmente cambiando su aspecto físico debido a la humedad y al movimiento de las serpientes sobre éste, notándose una mayor desintegración en el producto que no contenía la bentonita. Esto no impide que continúen actuando correctamente en cuanto a remoción de olor, los cuales operan con mucha rapidez. Desecan muy bien las heces siendo recogidas en poco tiempo totalmente deshidratadas y sin olor alguno. En los meses de estudio no se observaron reacciones de toxicidad en las especies.

Vale destacar que las muestras ensayadas una vez agotada su capacidad de absorción de líquido y remoción de olores permiten ser regeneradas cuando se exponen a los rayos solares, pudiendo ser utilizadas nuevamente como lecho.

CONCLUSIONES

1. A partir de las pruebas realizadas en el laboratorio se obtuvo que los productos que mejor cumplen las condiciones para ser usados como lecho de mascotas son las muestras M#2 (60 % paligorskita, 15 % bentonita y 25 % zeolita) y la M#3 (70 % paligorskita, 10 % bentonita y 20 % zeolita).
2. Se comprobó que las dosis de bentonita natrificada no pueden ser superiores al 20 % ni inferiores al 10 % pues no se obtienen productos de calidad en cuanto a resistencia de los pellets y rendimiento en los aglomerados.
3. En las pruebas de uso realizadas con especies de reptiles del Zoológico Nacional se obtuvo como resultado que ambas formulaciones se comportan de manera eficiente en cuanto a la absorción de líquidos y remoción de olores. En cuanto a la resistencia y durabilidad de los aglomerados la M#3 mantuvo su estructura mayor tiempo respecto al producto paligorskita 100%.

BIBLIOGRAFIA

- Alonso J.A et al. 2013. Caracterización de menas paligorskíticas del yacimiento Pontezuela. II Taller de Técnicas Analíticas de las Geociencias. Instituto Politécnico del Petróleo. La Habana. Cuba.
- Baltuille, J.; Rivas, J; Vega, J; Zapardiel, J; Marchán, C. (2005). Inventario Nacional de Arcillas Especiales (Paligorskita/Attapulgita, Sepiolita, Bentonita), Recursos Minerales. N°3. Instituto Geológico y Minero de España.
- Cabaleiro, Y. 2013. Metodología para la caracterización física de minerales arcillosos. Geociencias 2013: V Simposio Minería y Metalurgia MINIMETAL. ISSN-2307-499X; pp 523-535. La Habana.
- Características de los lechos absorbentes. <http://www.zoopasion.com/consejos/cuidados/cuida1.htm> 30 de marzo de 2012.
- García, E.; M. Suárez. Las arcillas: propiedades y usos. <http://www.uclm.es/users/higueras/yymm/arcillas.htm>. 30 de marzo de 2012.
- Montejo, E.; Rivas, M.; Frómata, M; Estrada, J. 2002. Estudio de la producción de cama de mascota a partir de bentonitas del yacimiento Managua. La Habana.
- NC 625: 2008. Zeolitas Naturales-Requisitos. La Habana, Cuba. Oficina Nacional de Normalización. 2008. 12p.
- Romero, J.; T. Rodríguez y Otros, 1988. Estudio de las características de las zeolitas naturales del yacimiento Piojillo - Tasajeras, para su uso como lecho de animales domésticos. IT No 77. CIPIMM.
- Velázquez, M.; E. Montejo, Y. Cabaleiro. 2011. Proyecto Tecnologías para obtener productos adsorbentes especiales de la Arcilla Paligorskita. La Habana.