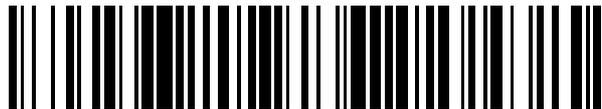


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 615**

51 Int. Cl.:

B65D 1/02 (2006.01)

B65D 81/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2012** E 12000408 (0)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.11.2017** EP 2617654

54 Título: **Envase monocapa opaco y método para producir dicho envase**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2018

73 Titular/es:

**SOCIEDAD ANÓNIMA MINERA CATALANO-
ARAGONESA (100.0%)
P° Independencia, 21 - 3°
50001 Zaragoza, ES**

72 Inventor/es:

**LEZA ROA, FORTÚN y
CABALLERO LÓPEZ, MIGUEL ÀNGEL**

74 Agente/Representante:

AZAGRA SAEZ, María Pilar

ES 2 657 615 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

ENVASE MONOCAPA OPACO Y MÉTODO PARA PRODUCIR DICHO ENVASE

5 Descripción

Campo de la invención

10 En el ámbito de las soluciones destinadas a proteger sustancias fotosensibles de las radiaciones lumínicas, la presente invención se refiere a un método para producir un envase monocapa opaco, formado de material termoplástico, cuya matriz termoplástica es politereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), polipropileno (PP), ácido poliláctico (PLA), polietileno naftalato (PEN), poliamida (PA), o una mezcla de algunos de ellos, y al menos una carga apantallante que comprende aluminio metálico Al.

15 Las características diferenciales de la invención son el resultado de combinar de modo efectivo una capacidad de apantallamiento lumínico muy elevada, hasta el 99,99%, con la constancia del nivel de apantallamiento a lo largo de todo el espectro lumínico, hasta los 700 nm, de modo que es posible alcanzar protecciones prácticamente totales a cualquier longitud de onda con niveles de carga muy inferiores a los convencionalmente utilizados hasta ahora.

20

Estado actual de la técnica

25 Son muchas las sustancias sensibles al deterioro por acción de la luz, con la consecuente alteración de las propiedades organolépticas y nutricionales. Entre estas sustancias pueden citarse las vitaminas, los aminoácidos, los peróxidos o las grasas, siendo cada una de ellas especialmente sensible a una o a varias longitudes de onda, específicas de cada sustancia y diferentes entre sí, de modo que podemos encontrar sustancias fotosensibles prácticamente a cualquier longitud de onda, tanto de los espectros ultravioleta (UVA) (hasta 400 nm), como visible (VIS) (400 a 700 nm), en el que existen sensibilidades específicas. Por ejemplo:

30 • Vitamina B2 (riboflavina): la sensibilidad específica alcanza longitudes de onda de hasta 550 nm. Esta zona del espectro visible (VIS) resulta especialmente crítica debido a la extremada sensibilidad de la vitamina B2 en el entorno de los 550 nm, cuya degradación en el caso de la leche provoca alteraciones severas de la capacidad nutricional, del olor y del sabor (se conoce como "sabor a luz" la alteración organoléptica que se produce en la leche por efecto de la degradación de la riboflavina).

35

• Vitamina A (retinol): 410 - 460 nm.

• Vitamina C (ácido ascórbico): las longitudes de onda más agresivas están por debajo de 300 nm.

40 • Aminoácidos: especialmente sensibles en el UVA (en el entorno de 250 nm), menos sensibles a la radiación VIS

• Compuestos cromóforos de diferentes naturalezas: pueden encontrarse sensibilidades tanto en el UVA como en el VIS

45

La incorporación de pantallas lumínicas en envases destinados a contener sustancias sensibles al deterioro inducido por acción de la luz, UVA o VIS, es una práctica común en la industria del envasado y distribución de productos lácteos, zumos de frutas, farmacia, droguería, y, en general, de alimentos o preparados que contengan sustancias susceptibles de degradación fotolítica.

50

Hay que distinguir dos zonas espectrales de radiaciones potencialmente agresivas para las sustancias fotosensibles:

55 • El UVA, zona no visible del espectro, que abarca desde los 200 nm hasta por encima de los 300 nm (en cualquier caso por debajo de los 400 nm). Es una zona muy energética, pero relativamente fácil de proteger ya que existen muchas soluciones comerciales que permiten su apantallamiento de forma eficaz y prácticamente total. La obtención de medidas de apantallamiento fiables (expresadas siempre como %TR) en la región UVA no resulta sencillo y en nuestro caso se hace necesario externalizarlas en un centro acreditado; por este motivo, y una vez comprobada la eficacia de apantallamiento en dicha zona del espectro que ofrecen tanto las soluciones comerciales disponibles como la que se divulga en esta memoria, la mayoría de las medidas experimentales se han trabajado en el espectro lumínico visible (desde 400 nm hasta 700 nm) .

60

- 5 • El espectro visible (VIS): abarca desde aproximadamente los 400 nm hasta los 700 nm de longitud de onda. Como ya se ha explicado, en esta zona existen sensibilidades específicas, entre las que cabe destacar la de la riboflavina a 550 nm. Es en el VIS donde las soluciones monocapa disponibles actualmente, convencionalmente blancas y basadas en mayores o menores contenidos de TiO₂ combinado o no con otro tipo de cargas, presentan dificultades de apantallamiento, tanto más acusadas cuanto más elevada es la longitud de onda. Como puede apreciarse en la fig.1, es en la zona VIS donde la invención que se presenta aporta ventajas sustanciales frente a las disponibles comercialmente en la actualidad.
- 10 De entre las múltiples opciones existentes para la elaboración de envases, tanto en cuanto a los materiales empleados como a las tecnologías de confección y de aportación de pantallas, nos referiremos en adelante a aquellos envases constituidos por matrices termoplásticas, y en particular a algunas matrices termoplásticas, que aportan las siguientes ventajas frente a otras opciones como el vidrio, el metal o las combinaciones complejas de diferentes materiales:
- 15 • Facilidad de procesado: el estado de la técnica actual ofrece diversas alternativas de elaboración partiendo de termoplásticos de uso común, fácilmente manejables y perfectamente conocidos.
- 20 • Posibilidad de personalización: las barreras técnicas y económicas de la elección de la geometría, forma y tamaño del envase son prácticamente inexistentes.
- 25 • Ligereza: el peso de los envases plásticos, en relación con otras alternativas como el vidrio o el metal, es habitualmente y viablemente muy reducido.
- 30 • Economía: la comoditización de que han sido objeto un gran número de materiales plásticos, debido a su extendido uso, permite a éstos ser sumamente competitivos frente a la mayor parte de los materiales alternativos. De hecho, la sustitución de otros materiales por plástico para elaboración de envases es creciente.
- 35 • Sostenibilidad: la posibilidad de recuperación y reciclado de la mayor parte de los termoplásticos está ampliamente difundida, los canales de recogida están perfectamente establecidos y las tecnologías para la selección y reintroducción en el circuito de consumo con garantías son asequibles y habituales
- Existen diferentes formas de aportación de pantalla lumínica en envases plásticos, cada una de ellas con sus particularidades, ventajas e inconvenientes; a continuación se citan las más extendidas:
- 35 Envases con pantalla incorporada: en ellos se carga la matriz plástica con materiales que inhiben el paso de la luz, entre los cuales pueden citarse el dióxido de titanio TiO₂, el dióxido de silicio SiO₂ o el sulfuro de zinc ZnS, entre otros, con o sin acompañamiento de otras cargas secundarias que ayudan a completar la pantalla.
- 40 Los contenidos de cargas en este tipo de envases opacos dotados de protección lumínica suelen situarse entre el 5% y el 25%, en peso de cargas referidas al peso total del envase.
- 45 • Multicapa: permite reducir el contenido de cargas minerales totales, merced a la combinación de diferentes aditivos en cada capa, de modo que, normalmente, la capa interior es negra aportando la mayor parte de la capacidad de apantallamiento, y la exterior (en el caso de la bicapa), o las exteriores (caso de la tricapa), están cargadas con otros materiales que ocultan el negro, poco convencional en aspecto e imposible de personalizar superponiendo colores o etiquetas.
- Los contenidos de cargas en este tipo de envases suelen estar presentes en el entorno del 5% en peso.
- 50 Esta tecnología consigue pantallas que pueden considerarse totales a cualquier longitud de onda, pero presenta inconvenientes debidos a la complejidad de los equipos y los procesos implicados: los equipos son específicos, las inversiones son elevadas, el mantenimiento muy costoso y los niveles de rechazos por no-calidad son mucho mayores que en las tecnologías monocapa.
- 55 • Monocapa: resultan factibles mediante el uso de equipos y procesos mucho más baratos, asequibles y flexibles que los anteriores, pero la consecución de niveles de apantallamiento suficientes para proteger productos sensibles sólo son abordables a costa del incremento significativo de las cantidades de cargas incorporadas, situándose éstas, normalmente, entre el 7% y el 25% en peso de las cargas referido al peso del envase.
- 60 Otra particularidad de las pantallas conseguidas convencionalmente en este tipo de envases es que rinden niveles de apantallamiento más pobres a medida que se incrementa la longitud de onda. No obstante, existen soluciones perfectamente viables para productos muy sensibles, como la leche UHT y sus derivados.

Los procesos de transformación, tanto los referidos a la elaboración de los envases como los implicados en la incorporación de las cargas apantallantes a la matriz polimérica, son diversos y dependen tanto de la tipología del propio envase como de los materiales plásticos que componen la matriz principal. Se citan a continuación los procesos más usuales.

5

Incorporación de las cargas apantallantes a la matriz polimérica.

Es muy importante que las cargas se encuentren perfectamente dispersadas en la matriz polimérica y que se distribuyan de modo homogéneo. Para ello puede recurrirse a alguno de los siguientes procedimientos:

10

- Fase de polimerización: se trata de dispersar las cargas en alguno de los monómeros o materias primas precursoras del polímero, antes de introducirlas en los reactores de polimerización. Es la forma más segura de garantizar una excelente dispersión y una distribución homogénea de las cargas, pero no siempre es posible llevarla a cabo debido a la complejidad de las instalaciones de polimerización y a las interferencias con los procesos reactivos que algunas cargas pueden producir.

15

- Mezcla en extrusores auxiliares: se trata de desviar una corriente de los polímeros en fase fundida justo a la salida de los reactores, antes del proceso habitual de granceado, de modo que las cargas se incorporan, mediante los dosificadores adecuados, a la corriente polimérica fundida para ser homogeneizadas y dispersadas por sistemas de husillos específicos, normalmente múltiples. Una vez la mezcla de cargas y polímero en fase fundida está homogeneizada, se extruye el compuesto resultante para su enfriamiento y granceado final. Estos sistemas son caros y complejos de instalar y de operar, pero proporcionan granza lista para su uso final sin necesidad de operaciones añadidas.

20

- Uso de concentrados o mezclas madre (master-batch): pueden presentarse en forma líquida o sólida, de modo que la carga es altamente concentrada en un vehículo compatible con la matriz polimérica que constituirá la base del envase deseado. Una vez elaborada la mezcla madre, ésta es dosificada, en la proporción adecuada a la concentración de cargas finales requerida en el envase, en los husillos de plastificación de las máquinas de inyección, inyección-soplado, extrusión-soplado o compresión, que conforman las estructuras precursoras de los envases finales (preformas, pieza acabada por inyección, extruido previo al soplado...).

25

30

Existen sistemas de dosificación que permiten una precisión notable de las dosis, y normalmente los sistemas de plastificación son capaces de homogeneizar adecuadamente la mezcla de polímero y mezcla madre si las concentraciones de cargas son bajas, pero pueden presentar inconvenientes cuando las cantidades de cargas requeridas son elevadas (mayores inconvenientes a mayor proporción de cargas), debido a posibles desviaciones de la dosificación y a las dificultades para dispersar y homogeneizar adecuadamente las cargas en los husillos de plastificación de las líneas productivas, ya que los husillos de estas máquinas no están diseñados específicamente para tal fin.

35

40

Elaboración de los envases.

Existen diferentes procedimientos para la elaboración de envases, que tienen en común la obtención de un cuerpo hueco abierto por uno de sus extremos, abertura que constituye la boca del envase, y que previamente a la conformación por moldeo de la pieza deseada hay un proceso denominado habitualmente plastificación, que consiste en la fusión del material plástico y una homogeneización de la masa fundida, o de ésta con los aditivos o cargas si los hubiera. Los procedimientos para la obtención de los envases, como ya ha sido citado, son diversos y dependen tanto de la geometría, forma y tamaño de los envases, como de la naturaleza de las matrices plásticas utilizadas. Los procedimientos más difundidos son:

45

50

Inyección directa.

El material plástico, una vez aditivado con las cargas correspondientes, es plastificado y homogeneizado en una cámara de plastificación dotada de uno o más husillos rotantes a una temperatura ligeramente superior a la de fusión del material plástico.

55

Completado el proceso de plastificación, el material fundido se introduce en un molde de una o más cavidades mediante la presión transmitida por un pistón de inyección.

60

Las cavidades del molde están a una temperatura notablemente inferior a la de fusión del plástico, y están diseñadas de modo que las piezas, una vez enfriadas dentro de las cavidades y solidificadas, puedan ser extraídas para que el ciclo vuelva a repetirse.

Este tipo de proceso puede aplicarse a termoplásticos como PET, PA o PP, entre otros.

Inyección - soplado en una única etapa.

5 El proceso se inicia de modo muy similar al anterior, con la particularidad de que una vez inyectadas las piezas precursoras del envase, o preformas, éstas se extraen del molde parcialmente solidificadas, de modo que tienen consistencia suficiente para mantener una geometría estable, pero su temperatura es superior a la de transición vítrea (Tg), que es la temperatura por encima de la cual el material plástico es maleable en estado sólido por acción mecánica.

10 Esta preforma todavía caliente, es introducida en una segunda unidad de moldeo por soplado. Un segundo molde, ahora de soplado, encierra la preforma por cuya boca se introduce aire a elevada presión. Esta presión hace hincharse a la preforma mediante el estirado del material, hasta alcanzar las dimensiones y la forma del molde de soplado. Un segundo molde, ahora de soplado, encierra la preforma por cuya boca se introduce aire a elevada presión. Esta presión hace hincharse a la preforma mediante el estirado del material, hasta alcanzar las dimensiones y la forma del molde de soplado. El material se enfría en las paredes del molde de soplado, conformándose definitivamente el envase. Una vez frío y estabilizado por este efecto el contenedor, es extraído del molde y el ciclo puede volver a repetirse.

Este proceso se denomina soplado-inyección-biorientado.

20 Soplado de las preformas.

25 El proceso se inicia partiendo de una pieza fría, estable dimensionalmente, conformada previamente por inyección según se ha descrito, denominada preforma. En este caso la preforma debe ser calentada hasta alcanzar su temperatura de moldeo (Tg), lo que se hace introduciendo la preforma en un horno de radiación IR. Una vez calentada la preforma por encima de la Tg del material, es soplada en el molde de soplado de la misma forma que en el caso anterior.

Este proceso es característico del PET, y es también aplicable a otros termoplásticos como el PLA o el PP.

30 Moldeo de preformas por compresión.

El proceso se inicia con la plastificación del material, como en los casos anteriormente descritos.

35 Una vez plastificado, el material fundido es extruido, y porciones de peso uniforme son cortadas del material extruido e introducidas en moldes huecos con la geometría deseada para la preforma. Mientras el material está todavía caliente y dentro del molde, un émbolo presiona el material que adopta la forma del molde por causa de la presión ejercida por el émbolo. Una vez fría, la preforma se extrae del molde y el ciclo puede volver a repetirse.

40 Las preformas así obtenidas pueden ser sopladas de forma idéntica y en los mismos equipos que los descritos para el soplado de preformas.

45 No es un proceso muy habitual, pero existen sistemas de este tipo utilizados para la elaboración de preformas de PET; probablemente pueden ser utilizados también para otros materiales como el PLA o el PP.

Extrusión – soplado.

50 Una vez más el proceso se inicia en la etapa de plastificación del material. El material plastificado se hace fluir por extrusión a través de una abertura o boquilla, dispuesta al final de la cámara de plastificación. Esta boquilla está diseñada de tal modo que conforma en el material un tubo hueco, que fluye de modo continuo descolgándose desde la boquilla en un eje vertical por acción de la gravedad.

55 A intervalos regulares, un molde de soplado dotado de los sistemas de desplazamiento adecuados se cierra sobre el tubo de material extruido, cortándolo en una porción equivalente a la longitud axial del molde de soplado. El molde, con la porción de extruido todavía caliente en su interior, se desplaza hasta una unidad de soplado, en la que a través de la boca del molde se introduce aire a alta presión. Esta presión hincha el tubo extruido en dirección perpendicular a su eje longitudinal proyectando el material contra las paredes del molde, donde se enfría y alcanza su dimensión y forma definitivas.

60 Mientras un molde está completando el proceso de soplado, otro inicia la captura de la porción de tubo extruido completándose un proceso continuo de conformación de envases por extrusión – soplado.

Este proceso es característico de las poliolefinas (PP, PE), del PVC y del PC, entre otros polímeros.

Antecedentes de la invención

Son conocidas Patentes relacionadas con la elaboración de envases destinados a proteger su contenido de las radiaciones lumínicas. Se citan a continuación algunas de ellas.

5

La Patente EP 1541623 "Photoprotective composition for food containers" utiliza una mezcla de pigmento blanco, polvo de aluminio, pigmento negro y pigmento perlante para hacer que el plástico sea opaco, pero presenta el inconveniente, frente a la presente invención, de requerir una fórmula compleja y de incorporar otras cargas diferentes del Al en proporciones mucho más elevadas que la de éste, lo que conlleva, para pantallas elevadas, una concentración de carga presumiblemente más alta y un coste económico más elevado que en la solución propuesta.

10

La Patente ES 2285420 "Article comprising light absorbent composition to mask visual haze and related methods" presenta una solución no basada en la utilización de Aluminio, y no relaciona de ninguna forma el porcentaje de opacificante con el espesor de la pared.

15

La Patente WO 03064267 "Opaque polyester containers" contempla la utilización de aluminio dentro de los opacificantes, pero sin establecer ninguna relación entre el porcentaje de opacificante con el espesor de la pared, con lo cual no es posible optimizar la cantidad de opacificante introducido en la mezcla. Por otra parte, necesariamente asocia la pantalla lumínica a la disminución de la permeabilidad a los gases, por lo que el objetivo pretendido y, en consecuencia, la composición final de materiales en el envase no se corresponden con la invención aquí presentada.

20

La Patente EP 7005185 "Preforma para moldeo por soplado de un recipiente" combina dióxido de titanio con un pigmento con protección lumínica en dos capas con distintos porcentajes, no siendo aplicable la solución para envases monocapa.

25

Además, la patente WO 2008/027753 A1 presenta un método según el preámbulo de la reivindicación 1. Se presenta una composición que comprende un tereftalato de polietileno reciclado (RPET) coloreado y un material opacificante. La composición puede comprender, además, un tereftalato de polietileno (PET) virgen, una barrera de gas elevada o un compuesto absorbedor de oxígeno. Materiales opacificantes apropiados son, entre otros, polvos como aluminio por ejemplo. La resina de poliéster puede contener de 0,1 a alrededor del 5% en peso de material opacificante. Otras realizaciones de la invención descrita en WO 2008/027753 A1 incluyen envases monocapa opacos producidos a partir de estas composiciones y los procesos para producir dichas composiciones.

30

35

En JP H04114057 A se presenta una composición a base de poliéster que se obtiene mezclando (A) 100 partes por peso de poliéster, preferiblemente tereftalato de polietileno, con una viscosidad intrínseca de 0,5-1,5, preferiblemente 0,55-0,85 con (B) 2,5-6 partes por peso, preferiblemente 4-5,3 partes por peso de pigmento que refleja la luz, preferiblemente blanco de titanio tipo rutilo, (C) 0,005-0,015 partes por peso, preferiblemente 0,009-0,012 partes por peso de pigmento que absorbe la luz, preferiblemente negro de carbón, y preferiblemente además con (D) 0,05-0,1 partes por peso, preferiblemente 0,07-0,09 partes por peso de óxido de hierro y en la medida de lo necesario, lubricantes, estabilizantes, antioxidantes, inhibidores del deterioro térmico, inhibidores del deterioro por luz ultravioleta, etc.; la composición mencionada es útil para botellas moldeadas por soplado con excelentes propiedades de apantallamiento lumínico.

40

45

Descripción de la invención

Para facilitar la solución de los problemas asociados a la fabricación de envases opacos con elevada capacidad de protección lumínica, mejorando el estado de la técnica actual y simplificando su producción, se ha ideado un método de producción de un envase monocapa opaco, objeto de la presente invención, el cual está formado de material termoplástico y al menos una carga apantallante que comprende aluminio metálico Al, y que puede ir combinado opcionalmente con negro de C (carbón), óxido de hierro u otros productos.

50

Las características diferenciales de la invención son el resultado de combinar de modo efectivo una capacidad de apantallamiento lumínico muy elevada, (hasta el 99,99%) con la constancia del nivel de apantallamiento a cualquier longitud de onda entre 200 nm y 700 nm (UV y VIS), de modo que es posible alcanzar protecciones prácticamente totales a cualquier longitud de onda con niveles de carga muy inferiores a los convencionalmente utilizados hasta ahora.

55

60

Como refrendo de la efectividad de la invención, en la Tabla 1 se muestran varios ejemplos basados en envases plásticos monocapa, realizados a partir de soluciones comerciales destinadas específicamente a proporcionar apantallamiento lumínico. En ellos se comparan los efectos de diferentes modos de incorporación de las cargas

y diferentes contenidos de cargas totales en los envases comerciales, con los mismos parámetros en envases prototipo basados en el método la invención que se describe en esta memoria.

5

Tabla 1: Comparativa Transmitancia (%) Soluciones Barrera a la Luz

		Solución Polimerización 1	Solución Polimerización 2	Masterbatch	Extrusores Auxiliares	1,5% Aluminio
LUXES		-	19,2	-	-	1,38
Espesor (mm)		0,26	0,26	0,30	0,31	0,23
% Carga		8,0	9,0	10,0	28,0	1,5
Tipo de Carga		TiO ₂	TiO ₂	TiO ₂	TiO ₂ + Sílice	Aluminio
Longitudes de onda (nm)	200	-	0,00	-	-	0,00
	250	-	0,01	-	-	0,01
	300	-	0,00	-	-	0,00
	350	-	0,08	-	-	0,02
	400	0,02	0,00	0,05	0,01	0,00
	450	0,33	0,03	0,88	0,10	0,01
	500	1,06	0,09	2,15	0,17	0,01
	550	1,74	0,20	3,03	0,20	0,02
	600	2,38	0,41	3,86	0,30	0,02
	650	3,29	0,72	4,96	0,40	0,02
700	4,45	1,15	6,23	0,54	0,03	

Ventajas de la invención

10 La presente invención presenta un método para producir un envase monocapa opaco según la reivindicación 1. El envase monocapa opaco producido mediante el método que se presenta aporta múltiples ventajas sobre los disponibles en la actualidad, siendo la más importante la posibilidad de alcanzar protecciones prácticamente totales a cualquier longitud de onda con niveles de carga muy inferiores a los convencionalmente utilizados hasta ahora, como consecuencia de combinar de modo efectivo en la mezcla de la carga apantallante con la matriz plástica, una muy elevada capacidad de reflexión de las radiaciones en la totalidad del espectro lumínico.

15 Una ventaja importante aportada es la sencillez de la mezcla presentada, debido a la baja cantidad de carga (Al) necesaria para completar la protección, lo que redundará en una mayor simplicidad en la incorporación de pantalla en los envases y en un menor coste de las soluciones industriales.

20 Otra ventaja destacable aportada por esta invención es la posibilidad de anticipar, de forma precisa, la constitución del envase adecuado a una necesidad de apantallamiento, previamente definida, a partir de un

factor F definido como el producto del espesor de pared de un envase en mm (Ep) por la concentración de aluminio Al contenida en la matriz termoplástica (%A) $F = E_p \times \%A$.

5 Otra ventaja de la invención, es que a igualdad de cobertura los envases resultarán sensiblemente más ligeros que con las soluciones convencionales hasta ahora, debido a la baja cantidad de carga necesaria, ya que las cargas son sistemáticamente más densas que las matrices plásticas convencionales, y los pesos de los envases opacos protectores de la luz conocidos, pesan siempre más que sus homólogos sin cargas. La tabla 2 ilustra este hecho y, como puede verse, para coberturas asimilables a otras soluciones, en un envase de 1 ltr existirán 10 diferencias de peso de más de un gramo a favor de la solución propuesta utilizando los mismos moldes y útiles de fabricación.

Tabla 2: Peso de los envases

Material	Peso (g)	Carga (%)	Tipo de carga	% TR a 550 nm
Envase PET estándar	26.7	0	-	89.18
Envase comercial 1	27.6	8	TiO ₂ (Carga principal)	3.66
Envase comercial 2	28.1	9	TiO ₂ (Carga principal)	0.54
Envases aluminio	26.8	1,2	Aluminio (Carga única)	0.12

15 Otra importante ventaja es la accesibilidad y disponibilidad de la carga apantallante, por tratarse de productos de uso muy común en numerosos sectores industriales.

Por último, las ventajas aportadas en términos de sostenibilidad son evidentes, debido a: menores pesos, menor cantidad de cargas y menores mermas y desgaste en los equipos productivos.

20 **Descripción de las figuras.**

Para comprender mejor el objeto y el desarrollo experimental de la presente invención, se adjuntan las siguientes figuras.

25 La Figura -1- muestra un gráfico representado la diferencia, relativa a la constancia a diferentes longitudes de ondas, entre las soluciones comerciales disponibles actualmente y la propuesta en la descripción de esta invención. En este caso se ha medido el espectro completo (UVA y VIS). Puede apreciarse la estabilidad de la pantalla dada con Al, frente al debilitamiento progresivo de la pantalla a medida que crece la longitud de onda en el espectro visible presentado por las opciones comerciales convencionales. Todas las soluciones se manifiestan 30 notablemente eficaces en el UVA (región ultravioleta).

Las referencias utilizadas en la gráfica corresponden a:

- 35 (1) - Comercial 1: 8% Carga (Dióxido de titanio + Óxido de hierro), $E_p = 0,26$ mm
 (2) - Comercial 2: 9% Carga (Dióxido de titanio + Óxido de hierro), $E_p = 0,26$ mm
 40 (3) - Comercial 3: 10% Carga (Dióxido de titanio), $E_p = 0,32$ mm
 (4) - Solución reivindicada: 1,5% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

La Figura -2- muestra un gráfico representando los niveles de apantallamiento tanto de las soluciones comerciales convencionales como de la invención propuesta en la región UV. Puede verse que todas son 45 manifiestamente eficaces en esa región del espectro, a diferencia de lo que ocurre en el VIS.

Las referencias utilizadas en la gráfica corresponden a:

- 50 (5) - Comercial 1: 8% Carga (Dióxido de titanio + Óxido de hierro), $E_p = 0,26$ mm
 (6) - Comercial 2: 9% Carga (Dióxido de titanio + Óxido de hierro), $E_p = 0,26$ mm
 (7) - PET estándar + 1,0% Aluminio, $E_p = 0,24$ mm
 55 (8) - PET estándar + 1,2% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

(9) - PET estándar + 1,7% Aluminio, $E_p = 0,22$ mm

(10) - PET estándar + 2,0% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

5 La Figura -3- muestra un gráfico de la robustez y estabilidad de la pantalla dada por envases con diferentes concentraciones de Al a lo largo de todo el espectro UVA y VIS.

Las referencias utilizadas en el gráfico corresponden a:

10 (11) - Comercial 1: 8% Carga (Dióxido de titanio + Óxido de hierro), $E_p = 0,26$ mm

(12) - Comercial 2: 9% Carga (Dióxido de titanio + Óxido de hierro), $E_p = 0,26$ mm

15 (13) - Comercial 3: 28% Carga (Dióxido de titanio + Sílice), $E_p = 0,31$ mm

(14) - PET estándar + 1,0% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

(15) - PET estándar + 1,2% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

20 (16) - PET estándar + 1,7% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

(17) - PET estándar + 2,0% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

25 La Figura -4- muestra un gráfico de la relación entre el valor del factor F y el %TR correspondiente a cada valor de F, en un rango de valores de F ($F = E_p \times \%Al$) que abarca desde los correspondientes a la combinación de bajos espesores de pared (inferiores a 0,2 mm) con bajas concentraciones de Al (0,5%), hasta los correspondientes a elevados espesores de pared (superiores a 0,4 mm) con contenidos de Al de hasta el 2%.

30 Para obtener el gráfico se han ensayado los %TR correspondientes a envases de muy diversa tipología obtenidos mediante diferentes combinaciones de E_p y %Al, para E_p desde 0,12 mm hasta 0,50 mm y %Al desde el 0,5% hasta el 2%. La longitud de onda elegida para la evaluación del %TR ha sido de 550 nm, por las siguientes razones: en primer lugar, hay que mencionar que puesto que ya está demostrado que los %Tr resultan constantes a cualquier longitud de onda del espectro VIS, la curva tendrá forma y constitución idénticas a cualquier longitud de onda entre 400 nm y 700 nm. No obstante, la selección de los 550 nm se debe a que es una zona del espectro convencionalmente elegida debido a la sensibilidad que en ella presenta la vitamina B2 y la leche y los preparados lácteos en general. Además 550 nm coincide con la parte central de espectro VIS por lo que resulta, en cualquier caso, una zona convencionalmente representativa del espectro.

40 En el gráfico puede verse el extraordinario nivel de concordancia entre %TR y F, dado tanto por el grado de ajuste estadístico de los datos, reflejado dentro de la figura como $R^2 = 0,9824$, y por la precisa adaptación de los datos (representados por los puntos de la figura) a la curva que define la pauta de la relación entre F y %TR. Se concluye, así, que existe un elevado grado de relación entre los valores de F y los %Tr correspondientes.

45 La Figura -5- muestra un gráfico en el que se representa el %TR que a lo largo del espectro VIS rinde la pared de un envase de 0,23 mm de espesor de pared ($E_p = 0,23$) con Al como única carga apantallante y %Al entre 0,7% y 2,0%. Puede apreciarse una vez más en el gráfico la constancia de la pantalla a lo largo de todo el espectro representado que rinde cada %Al.

Las referencias utilizadas en el gráfico corresponden a:

50 (18) - PET estándar + 0,7% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

(19) - PET estándar + 1,0% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

55 (20) - PET estándar + 1,2% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

(21) - PET estándar + 1,7% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

60 (22) - PET estándar + 2,0% Aluminio, $E_p = 0,23$ mm

La Figura -6- muestra un gráfico de la influencia sobre el %TR en el VIS de la adición de pequeñas cantidades (entre 0,0042% y 0,0126%) de un absorbente de luz (en este caso negro de C) a una concentración dada de Al (1,2% en este caso). Puede apreciarse que la influencia es apenas apreciable para el 0,0042% de C añadido; que la disminución de la transmitancia (incremento de la pantalla) es notable para adiciones de C del 0,0084%, y

que a mayores cantidades de C añadidas (0,0126%) no se aprecian mejoras significativas en el nivel de apantallamiento.

Las referencias utilizadas en el gráfico corresponden a:

5

(23) - PET estándar + 1,2% Aluminio, Ep = 0,23 mm

(24) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 42 ppm Negro, Ep = 0,23 mm

10

(25) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 84 ppm Negro + 0,25% TiO₂, Ep = 0,23 mm

(26) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 126 ppm Negro + 0,50% TiO₂, Ep = 0,23 mm

15

La Figura -7- muestra un gráfico, en el mismo tipo de representación del %TR en el VIS, de la influencia de la adición de TiO₂ (para el 0,25% y el 0,5% de adición de TiO₂) a una composición base formada por el 1,2% de Al + 0,0084% de C. Puede comprobarse como la adición de TiO₂ en las cantidades citadas provoca un efecto positivo en la reducción del %TR (mejora del apantallamiento), que no presenta diferencias significativas entre el 0,25% y el 0,5% de adición de TiO₂.

20

Las referencias utilizadas en el gráfico corresponden a:

(27) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 84 ppm Negro, Ep = 0,23 mm

25

(28) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 84 ppm Negro + 0,25% TiO₂, Ep = 0,23 mm

(29) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 84 ppm Negro + 0,50% TiO₂, Ep = 0,23 mm

30

La Figura -8- muestra un gráfico en el que se ha representado a lo largo del espectro VIS el %TR que rinde una composición con una carga total del 1,45% conteniendo TiO₂ en un 0,25%, frente a otra composición muy próxima de carga total (1,5%) sin TiO₂. Se observa que aunque la adición de TiO₂ se muestra efectiva en la mejora del apantallamiento, puede conseguirse o mejorarse incluso dicho nivel de pantalla sustituyendo el 0,25% de TiO₂ por un incremento de la concentración de Al en una cantidad equivalente al 0,25%.

35

Las referencias utilizadas en el gráfico corresponden a:

(30) - PET estándar + 1,5% Aluminio + 84 ppm Negro, Ep = 0,22 mm

(31) - PET estándar + 1,2% Aluminio + 84 ppm Negro + 0,25% TiO₂, Ep = 0,22 mm

40

Realización preferente de la invención

45

El envase monocapa opaco producido mediante el método que es el objeto de la invención está destinado a contener sustancias fotosensibles, y comprende una matriz termoplástica y material opacificante dispersado en la matriz termoplástica. La matriz termoplástica es PET, PE, PP, PLA, PEN, PA o una mezcla de algunos de ellos, mientras el material opacificante comprende Al entre 0,5% y el 2,0%, en peso de Al referido al peso total del envase, tal que el coeficiente F, obtenido de multiplicar el % de Al por el espesor promedio de la pared del envase en mm., está comprendido entre 0,06 y 1,00. (0,06 < F < 1,00), preferentemente entre 0,2 y 0,5, y en una realización más específica siendo de 0,35, con una tolerancia de +/- 0,05.

50

El envase puede ser producido por inyección, inyección-soplado, extrusión-soplado o compresión-soplado.

55

En una realización alternativa, el material opacificante puede contener un absorbente de la luz, que puede ser por ejemplo negro de C, óxido de hierro, o cualquier otro producto o combinación de similares propiedades en cuanto a su capacidad de absorción de radiación lumínica, en un porcentaje comprendido entre el 0,0003% y el 0,05% en peso de absorbente referido al peso total del envase, preferentemente entre el 0,006 y el 0,015%.

60

Esta realización preferente del envase producido mediante el método de la invención se obtiene como consecuencia del siguiente desarrollo y pruebas experimentales: la invención que se describe hace referencia a un método para producir un envase plástico opaco que incorpora aluminio como carga apantallante principal, destinado a contener cualquier sustancia sensible al deterioro por reacciones fotoinducidas: leche y sus derivados, alimentos enriquecidos con vitaminas o aminoácidos, preparados a base de frutas o cualquier producto en el que la luz pueda alterar el aspecto, las propiedades organolépticas o el valor nutricional, y en general, se ha buscado una solución de apantallamiento lumínico que sea universalizable desde varios puntos de vista:

En primer lugar, la robustez de la pantalla debe ser lo suficientemente elevada para resultar efectiva en la preservación de la mayoría de las sustancias sensibles, sin tener que recurrir a soluciones complejas o a cantidades de carga que dificulten la aplicación y encarezcan en exceso las soluciones.

5 En segundo lugar, puesto que la sensibilidad de cada sustancia puede ser específica en diferentes zonas del espectro UV-VIS, la protección aportada debe ser muy uniforme a cualquier longitud de onda comprendida entre las citadas (sobre todo de 400 a 700 nm). Esto es importante porque lo habitual es que cada producto responda a varias zonas de sensibilidad, y llegar a determinar esas zonas de longitudes de onda distintas puede ser un trabajo tedioso y caro.

10 Que los materiales sean procesables en los equipamientos convencionales utilizados para la elaboración de envases, así como que los procesos implicados no se vean penalizados en sus rendimientos. Este aspecto resulta esencial para facilitar la puesta en práctica de la invención, sin necesidad de inversiones adicionales en el equipo para la elaboración de envases y sin encarecimiento de los procesos.

15 Y que la incorporación de las cargas sea modulable en su contenido, de modo que la posibilidad de predicción de los parámetros fundamentales del envase, como ya se ha explicado anteriormente en esta memoria, pueda llevarse a efecto con exactitud y precisión. La posibilidad de adicionar el AI de formas diversas a la matriz plástica (desde la polimerización hasta las mezclas madre en diferentes vehículos y soportes) permite la flexibilidad buscada sin complicaciones reseñables.

20 Esto último resulta de especial utilidad para evaluar de un modo sencillo y rápido la viabilidad de los proyectos una vez definidos los objetivos funcionales y económicos.

25 Para ello se han buscado los siguientes requisitos en la/s cargas/s:

• Que el contenido total de carga apantallante sea lo más bajo posible para alcanzar una cobertura dada, y en cualquier caso notablemente inferior al que contienen las soluciones que hoy son habituales en el mercado para obtener apantallamientos similares. Este aspecto es fundamental, ya que a mayor contenido de cargas las dificultades de los procesos de elaboración se incrementan. Se han comparado los % de cargas y los niveles de apantallamiento aportados por diferentes soluciones comerciales con los de la invención.

30 • Que la carga o las cargas incorporadas sean de uso habitual y que no existan especiales problemas de disponibilidad comercial.

35 • Que no incrementen de forma notable la densidad del material final, para que los pesos de los envases no se vean penalizados por este aspecto. Las soluciones comerciales disponibles hasta la fecha incrementan el peso del envase de forma apreciable con respecto al PET estándar, debido a su mayor densidad, mientras que la solución propuesta en esta memoria produce pesos prácticamente iguales a los del PET estándar.

40 • Que no resulten abrasivas, para evitar o minimizar los efectos de desgaste de los equipos e instalaciones implicados en la elaboración de los envases. Se tiene constancia de algunos problemas de abrasión y desgaste prematuro de moldes de soplado, de partes móviles de los molde de inyección y de cuchillas de corte en el proceso de granado, cuando se utiliza TiO₂ como agente apantallante, que es, hoy por hoy, el material más habitual para este fin.

45 • Que resulte económicamente viable y, en cualquier caso, más barato que la mayoría de las soluciones actuales de mercado con prestaciones equivalentes. Esto es posible gracias a las bajas cantidades de cargas que la invención descrita necesita y a la sencillez de la composición.

50 • Que sea apta para contacto con alimentos y que no presente tendencia a la migración.

55 • Que el aspecto resulte convencionalmente atractivo y que resulte fácilmente personalizable, sea por incorporación de colorantes o por cubrición del envase con "sleeves", mediante técnicas convencionales. Puesto que la mayor parte de la pantalla aportada por el AI se produce por reflexión de la luz incidente, la posibilidad de personalización es mucho más simple y barata que en aquellos casos en los que el efecto de la difracción o la absorción de luz altera los efectos de los colorantes o los "sleeves".

60 La experimentación que ha permitido la extracción de conclusiones relativas a la capacidad de apantallamiento del AI se ha llevado a cabo utilizando PET como material termoplástico de base, y la incorporación de las cargas apantallantes se ha realizado utilizando medios piloto de polimerización, extrusión, inyección y soplado, siendo los soportes utilizados en la dosificación tanto líquidos como sólidos. Estos medios piloto reproducen los procesos industriales de forma fiel, de modo que las conclusiones extraídas de ellos son perfectamente extrapolables a explotaciones comerciales convencionales.

Una vez constatada la capacidad teórica de apantallamiento del aluminio, evaluados su disponibilidad y precio, e identificada la calidad de suministro requerida para cualquier tipo de aplicación posterior (incluida la alimentaria), ha consistido en la cuantificación de las características requeridas en los envases para alcanzar distintos niveles de apantallamiento, entre el 90% de protección (10% de transmitancia) y el 99,99% de protección (0,01% de transmitancia). A fin de evitar otros factores de influencia que son realmente menos importantes pero potencialmente distorsionadores de las conclusiones obtenidas como: relaciones de estirado, grado de cristalinidad en el plástico y acabados superficiales, entre otros, se ha trabajado siempre con los mismos útiles de inyección, de soplado y de dispersión del Al en la matriz plástica (PET).

Definida la tipología del material opacificante y, por tanto, la especificidad de la potencia y la característica de apantallamiento aportadas, dos son los factores que influyen en la capacidad de protección lumínica de un envase: la concentración de material apantallante incorporado a la matriz polimérica, tal y como podemos ver en la Tabla 3, y el espesor de la pared del envase, reflejado en la Tabla 4.

Tabla 3: Influencia de Carga sobre Transmitancia

Carga (%)	Transmitancia (%)
0,5	4,79
0,7	2,76
1,2	0,11
1,5	0,01
2,0	0,01

Tabla 4: Influencia de Espesor sobre Transmitancia

Espesor (mm)	Transmitancia (%)
0,125	2,41
0,150	0,12
0,185	0,09
0,190	0,07
0,200	0,01
0,225	0,01
0,235	0,01

Valores de transmitancia registrados para unas cargas de 1,5% a 550 nm

Por tanto, se ha trabajado para evaluar las pantallas comprometiendo los dos factores citados (% cargas y espesor de pared de los envases), en un rango de niveles de apantallamiento que se ha considerado suficientemente amplio para cubrir desde aplicaciones en las que, sea por la sensibilidad baja de las sustancias a proteger o por los cortos tiempos de vida solicitados, los apantallamientos requeridos no necesitan acercarse al absoluto (ej.: para leches de entre 2 y 3 semanas de vida es suficiente cubrir alrededor del 90% de las radiaciones), hasta las coberturas virtualmente absolutas (en el entorno del 99,99%) que pueden ser necesarias para leches sensibles (UHT y similares) de más de seis meses de vida.

Los parámetros y aspectos trabajados, una vez elegido el Al como carga apantallante principal, han sido los siguientes y en los siguientes rangos de magnitud:

- Cargas: Al entre el 0,5% y el 2%; Negro de C entre el 0,0042% y el 0,0126%; TiO₂ entre el 0,1% y el 0,5%.
- Espesores de pared de los envases: además de los que suelen ser habituales en envases plásticos (entre 0,2 mm y 0,3 mm), se ha trabajado con espesores mucho más bajos correspondientes a envases extremadamente ligeros (hasta 0,12 mm) y mucho más altos (hasta 0,5 mm), porque se consideran rangos practicables aunque no sean habituales.

Para realizar la experimentación se realizaron preparaciones en las que el Al fue dispersado y suspendido en diferentes vehículos compatibles con los procesos de adición de la carga en los diferentes procesos, ya descritos, que permiten la incorporación de cargas a las matrices poliméricas. Se ensayó con éxito la vehiculización tanto en medios sólidos (concentrados o master-batch) como líquidos (concentrados líquidos), así

como en MEG (monoetilénglicol) que es una de las materias primas del PET y la que permitirá su adición a los reactores de polimerización, si ésta fuera la vía elegida para la dispersión de la carga en el plástico.

5 La relación de cargas ilustradas en los datos experimentales que se exponen a partir de aquí se ha conseguido utilizando siempre el mismo tipo de preparado sólido en base PET.

10 A continuación se inyectaron preformas, de idéntica geometría y peso, con diferentes contenidos de Al como única carga apantallante; estas preformas se soplaron para obtener envases idénticos entre sí y representativos de cualquier versión comercial, en este caso con un espesor de pared en el envase de 0,23 mm; finalmente los envases se ensayaron para la evaluación de los atributos de apantallamiento aportados por las diferentes concentraciones de cargas. Los resultados de esta experimentación pueden verse en la figura -5-.

Las conclusiones extraídas de esta parte de la experimentación son las siguientes:

15 Para un espesor de pared dado, existe una concentración umbral de Al en la matriz plástica a partir de la cual el nivel de apantallamiento se magnifica, probablemente por el efecto que una cubrición suficiente de la superficie expuesta a la luz produce al reflejar con mayor eficacia la radiación. Para el envase objeto de experimentación ($E_p = 0,23$ mm) esta concentración se sitúa entre el 0,7% y el 1%, % expresado en peso de Al sobre el peso total de la composición.

20 A partir de una concentración de Al en la matriz plástica superior al 1,7%, los efectos de mayores concentraciones pueden considerarse cuantitativamente inapreciables para los espesores de pared evaluados (0,23 mm), por ser ya la pantalla a estas concentraciones virtualmente total (entiéndase “virtualmente total” como el punto en que los equipos de medición disponibles en el estado de la técnica actual no son capaces de discernir diferencias consistentes para diferentes concentraciones, lo que viene determinado por la sensibilidad de detección de los equipos de medida disponibles en el estado actual de la técnica, que es, como ya ha sido anteriormente mencionado, de +/- 0,01% TR).

30 Una vez constatada la posibilidad de emplear Al a dosis muy bajas para conseguir los objetivos de pantallas perseguidos, se trabajó en la evaluación de los efectos sinérgicos que la adición en bajas concentraciones de otros agentes apantallantes, ya conocidos y profusamente descritos en el estado de la técnica, podrían eventualmente proporcionar en aras de una reducción aún mayor de los contenidos de cargas.

35 Se comenzó por ensayar una concentración fija de Al, que se cifró en el 1,2% en peso de Al, a la que se añadieron cantidades crecientes de negro de C.

Los resultados de las mejoras conseguidas en el apantallamiento pueden verse en la figura -6-, de la que se extrajeron las siguientes conclusiones:

40 Existe una aportación significativa en términos relativos a la pantalla por efecto de la adición de negro de C en todo el rango del espectro ensayado.

45 Concentraciones de C añadidas al 1,2% de Al influyen poco o nada en el efecto apantallante por debajo de 42 ppm de C.

La aportación a la pantalla de 84 ppm de C añadidos al 1,2% de Al tienen un efecto significativo (50% de mejora en términos relativos) sobre la pantalla, pero adiciones superiores no permiten apreciar mejoras.

50 Como efecto sorprendente, podemos citar que la adición de negro de C al Al en las cantidades descritas hizo subir el color L^* medido en las paredes de los envases (coordenada que indica el nivel de “blanco”, más blanco a mayor valor L^*) hasta en 6 – 7 unidades con la consiguiente mejora del aspecto. Este efecto podemos verlo reflejado en la Tabla 5.

Tabla 5: Influencia de la adición de negro en el color

Material Composición	Color L^*
PET + 1,2% Aluminio	74,9
PET + 1,2% Aluminio + 84 ppm Negro	81,2

55 Fijando una composición del 1,2% de Al + 0,0084% de C como referencia, se adicionaron diferentes cantidades de TiO_2 , cuyo poder apantallante se conoce. Los efectos de la combinación de Al, C y TiO_2 se representan en la figura -7-, de la que se extrajeron las siguientes conclusiones.

Adiciones del 0,25% y del 0,5% de TiO₂ a la combinación de Al y C, tienen efecto positivo en el nivel de apantallamiento y, por ello, es importante dejar constancia de ello.

5 Sin embargo, es también cierto que dado el elevado nivel de apantallamiento conseguido por el Al + C, cuantitativamente el efecto del TiO₂ sólo será relevante en casos muy particulares. Por otra parte, conseguir la pantalla producida por la combinación de: 1,2% Al + 0,25% TiO₂ +0,084% C (carga total 1,458%), es posible suprimiendo el TiO₂, manteniendo el 0,0084% de C e incrementando el contenido de Al hasta el 1,5% (carga total 1,508), lo que supone prácticamente la misma carga total que con el 0,25% de Al pero con una composición más simple y atractiva, tal y como se muestra en la figura -8-. Esto, unido al hecho de que la adición de TiO₂ altera el aspecto del envase al inhibir el atractivo brillo metálico del Al ligeramente a dosis del 0,25% y notablemente al 0,5%, hace aconsejable no prescribir la presencia de TiO₂ de forma genérica, y apuntar únicamente la oportunidad de utilizarlo en casos particulares.

15 Otra parte de la experimentación consistió en fijar los contenidos de Al en preformas de idéntico peso, variando ahora los moldes de soplado, que determinan la capacidad final del envase, para obtener paredes de diferentes espesores. Los espesores ensayados abarcan los que en términos razonables pueden tener envases comerciales de diferente tipología y peso, desde los muy ligeros (hasta 0,12 mm) hasta envases pesados y de gran consistencia mecánica (0,5 mm). Envases con espesores de paredes promedios por debajo de 0,12 mm resultarían excesivamente débiles para mantener la consistencia en la mayor parte de las aplicaciones, y espesores de paredes por encima de 0,5 mm resultarían excesivamente pesados, caros y difícilmente procesables.

20 Como ejemplo: la mayor parte de los envases plásticos comerciales se mueve en rangos de espesores entre 0,2 mm y 0,3 mm.

25 La selección de los espesores ensayados ha respondido a los siguientes criterios: para definir el umbral inferior, factibilidad y consistencia mecánica de los envases; y para el superior, economía y racionalidad de los procesos implicados.

30 Definición del umbral inferior: se ha comenzado por medir los espesores de botellas comerciales en diferentes aplicaciones, tamaños y materiales, como queda reflejado en la Tabla 6.

Tabla 6: Espesores Envases varios

	Material envase	Contenido	Proceso de formación	Espesor promedio (mm)
1	Botella PET	Leche	Inyección-Soplado	0.19
2	Botella PET	Leche	Inyección-Soplado	0.23
3	Botella PET	Leche	Inyección-Soplado	0.21
4	Botella PET	Leche	Inyección-Soplado	0.24
5	Botella PET	Leche	Inyección-Soplado	0.20
6	Botella PE	Leche	Extrusión-soplado	0.50
7	Botella PE	Leche	Extrusión-soplado	0.45
8	Botella PET	Zumos	Inyección-Soplado	0.36
9	Botella PET	Té frío	Inyección-Soplado	0.27
10	Botella PET	Agua aromatizada	Inyección-Soplado	0.23

35 Es importante destacar que las tablas están realizadas con matriz termoplástica PET, pero los resultados obtenidos permiten extrapolar que las matrices termoplásticas alternativas rendirán resultados semejantes.

40 No obstante, la voluntad de aligeramiento de los contenedores es una pauta común a todos los sectores implicados en la comercialización de productos envasados, por lo que en este caso se ha estimado el límite técnico alcanzable mediante los procesos usuales de producción de envases.

45 Puesto que son los envases producidos por inyección-soplado o por soplado de preformas los más frecuentes y los que presentan sistemáticamente espesores de paredes más bajos, nos centraremos en ellos para justificar el límite inferior potencialmente viable.

- La conformación de preformas implica el llenado de un molde con material plástico, de modo que los procesos sean rápidos y fiables desde el punto de vista de la calidad. Puesto que el molde que recibe el material que formará la pieza se encuentra refrigerado a temperaturas (entre 7° C y 15° C) muy por debajo de las de moldeo (hasta 300° C), la operación de llenado debe ser rápida para evitar la solidificación de parte del material antes de que el molde se haya llenado por completo. Las dimensiones de las preformas juegan en el llenado del molde un papel fundamental, y en general existe una relación entre la longitud de la pieza (L_p) y su espesor de pared (W_t) que debe ser respetada de forma inexcusable. Normalmente, no es posible conformar piezas en las que la relación L/W_t supere un determinado valor, que en términos generales puede cifrarse alrededor de 40 para PET, que es, por otra parte, el material que representa la práctica totalidad de los envases hechos mediante inyección-soplado o soplado de preformas. Para los casos más extremos de preformas muy cortas y ligeras (Ej.: $L_p = 80$ mm), convencionalmente se sitúa el espesor de pared de este tipo de preformas cortas y ligeras alrededor de 2 mm; siendo agresivos y considerando posibles aportaciones hechas por materiales especiales o equipamientos específicamente adaptados, cifraremos el espesor mínimo de preforma viable en 1,8 mm.
- 5 Cuando la preforma es soplada, sufre un estiramiento mecánico que hace llenar el molde de soplado y conformar en sus dimensiones definitivas el envase. Durante el estirado se produce una orientación del material que puede cifrarse de un modo sencillo dividiendo el desarrollo longitudinal de la botella (L_b) por el de la preforma (L_p), dando lugar al estirado longitudinal (S_l) = L_b / L_p . Lo mismo ocurre en sentido radial, de modo que si se divide el diámetro medio del envase (D_b) entre el diámetro medio de la preforma (D_p), se obtiene el valor del estirado radial (S_r) = D_b / D_p .
- 10 El producto (S_l) x (S_r) arroja el valor del estirado biaxial (S_t). Este valor debe estar centrado dentro de unos límites, para poder atender, por un lado el adecuado reparto del material en el envase, y por otro los límites de estiramiento que los materiales soportan sin sufrir alteraciones en su estructura molecular y cristalina (en el caso de polímeros semicristalinos). Estos valores se mueven en los límites extremos entre 8 y 15. Valores inferiores a 8 harán difícil un buen reparto del material, y valores superiores a 15 comportan procesos muy agresivos y son soportados por pocos polímeros semicristalinos.
- 15 Si nos vamos al caso extremo de una preforma de pared muy delgada (1,8 mm) y un estirado muy elevado (15), el espesor de pared promedio teórico del envase resultante (W_b) tendrá un valor que viene dado por el cociente entre el espesor de la preforma y el estirado biaxial ($W_b = W_p / S_t$), que en el caso límite definido por los criterios descritos será: W_b (límite inferior) = $1,8 \text{ mm} / 15 = 0,12 \text{ mm}$.
- 20 Umbral superior: en este caso la imposición fundamental es realmente el peso del envase, que por cuestiones de economía suele estar voluntariamente contenido, pero a ello pueden añadirse argumentos técnicos, que se detallan a continuación.
- 25 Los límites de espesores de pared de preformas viables están afectados tanto por los materiales empleados como por los equipamientos utilizados en la elaboración de las preformas, pero, en general, los tiempos de refrigeración y por tanto de ciclo de producción (mayores a mayor espesor) y la necesidad de estirado durante el soplado (más dificultoso a mayor espesor), determinan en el entorno de 4 mm el espesor de preformas razonablemente viables para procesos, materiales y equipamientos estándares.
- 30 Si ahora el caso extremo es el de bajo estirado y elevado espesor de pared en la preforma, el cociente W_p / S_t , en los casos límite definidos, determinará el valor del límite superior de espesor de envase obtenido convencionalmente. W_b (límite superior) = $4 \text{ mm} / 8$, que arroja un valor máximo razonable de espesor de pared en el envase de alrededor de 0,5 mm.
- 35 Estas son, por tanto, las razones de la selección del rango aproximado de espesores de las paredes de los envases ensayados entre 0,12 mm y 0,5 mm.
- 40 Hay que insistir que la mayor parte de los envases comerciales se mueven entre 0,2 y 0,3 mm de espesor de pared, rango en el que se han realizado para instruir la presente invención la mayor parte de los ensayos y mediciones.
- 45 Examinaremos ahora en el criterio de selección del rango de concentraciones de Al elegido.
- 50 Puesto que de la combinación de los espesores de paredes de los envases y la concentración de carga opacificante (apantallante) incorporada a la matriz plástica, se pretende conseguir un determinado nivel de apantallamiento (medido en nuestro caso con % de transmitancia), es la selección de los niveles de pantalla lo que determinará los objetivos en las concentraciones de cargas (expresados como % de carga, en peso relativo al peso total del envase).
- 55
- 60

5 Deberemos comenzar por tanto, por establecer el criterio de pantalla deseada. Como se ha dicho ya con anterioridad, el 90% de cobertura (10% de transmitancia) se considera el umbral inferior suficiente para dar servicio funcional a los casos en que, por tratarse de productos poco sensibles o por necesidades de tiempo de vida corto (menos de tres semanas), no es necesario aportar una protección total pero es necesario proteger una buena parte de las radiaciones luminosas.

10 En casos donde la sensibilidad de los productos es alta o los tiempos de vida son largos (superiores a cuatro meses), o ambas cosas se combinan (leche microfiltrada, UHT, vitaminas de los grupos A y B, peróxidos...), la protección ha de ser virtualmente total y se cifra en el 99,99% (transmitancia 0,01%) la necesidad de protección. Es justo decir que para las medidas de transmitancia cuasi-nula, expresadas por debajo del 0,02%, la sensibilidad de los equipos de medida queda prácticamente transcendida (+/- 0,01%), por lo que cualquier resultado en ese entorno de magnitud puede considerarse como un apantallamiento absoluto.

15 Calculados de este modo los niveles de transmitancia entre el 10% y hasta el 0% (o el 0,01% atendiendo la sensibilidad de los equipos de medida), la combinación de espesores de paredes (entre 0,12 mm y 0,5 mm) con diferentes concentraciones de carga determinará los umbrales inferior y superior de ésta. El umbral superior se definirá en el punto a partir del cual la aportación de mayores contenidos no influya en la mejora de la pantalla para un determinado espesor de pared entre los citados.

20 Se ha comprobado que para envases de espesor de pared estándar (entre 0,2 mm y 0,3 mm), adiciones de Al por encima del 2% no aportan mejoras en los niveles de apantallamiento por ser estos ya, en la combinación $E_p = 0,2 \text{ mm} \times \%Al = 2\%$ ($F = 0,4$), prácticamente absolutos. También se deduce de la observación de las figuras -2- y -5-, que en el caso de un espesor de pared en el rango bajo de los estándares (en el entorno de 0,2 mm) una concentración de Al añadida del 0,5% resultará suficiente para cubrir el rango inferior de apantallamiento deseado (%TR alrededor del 10%).

De este modo y por estas razones, el rango de concentraciones de Al preferido se concreta entre el 0,5% y el 2%.

30 La pantalla (% TR) es el parámetro que define la funcionalidad requerida en cada caso, por lo que garantizar en un envase el valor máximo de % TR que para él se defina, constituye el objetivo a cumplir.

35 El siguiente paso, puesto que los factores fundamentales de influencia en la pantalla son el espesor de la pared del envase y la concentración de carga opacificante contenida en él (E_p y %Al), ha consistido en la búsqueda de un factor que relacione ambos parámetros (espesor de pared y concentración de Al) de un modo sencillo, a fin de encontrar a partir de ese factor la concreción teórica que oriente la constitución del envase para una pantalla previamente definida. Como, normalmente, el espesor de la pared del envase es conocido de antemano, o puede calcularse a partir de premisas elementales como la capacidad y el peso deseados, relacionar la pantalla con el factor que agrupe espesor y concentración, permitiría conocer la concentración mínima de carga necesaria para garantizar la pantalla requerida en cada caso, lo que es tanto como poder calcular costes, evaluar rendimientos y, en suma, hacer valoraciones previas de viabilidad de los proyectos en que se necesite apantallamiento, sin necesidad de prototipos y pruebas empíricas, siempre costosas en tiempo y recursos.

45 Este factor (F) se definió, de forma simple, como el producto resultante de multiplicar el espesor de pared (E_p), en mm, por el porcentaje de Al contenido en el envase. $F = E_p \times (\%Al)$, siendo %Al = ((peso de Al en el envase en cuestión) / (peso total del envase)) x 100.

50 A fin de comprobar si, realmente, el factor "F", definido como: $E F = E_p \times \%Al$, es un parámetro caracterizador del envase en términos de la pantalla lumínica aportada al mismo, se han realizado numerosos experimentos, consistentes en componer diferentes valores de F mediante combinaciones distintas de espesores de pared y concentraciones de Al dentro de los rangos ya definidos para E_p (entre 0,12 y 0,5 mm) y % Al (entre 0,5% y 2%). En este caso se ha ensayado sólo el Al, sin acompañamiento de C u otras cargas diferentes del Al, ya que se sabe que adiciones de C, o en su caso de TiO₂, vendrían a mejorar en cualquier caso los rendimientos del Al solo. De toda la batería de envases obtenidos mediante las diferentes combinaciones citadas, se ensayaron %TR a través de las paredes eligiendo la transmitancia a 550 nm como dato representativo del nivel de apantallamiento, por las razones de convención citadas con anterioridad. A continuación se construyó un gráfico en el que se enfrentaron los diferentes valores de F con sus correspondientes % de transmitancia. Los resultados de esta experimentación quedan reflejados en la figura -4-. Como indicador del grado de ajuste de los datos representados se eligió el coeficiente de regresión (tratamiento estadístico de los datos) elevado al cuadrado, representado como R² en el margen derecho del gráfico. R² es un indicador del grado de relación que guardan entre sí los parámetros enfrentados en un gráfico de este tipo (en nuestro caso F vs. %TR), indicando, en los casos extremos e hipotéticos, R² = 0 una falta absoluta de relación, y R² = 1 una concordancia absoluta. Para experimentos empíricos en los que se utilizan medios y técnicas industriales, un valor de R² > 0,9 puede

considerarse un valor fiable de concordancia y de relación entre los parámetros enfrentados, dentro de los rangos objeto de experimentación.

5 Dado que en nuestro caso se ha obtenido un valor de R2 superior a 0,98 y habida cuenta de la casi nula dispersión de los datos representados respecto de la curva que conforma su representación gráfica, se concluye que el factor F y el %TR (nivel de apantallamiento) guardan una estrecha relación, y, por tanto se considera F un parámetro caracterizador del envase en términos de apantallamiento lumínico.

10 De la observación de la figura -4- se concluyen las siguientes afirmaciones:

- . Que existe una relación entre los niveles de apantallamiento y el valor del factor F, de modo que a valores crecientes de F les corresponden % de transmitancia decrecientes.

15 - . Que es posible encontrar en el factor F, tal como ha sido definido, un rango de valores que determine, para cualquier combinación de espesores de paredes y concentraciones en los rangos definidos anteriormente para C (0,5% a 2% de Al) y Ep (0,12 mm a 0,5 mm), la transmitancia a través de la pared de un envase. Para transmitancias máximas del 10% este valor se cifra ligeramente por debajo de 0,1, y para apantallamientos totales (0,00% de transmitancia) el factor deberá ser superior a 0,40 o 0,50.

20 - . Que a valores bajos de F (por debajo de 0,15) el efecto de incrementos de dicho factor sobre la pantalla tendrán un efecto muy acusado en la aportación de pantalla, y que a valores elevados de F (por encima de 0,25) el efecto en términos absolutos sobre la pantalla requerirá de incrementos significativos del factor. La observación de este hecho es de importancia capital para conseguir eficientemente un compromiso dado entre el nivel de apantallamiento buscado y la constitución del envase requerido al caso.

25 - . Que el uso de Al permite obtener pantallas virtualmente absolutas en envases monocapa, con constituciones y procesos convencionales. Por ejemplo: para un envase con Ep = 0,22 mm (constitución convencional), bastarán adiciones de Al inferiores al 2% para conseguir una pantalla total (0%TR), lo que es perfectamente compatible con los procesos convencionales de elaboración de envases y de aditivación.

30 - . Que la demostrada relación entre el factor F y el %TR, permite la realización de predicciones y de estudios de viabilidad previos a la ejecución de un proyecto de envase apantallante, sin necesidad de largos y costosos ensayos empíricos.

35 De lo expuesto se desprende que el factor "F", tal como se ha definido, es un parámetro caracterizador del envase que se describe, y que la asignación de un valor concreto a dicho factor definirá distintas constituciones de envases posibles, para alcanzar, dentro de un estrecho margen de variación, un nivel de apantallamiento lumínico concreto a cualquier longitud de onda comprendida en los espectros UVA y VIS (desde 200 nm hasta 700 nm).

40 En atención de todo lo antedicho, y teniendo en cuenta los rangos de Ep y %Al ensayados, por razones que ya han sido expuestas, son probablemente realizables envases característicos de esta invención dentro de los siguientes límites: desde Ep = 0,12 mm y %Al = 0,5%, hasta Ep = 0,5 mm y %Al = 2%. Resultando valores de F entre 0,06 y 1,0, lo que es consistente con los valores de F que se habían fijado aproximadamente para cubrir desde %TR alrededor del 10% (F ligeramente inferior a 1), hasta pantallas totales (0%TR para valores de F superiores a 0,4 ó 0,5).

50 En consecuencia, se considera oportuno para garantizar las prestaciones del envase producido por el método objeto de esta invención, reivindicar un rango de valores del factor F comprendido entre 0,06 y 1,0 ($0,06 < F < 1,0$).

55 Es posible asimismo anticipar, de forma precisa, la constitución del envase adecuado a una necesidad de apantallamiento, previamente definida, a partir del factor F. A continuación se citan algunos ejemplos de aplicación práctica de estimación predictiva de envases utilizando la relación entre F y el %TR:

60 Ejemplo 1: supongamos que para el envasado de un determinado producto fotosensible se conoce el nivel de protección necesario (99% a 550 nm), la capacidad del envase (1 ltr.) y el peso (30 grs.); a partir del peso y la capacidad es sencillo calcular con notable aproximación, mediante procedimientos divulgados y sencillos, el espesor de la pared del envase (0,28 mm en nuestro caso); como puede verse en la gráfica representada en la figura -4-, al 99% de cobertura (1%TR) le corresponde un factor F = 0,2; puesto que $F = E_p \times \%Al$, aplicamos el producto a nuestro caso: $0,2 = 0,28 \times \%Al$, resultando un $\%Al = 0,2/0,28 = 0,71\%$, quedando así definido el envase con la posibilidad de anticipar valoraciones de viabilidad técnica o económica sin necesidad de costosas y largas pruebas empíricas. Además, como otra importante ventaja aportada por esta invención es la constancia

del nivel de apantallamiento a cualquier longitud de onda, ni siquiera es preciso conocer de antemano la sensibilidad específica de una sustancia para la aplicación de este sencillo método predictivo.

5 Ejemplo 2: supongamos que se desea para un envase ligero una cobertura absoluta, que se desconocen las sensibilidades específicas del producto a envasar y que la economía del envase es crítica para la viabilidad del proyecto; con los procedimientos conocidos sería muy difícil dar cumplimiento a las tres premisas, ya que con monocapas sería inviable una cobertura absoluta a todas las longitudes de onda, las multicapas son costosas y no permiten aligeramientos extremos (se necesita cierto espesor de pared mínimo para la superposición de estructuras) además de resultar caras “per se”; en nuestro caso, bastará con elegir una pared delgada pero viable (0,20 mm), buscar en la gráfica de la figura -4- el menor valor de F que asegure un %TR de 0,01% o inferior (0,4), y aplicar la fórmula $F = E_p \times \%Al$ para despejar la cantidad de Al con la que definir la solución: $0,4 = 0,20 \times \%Al$, y en consecuencia: $\%Al = 2\%$, quedando así definido el envase de forma eficiente.

15 Como ya se ha demostrado que pequeñas adiciones de otras cargas apantallantes, como C y/o TiO₂ a la base de Al, mejoran las prestaciones de pantalla, si estas cargas acompañasen al Al sólo podríamos mejorar los niveles de apantallamiento ya expresados para una concentración dada de Al, o bien podríamos disminuir el contenido total de carga para igualar una pantalla dada sólo por Al.

20 A continuación, una vez cifrados los valores límites del parámetro F, caracterizador del envase objeto de esta invención, entre 0,06 y 1,0 ($0,06 < F < 1,00$), se exponen algunos ejemplos más de aplicación a casos prácticos.

25 Ejemplo 3: supongamos el caso de un envase con requerimientos mecánicos muy exigentes (dado por un elevado espesor de pared), en el que el nivel de apantallamiento debe ser del 99,5 % ($\%TR = 0,5\%$) a dos longitudes de onda diferentes: 380 nm y 500 nm. Definiremos en primer lugar un espesor de pared que garantice una elevada consistencia mecánica, de modo que se cifra el espesor de pared en 0,4 mm. Queda ahora definir el %Al que garantice el apantallamiento de la forma más económica posible. Como en nuestro caso el nivel de apantallamiento es prácticamente independiente de la longitud de onda, podemos recurrir al gráfico de la figura -5- para estimar un valor de $F = 0,25$ a fin de garantizar la cobertura del 99,5% ($\%TR = 0,5\%$) con el menor contenido de carga (Al) posible. Como $F = E_p \times \%Al$, sustituyendo los valores estimados y despejando %Al en la ecuación, obtenemos un valor de $\%Al = 0,25 / 0,4 = 0,625\%$, quedando así definido el envase.

35 Si el peso del envase no es un parámetro previamente definido, y únicamente el nivel de apantallamiento condiciona la selección del envase, varias opciones serán posibles en diferentes combinaciones de E_p y C.

40 Ejemplo 4: supongamos que se requiere un envase en el que el nivel de apantallamiento se cifra en el 99% (ya no insistiremos en la necesidad de concretar las longitudes de onda, porque en nuestro caso no es relevante debido a la consistencia de la pantalla a cualquier longitud de onda), y para el que las opciones de alto o bajo espesor de pared (mayor o menor peso del envase) resultan secundarias. Una vez más, recurriremos a la figura -5-, en la que podemos ver que para un %TR del 1% (cobertura del 99%) el valor de F es de 0,2. Fijado $F = 0,2$, las propuestas extremas de envases sería: un envase extraordinariamente ligero (0,12 mm de E_p) con 1,7% de Al ($0,2/0,12 = 1,66\%Al$), o bien un envase muy pesado (0,4 mm de espesor E_p) con un 0,5%Al ($0,2 / 0,4 = 0,5\%Al$). Entre estos límites de E_p y %Al pueden realizarse los cálculos oportunos para elegir el envase deseado, atendiendo criterios de economía (enfrentando coste del PET a coste del Al), tipo de equipamiento disponible (mayor o menor cantidad de carga), tipología del envase deseado (pesado o ligero)....

50 En los ejemplos 1 a 4 se pretende ilustrar la importancia de poder realizar predicciones fiables, gracias a la definición del factor F como parámetro caracterizador del envase producido por el método objeto de esta invención

55 Para la realización de las pruebas experimentales, además de las técnicas analíticas habitualmente empleadas para caracterizar los plásticos (medidas de viscosidad, colores, contenido de monómeros, granulometría, contenido de catalizadores, contenido de humedad, caracterización de grupos terminales en las cadenas de polímero, densidad, puntos de fusión, reblandecimiento y cristalización, como análisis más frecuentes), se han empleado otras técnicas específicamente orientadas a la evaluación de los atributos de apantallamiento lumínico y contenidos de cargas propios de la solución descrita. A continuación se citan las técnicas particulares empleadas:

60 A - Incorporación de luz a los envases: se ha empleado un luxómetro marca ISO TECH, con rango de medida entre 0 y 3.000 Lux.

La técnica consiste en exponer los envases a una iluminación constante con luz artificial de intensidad 2.500 Lux a 1 m de la fuente iluminante. Se introduce la célula de detección del aparato dentro del envase y se cierra la boca de éste mediante un tapón opaco que a su vez sujeta en posición fija el detector.

La medida dada por el equipo, una vez ajustada la escala a las condiciones de opacidad de cada envase indica la cantidad de luz total que penetra a través de las paredes.

Este ensayo no sirve para medir niveles de apantallamiento particulares a cada longitud de onda.

5 B - Espectros continuos UV – VIS: permiten conocer la capacidad de apantallamiento en cada longitud de onda. Se ha empleado una resolución tal que permite discriminar las medidas cada 10 nm, entre los 200 y los 700 nm de longitud de onda.

10 Para las medidas de transmitancia, en el UV se ha empleado un espectrofotómetro Perkin Elmer con doble iluminación UV y VIS, que abarca posibilidad de medidas desde 200 nm hasta 700 nm. Para las medidas en el VIS se ha utilizado un espectrofotómetro Minolta CM que sólo abarca de 330 a 700 nm. Ambos equipos están dotados de un detector en modo esfera integradora, de forma que toda la radiación emergente de la muestra expuesta es recogida y detectada. Es importante distinguir este tipo de medida del que producen otros equipos sin esfera integradora (modo normal), ya que estos últimos sólo recogen y detectan la luz que emerge perpendicularmente a la muestra expuesta, pudiendo, por este motivo, dar lecturas de transmitancia engañosamente mejores que las detectadas por el modo utilizado en este experimento (modo esfera integradora). La sensibilidad de los equipos citados es de +/- 0,01% de TR.

20 El ensayo consiste en colocar una lámina de 3 x 3 cm de superficie entre la fuente iluminante y el detector, de modo que el equipo reconozca el % de luz que atraviesa la lámina (transmitancia) de muestra a cada longitud de onda, integra los resultados y proporciona datos referidos al % de luz que ha atravesado la muestra (%TR) a cada longitud de onda. $\% TR = ((\text{intensidad de radiación incidente}) / (\text{intensidad de luz emergente})) \times 100$.

25 C - Espesores de las paredes de los envases: es muy importante conocer el espesor de la lámina que ha producido una determinada transmitancia para comparar las capacidades de apantallamiento de diferentes soluciones, ya que el espesor de la lámina influye en la cantidad de luz transmitida.

30 Para ello se ha empleado un calibre adaptado específicamente, marca MITUTOYO, con precisión de 0,01 mm y rango de medida de 0 a 8 mm.

35 D - Contenido de cargas minerales: cuando la solución es conocida, lo más operativo es realizar una calcinación total de la muestra para evaluar el contenido de cenizas. Una vez conocido el % de residuo tras calcinación, es sencillo transformar el peso de las cenizas en la carga que le dio origen.

En caso de composiciones complejas o muestras desconocidas, se realiza una digestión de la muestra y se somete esta a un análisis de ICP (inducción por plasma acoplado), que permite cuantificar los diferentes componentes inorgánicos.

40 E - Ensayos de migración: además de los ensayos de migración global normalizados para la evaluación de materiales plásticos destinados a estar en contacto con alimentos, se ha desarrollado un procedimiento específico de cuantificación de Al en los diferentes simulantes tipificados al efecto.

Los resultados obtenidos avalan la aptitud alimentaria de la solución presentada.

45 Expresión de resultados y rangos de medida en los gráficos y tablas de % de transmitancia (% TR).

50 • Nivel de apantallamiento lumínico: las medidas experimentales que indican la medida del apantallamiento se han realizado siempre como % TR. Puesto que la transmitancia indica la cantidad de luz que no ha sido capaz de ocultar o disipar la muestra sometida a radiación, el nivel de apantallamiento se expresa como el % de luz ocultada o disipada por una muestra; así pues: nivel de apantallamiento = $100 - (\%TR)$. Ejemplo: cuando nos referimos a un nivel de apantallamiento del 99,99% estamos refiriéndonos a una muestra que en la medida espectrofotométrica ha dado un %TR = 0,01%. Si nos referimos a un nivel de apantallamiento del 90%, la muestra sometida a ensayo ha dado un %TR = 10%.

55 • Rangos de longitudes de onda expresados en las medidas de %TR; las medidas en la región UVA son notablemente más costosas y complejas que las del VIS, hasta el punto que este tipo de medidas se han externalizado, realizándolas en un centro acreditado externo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. - Método para producir un envase monocapa opaco por inyección, inyección-soplado, extrusión-soplado o compresión-soplado, destinado a contener sustancias fotosensibles, que comprende una matriz termoplástica y material opacificante dispersado en la matriz termoplástica, caracterizado porque la matriz termoplástica es tereftalato de polietileno (PET), polietileno (PE), polipropileno (PP), ácido poliláctico (PLA), polietileno naftalato (PEN), poliamida (PA) o una mezcla de cualquiera de ellos, y porque el material opacificante comprende aluminio metálico Al entre el 0,5% y el 2,0% en peso de Al referido al peso total del envase, estando el método caracterizado por presentar los siguientes pasos:
- 10 a) elección de un parámetro de pantalla TR que tenga un nivel de transmisión entre 10% a 0%;
b) definición del coeficiente F dentro del rango $0,06 < F < 1,00$ utilizando la curva mostrada en la Figura 4;
c) elección del espesor de pared promedio del envase dentro del rango $0,12 \text{ mm} < E_p < 0,5 \text{ mm}$;
d) cálculo del % en peso del material opacificante dividiendo el coeficiente F entre el espesor de pared promedio E_p del envase en mm, según se ha definido en el paso c).
- 15 2. - Método para producir un envase monocapa opaco, según la reivindicación 1, caracterizado porque en el paso b) el coeficiente F se define dentro del rango $0.2 < F < 0.5$.
- 20 3. - Método para producir un envase monocapa opaco, según las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque en el paso b) el coeficiente F se define en 0,35, con una tolerancia de +/- 0,05.
- 25 4. - Método para producir un envase monocapa opaco, según las reivindicaciones 1, 2 o 3 caracterizado porque el material opacificante contiene un absorbente de la luz entre el 0,0003% y el 0,05% en peso de absorbente referido al peso total del envase.
5. - Método para producir un envase monocapa opaco, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el absorbente de la luz está presente entre un 0,006 y un 0,015%.
- 30 6. - Método para producir un envase monocapa opaco, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el absorbente de la luz es negro de C, negro de humo o C activo.
7. - Método para producir un envase monocapa opaco, según las reivindicaciones 1 - 5, caracterizado porque el absorbente de la luz es un óxido de hierro.
- 35 8. - Método para producir un envase monocapa opaco, según las reivindicaciones 1 - 5, caracterizado porque el absorbente de la luz es una combinación de negro de C y un óxido de hierro.
- 40 9. - Método para producir un envase monocapa opaco, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el espesor de la pared del envase está comprendido en el rango entre $0,12 \text{ mm} < E_p < 0,2 \text{ mm}$.

Fig. 1

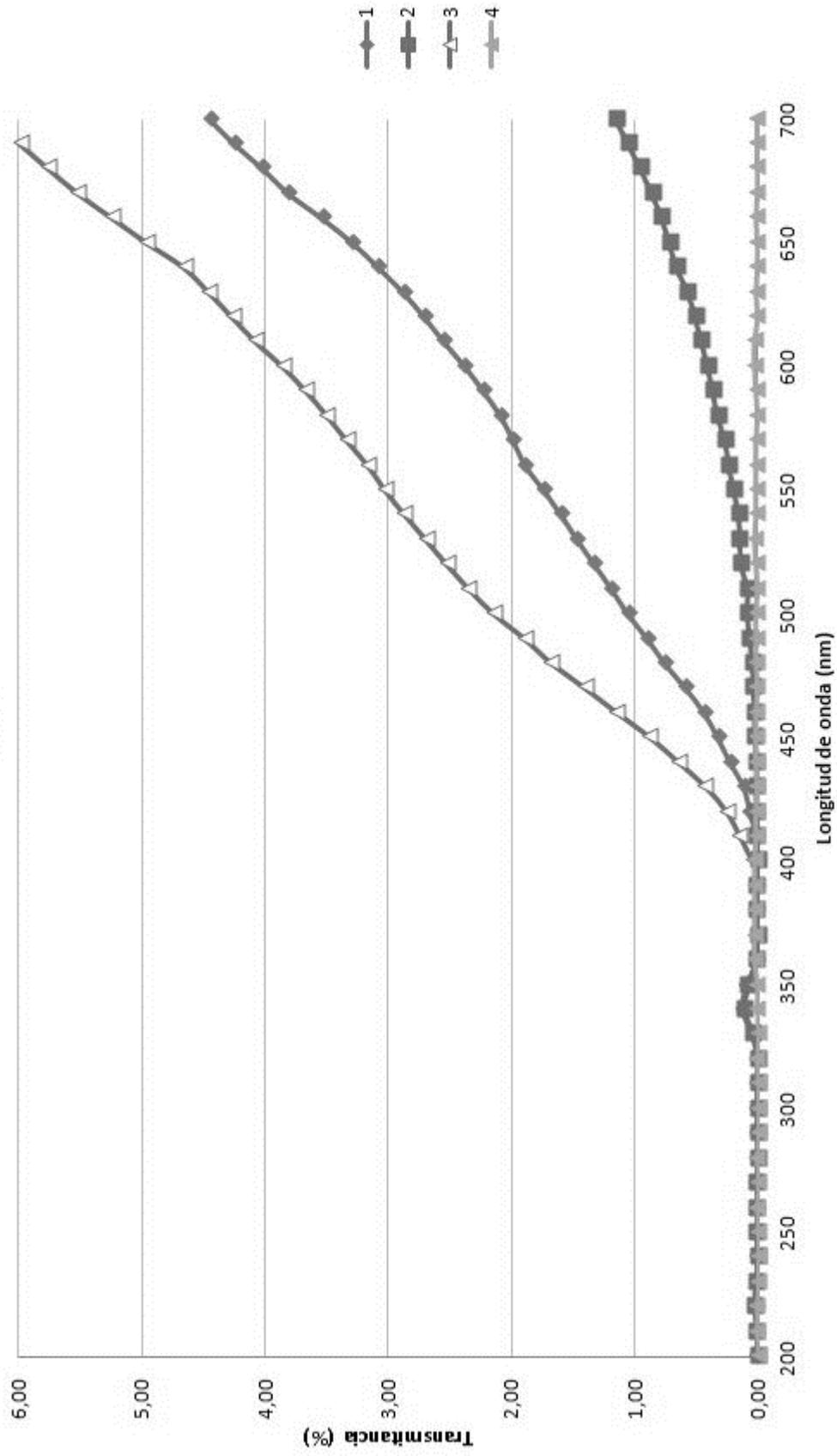


Fig. 2

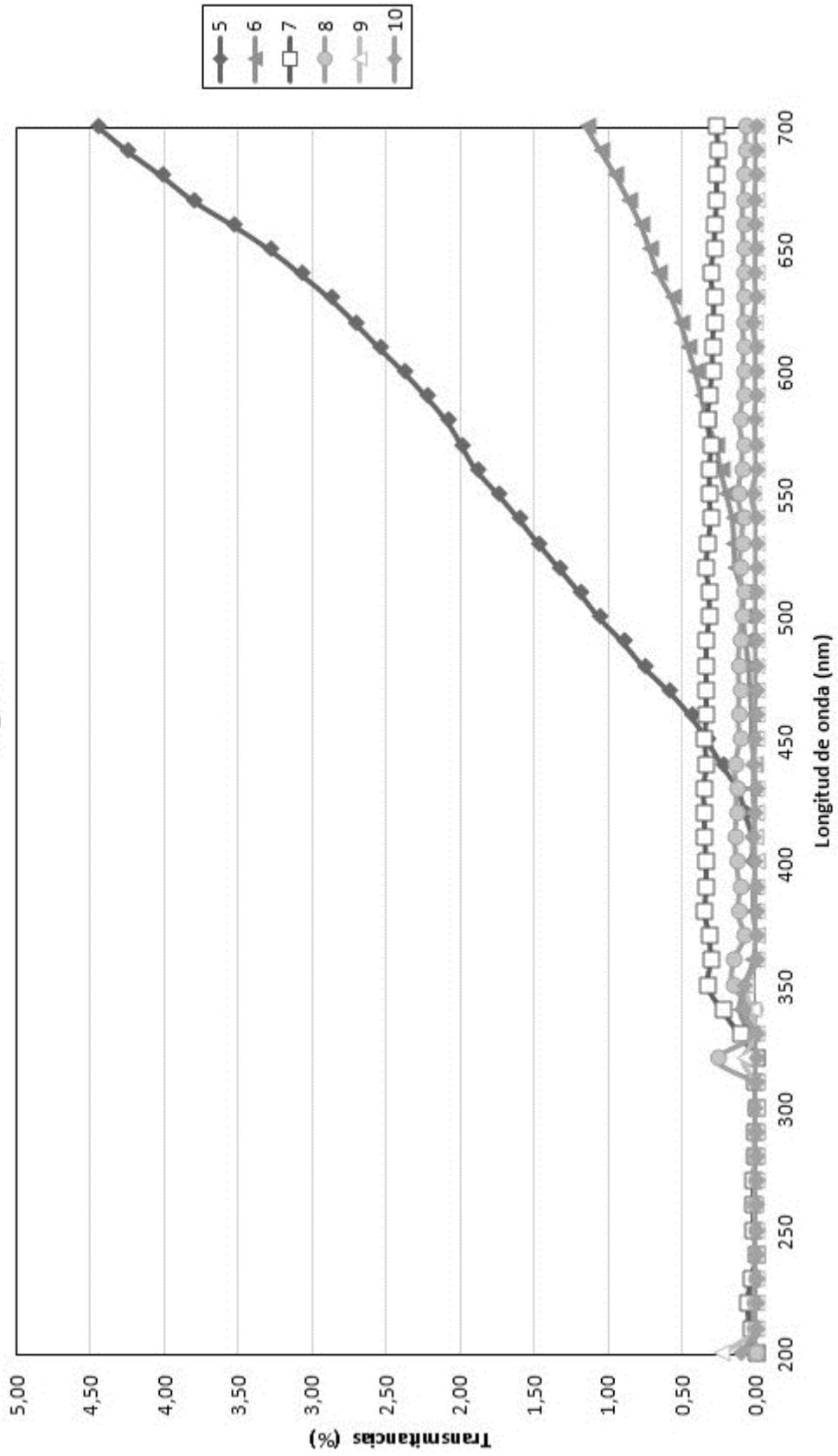


Fig. 3

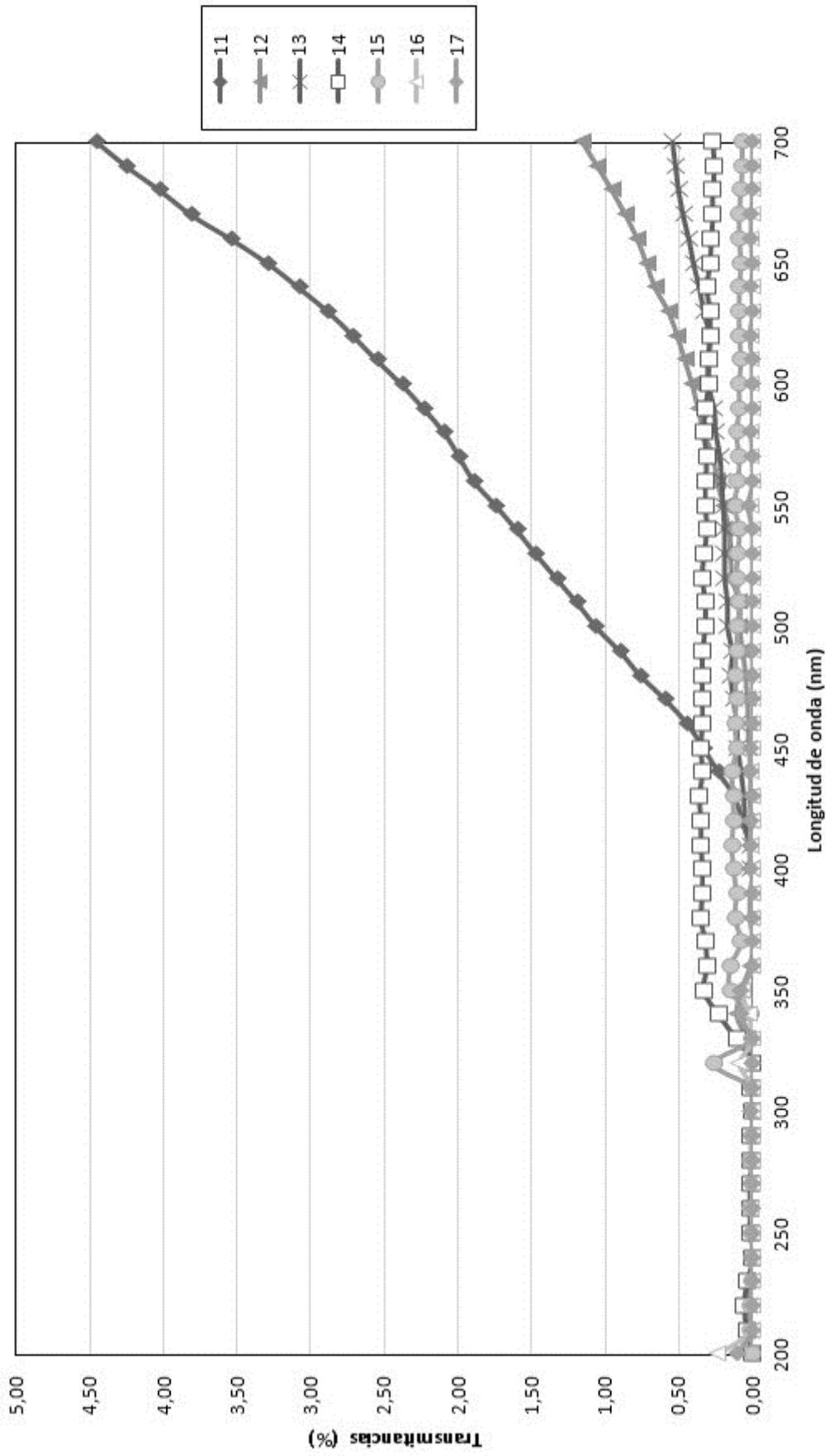


Fig. 4

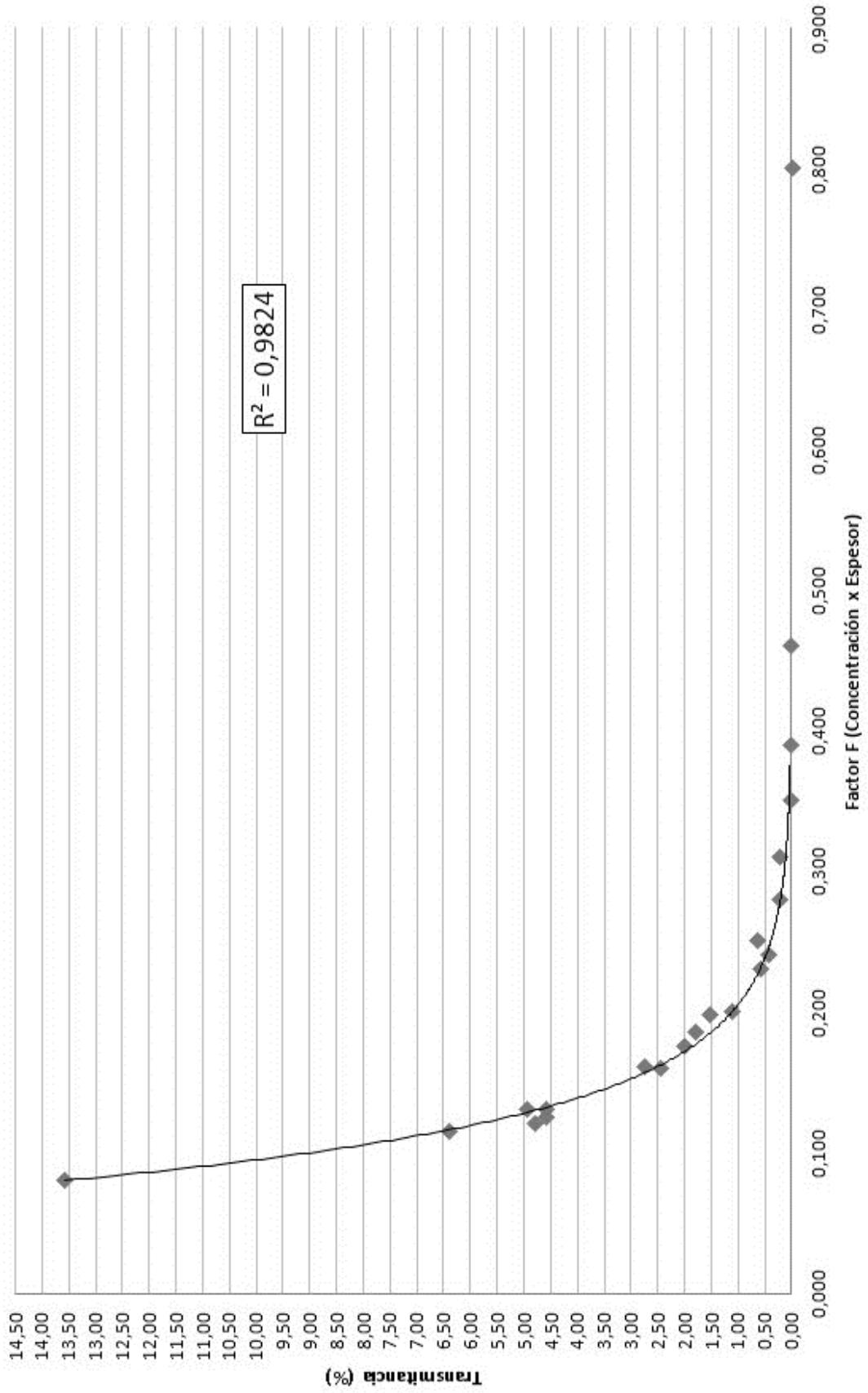


Fig. 5

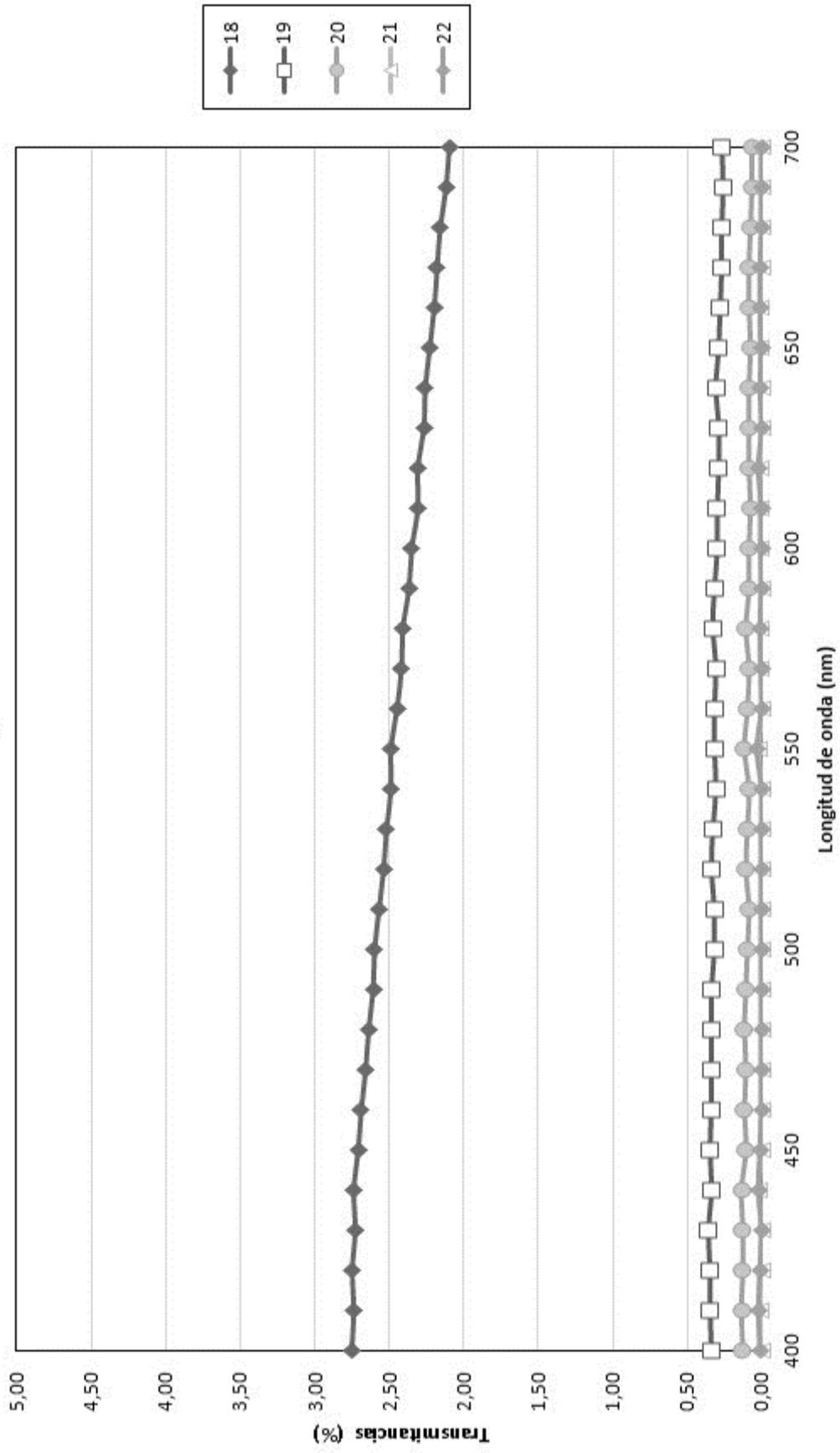


Fig. 6

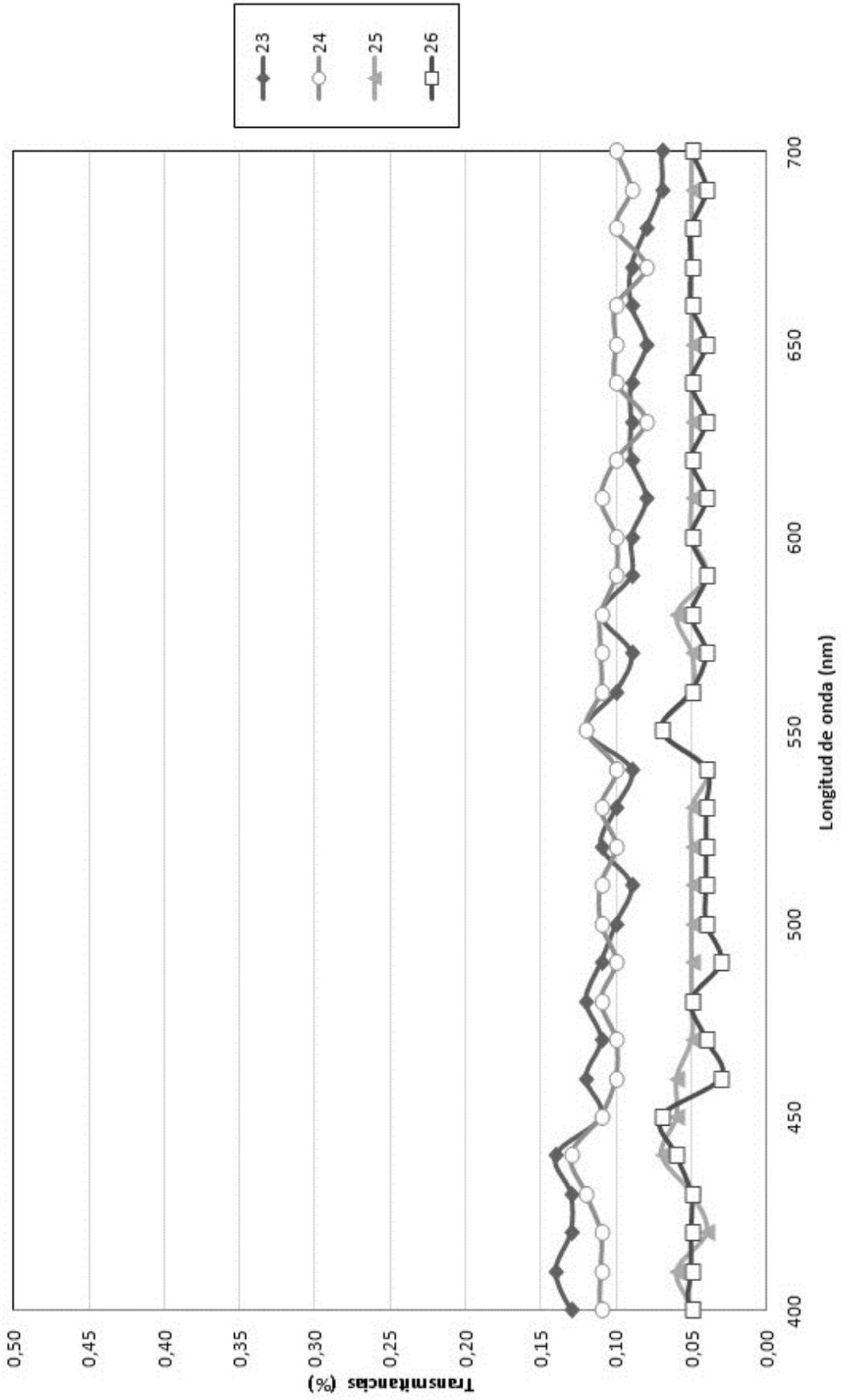


Fig. 7

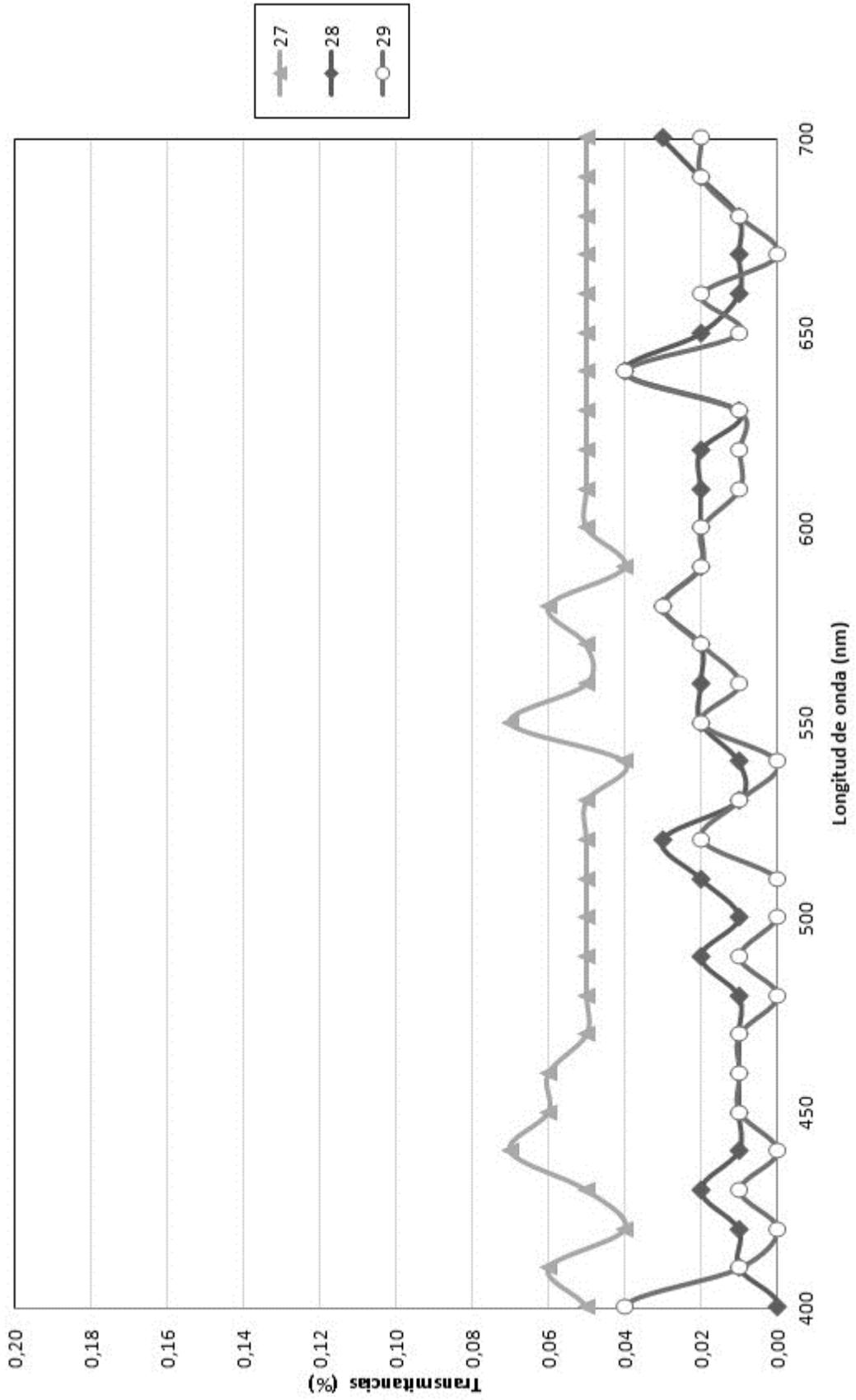


Fig. 8

