

Señores:

Dirección de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

E. S. D.

REFERENCIA: Expediente NC2022/0004431 PATENTE DE INVENCION

ASUNTO: Respuesta a Requerimiento Artículo 45.

“PELÍCULAS FOTODEGRADABLES DE POLIPROPILENO QUE INCORPORAN DIÓXIDO DE TITANIO ACOPLADO CON BIOCHARS Y SU MÉTODO DE OBTENCIÓN ”

FELIPE EDUARDO FIGUEROA CARDOZO, identificado como aparece al pie de mi firma, abogado en ejercicio, portador de la Tarjeta Profesional No. 140.243 expedida por el Consejo Superior de la Judicatura, actuando en nombre y representación de la UNIVERSIDAD DEL VALLE, solicitante de la patente de invención radicada en el Expediente de la referencia, procedo a dar respuesta al Oficio No. 14184 de 27 de agosto de 2025, en los términos que se exponen a continuación:

1. Respecto a las Reivindicaciones.

Se presenta a consideración un nuevo capítulo reivindicatorio con seis (6) cláusulas, encontrándose las modificaciones planteadas completamente sustentadas en el contenido de la solicitud original, cumpliéndose de esta forma así con las disposiciones establecidas por el artículo 34 de la Decisión Andina 486 de 2000.

2. EN RELACIÓN CON EL EXAMEN DE PATENTABILIDAD.

2.1. Nivel inventivo.

El Despacho considera a los siguientes documentos como relevantes para afectar la patentabilidad de la presente solicitud:

Ítem	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	García-Montelongo X.L. et al	"Photo-oxidative degradation of TiO ₂ /polypropylene films"	2014
D2	Zhang H. et al	"TiO ₂ supported on reed straw biochar as an adsorptive and photocatalytic composite for the efficient degradation of sulfamethoxazole in aqueous matrices"	Octubre de 2017

En estas condiciones, se presentan al Despacho las consideraciones que se exponen a continuación.

En primer término, de manera respetuosa se observa que, de acuerdo con la construcción del Método Problema – Solución expuesto en el oficio de requerimiento, por una parte, se reconocen varias diferencias entre el objeto de reclamación de la reivindicación 1 y el antecedente D1, pero por otra parte, se arriba a la siguiente conclusión:

"No hay evidencia de que el incluir específicamente las etapas de obtener biochars a partir de pirolisis de cáscaras de coco y mezclarlos con TiO₂ en suspensión, con las posteriores etapas de agitar la mezcla resultante, centrifugar la suspensión, someter el material sólido húmedo a una etapa de secado, calcinar el material sólido obtenido y obtener el material TiO₂/biochar, proporcione un método con algún efecto técnico diferente al que ya proporcionaba el objeto de D1, puesto que un método para proporcionar películas fotodegradables de polipropileno ya había sido previsto en dicho documento (Resumen, Pág. 57)."

Al respecto, se resalta que el efecto técnico aportado por la invención cuya protección se solicita no se limita a proporcionar películas fotodegradables de polipropileno; por el contrario, tal como se expone en la memoria descriptiva, la presente invención aporta como efecto técnico el mejoramiento tanto de la degradación como las propiedades mecánicas del material plástico. En otras palabras, el efecto técnico proporcionado por la invención no solo se concentra en lograr la degradación del material plástico, sino también en lograr que el material posea propiedades mecánicas adecuadas para su aplicación comercial durante su vida útil. Al respecto, el capítulo descriptivo expone el efecto técnico aportado por la invención, entre otros, en los siguientes apartes:

“En este contexto, la presente invención aporta la producción de películas de polipropileno fotodegradables a partir de la combinación de TiO_2 y biochars obtenidos a partir de residuos de cuecosos de coco, configurando una solución amigable con el medio ambiente que, además de permitir el aprovechamiento de residuos biomásicos, presentaría un ahorro energético y económico en comparación con otros procesos convencionales de tratamiento de residuos plásticos que requieren transformaciones químicas o mecánicas.”. (Folio 4)

“La presente invención optimiza, simultáneamente, la fotodegradación con TiO_2 de las películas plásticas en conjunto con las propiedades mecánicas, obteniendo un nuevo material, amigable con el medio ambiente, para la elaboración de productos a partir de PP.”. (Folio 6).

“A su vez, los valores de las propiedades mecánicas del PP- TiO_2 /Biochar indican que este material puede ser útil para la fabricación de productos plásticos de interés comercial, teniendo en cuenta, especialmente, el impacto positivo que tendría su capacidad inherente de fotodegradación, al igual que la posible destrucción de otros contaminantes a medida que transcurre la fotodegradación. Además, configura una ventaja ambiental el hecho de poder aprovechar de residuos sólidos como los cuecosos de coco.”. (Folio 18).

En este punto, resulta pertinente mencionar que las características fisicoquímicas del Biochar tendrán una influencia única en las propiedades mecánicas y de degradación de las películas plásticas sintetizadas con la presente invención. En este sentido, las condiciones de temperatura

y el porcentaje de oxígeno en la cámara de pirólisis en donde se sintetizó el Biochar, así como la relación de $\text{TiO}_2/\text{Biochar}$ y temperatura de calcinación configuran elementos esenciales que aportan nivel inventivo a la método objeto de reclamación en la reivindicación 1. La justificación es la siguiente:

- a) La temperatura de pirólisis puede alterar la porosidad del material, la cual es fundamental para la inserción de las partículas del catalizador y el acople con el polipropileno.
- b) La temperatura y el porcentaje de oxígeno en el reactor de pirólisis pueden alterar la composición de grupos funcionales en el Biochar, así como la relación de carbono/cenizas, de manera que se pueda promover o reducir la interacción del mismo con las partículas del catalizador y con el polipropileno.
- c) La relación másica de $\text{TiO}_2/\text{Biochar}$ puede promover o reducir la interacción del material $\text{TiO}_2/\text{Biochar}$ con el polímero.
- d) La temperatura de calcinación puede alterar también la riqueza de grupos funcionales en el Biochar, lo cual puede favorecer o reducir la interacción del material $\text{TiO}_2/\text{Biochar}$ con el polímero, así como también favorecer el acople del TiO_2 con el biochar.

A su vez, resulta necesario recordar que las partículas del catalizador (TiO_2) esencialmente se consideran hidrófilas, mientras que materiales plásticos como el polipropileno se consideran hidrófobos. Esta diferencia en la polaridad de las sustancias puede causar detrimento en las propiedades mecánicas del material durante su vida útil, así como también reducir la capacidad de absorción de humedad (H_2O) o iones hidroxilos, que son fundamentales para la degradación por fotocatalisis. Por otra parte, los biochars tienen esencialmente una carga negativa. Sin embargo, la invención cuya protección se solicita incorpora biochars con nivel de hidrofobicidad variable, modificando las condiciones de síntesis arriba mencionadas, para preparar un catalizador personalizado que pudiera acoplarse tanto con el material hidrófilo TiO_2 como con el hidrófobo polipropileno, y así lograr un material tanto fotodegradable como con buenas propiedades mecánicas durante su vida útil.

Al respecto, la memoria descriptiva de la solicitud de patente expone los ensayos realizados para la determinación de las propiedades mecánicas de las películas obtenidas, tal como se puede observar en las Figuras (1 a 5) y en las Tablas (1 a 5):

“Por otra parte, se realizaron ensayos de tracción para determinar ciertas propiedades mecánicas de las películas tales como la resistencia a la tracción (esfuerzo máximo de tracción que puede resistir el material) y elongación de ruptura (elongación que presenta el material en el momento de la ruptura), determinando la curva de esfuerzo-deformación del material. Con estas mediciones se pueden comparar el desempeño mecánico de las películas fabricadas con PP puro y PP modificado (con TiO_2 y biochar). (...).”

En consecuencia, los resultados de las pruebas permitieron arribar a la siguiente conclusión:

“Desde el punto de vista ambiental y comercial, la optimización simultánea de la fotodegradación de las películas en conjunto con sus propiedades mecánicas es más favorable que la optimización individual de cada uno de estos aspectos. En este sentido, será más pertinente un tipo de película de PP- TiO_2 /Biochar en el cual se maximice tanto la fotodegradación como su resistencia a la tracción y elongación a la ruptura en el inicio de su vida útil. La maximización en la fotodegradación contribuirá a la reducción de los impactos ambientales al suelo y al agua que se generan con el uso de los polímeros convencionales de la industria petroquímica; mientras que la maximización en las propiedades mecánicas iniciales permitirá que se disminuyan los traumatismos en las aplicaciones comerciales de las películas por la sustitución del polímero convencional por uno fotodegradable.”. (Folio 17).

“En conclusión, la aplicación de fotocatalisis con TiO_2 acoplado con biochars derivados de cuescos de coco y con radiación ultravioleta artificial aceleró notablemente la degradación en fase sólida de películas plásticas de polipropileno en comparación con las películas vírgenes. Aunque la degradación de las películas de PP- TiO_2 (1% p/p) fue mayor que la observada en las películas de PP- TiO_2 /Biochar, los valores de pérdida de masa e índice de carbonilos de las películas de PP- TiO_2 /Biochar son mayores que los reportados en películas de PP con otros semiconductores.”. (Folios 17 – 18).

Ahora bien, tal como se reconoce en el oficio de requerimiento, D1 no divulga la incorporación de Biochar para la degradación del polímero.

Al respecto, se reitera que la incorporación del biochar influye en las propiedades mecánicas del material polimérico final, evita la liberación de material nanoparticulado al ambiente al actuar como soporte de TiO_2 , así como también contribuye a la reducción del costo por uso de catalizador, al acoplar un material de bajo costo como el Biochar, lo cual, no configura una diferencia menor.

En este sentido, la entidad solicitante de manera respetuosa disiente de la conclusión arribada en el oficio de requerimiento, según la cual, *“En consecuencia, la persona normalmente versada en la materia estaría motivada a incluir las etapas de obtener biochars a partir de pirolisis y mezclarlos con TiO_2 en suspensión, con las posteriores etapas de agitar la mezcla resultante, centrifugar la suspensión, someter el material sólido húmedo a una etapa de secado, calcinar el material sólido obtenido y obtener el material TiO_2 /biochar del D2 en el método de D1, para así llegar al objeto de la reivindicación 1. Por lo cual se considera obvia.”*. Lo anterior teniendo en consideración que en D2 el biochar es pretratado con ácido. Este paso puede alterar la riqueza de grupos funcionales de los biochars en comparación con el uso de Biochar sin pretratamiento ácido. A su vez, el TiO_2 /Biochar reportado en D2 es generado con técnica de sol-gel. A diferencia de D2, en la invención propuesta se emplea un método de impregnación húmeda, seguida de calcinación, sin emplear precursores del catalizador para la síntesis del mismo, sino empleando como catalizador directamente TiO_2 , lo cual hace el proceso más fácilmente escalable para la aplicación comercial de la tecnología.

En este mismo sentido, tal como se expuso anteriormente, la entidad solicitante de manera respetuosa disiente de las conclusiones arribadas en el oficio de requerimiento, según las cuales:

- a) *“En este punto se destaca qué si bien D2 no menciona de forma específica la relación TiO_2 /biochar es de 0.05 y 2, se encuentra dentro del conocimiento de la persona versada en la materia el cálculo y optimización de dicha relación al considerar que el mismo D2 menciona un fotocatalizador heterogéneo de dióxido de titanio soportado sobre biochar (Pág. 6-7)”*.
- b) *“En consecuencia, la persona normalmente versada en la materia estaría motivada a incluir específicamente un biochar y que la relación másica de TiO_2 /biochar es de 0.05 y 2 del D2, junto con sus conocimientos medios, en el producto de D1, para así llegar al objeto de la reivindicación 9. Por lo cual se considera obvia.”*.

Por lo tanto, la entidad solicitante considera que la invención no es factible de ser anticipada por las enseñanzas derivadas de la revisión de las referencias D1 y D2. No obstante y, en gracia de discusión, en el evento que un experto medio en la materia estuviera en la capacidad de proceder en dicho sentido, no lograría arribar al objeto de la invención cuya protección se solicita.

Por lo anterior, la entidad solicitante considera que la invención reclamada en la nueva reivindicación independiente 1, introduce mejoras frente al estado de la técnica que generan un efecto técnico sorprendente, cumpliendo de esta forma, con el requisito establecido por el artículo 18 de la Decisión Andina 486 de 2000.

En estas condiciones, de manera respetuosa consideramos que la caracterización aportada en el nuevo capítulo reivindicatorio configura un elemento que aporta el suficiente grado de novedad y nivel inventivo de la presente creación respecto al estado de la técnica reportado en D1 y D2, cumpliendo con los requisitos establecidos por los artículos 16 y 18 de la Decisión Andina 486 de 2000.

Al respecto, se presenta un nuevo capítulo reivindicatorio con seis cláusulas, ajustando la materia a reclamar. Las modificaciones efectuadas al capítulo reivindicatorio cumplen a cabalidad con lo estipulado por el Artículo 34 de la Decisión Andina 486 de 2000, en el sentido que la modificación que se presenta a consideración, de ninguna manera implica ampliación de la protección correspondiente a la divulgación contenida en la solicitud original, y se presentan con el ánimo de brindar mayor claridad, y concisión a la materia objeto de reclamación, así como de alejar la misma del estado de la técnica citado por el respetado Examinador.

En efecto, la nueva reivindicación independiente 1 reclama un método de fabricación de películas fotodegradables de polipropileno caracterizado porque comprende las etapas de:

- *Obtener biochars a partir de pirólisis de cáscaras de coco a una temperatura de 350° C en la reacción de carbonización, y un porcentaje en volumen de O₂ en la mezcla de gases N₂ y O₂ entrante entre 0 % y 5 % v/v;*

- *sonicar TiO_2 en presencia de agua bidestilada, empleando una razón de 5 mg de TiO_2 por cada ml de H_2O ;*
- *adicionar los biochars al TiO_2 en suspensión junto con agua bidestilada, a razón de 5 mg de TiO_2 por cada ml de H_2O ;*
- *agitar la mezcla resultante;*
- *separar la fase sólida (TiO_2 /biochar) de la fase líquida (agua bidestilada), mediante centrifugación;*
- *someter el material sólido húmedo a una etapa de secado a 80°C ;*
- *Obtener el material TiO_2 /biochar;*
- *calcinar el material sólido obtenido en presencia de una atmósfera inerte durante 30 min en una rampa de calentamiento de $10^\circ\text{C}/\text{min}$;*
- *mezcla el material TiO_2 /biochar obtenido en la etapa de impregnación con PP; donde las relaciones másicas de TiO_2 /biochar en el proceso de impregnación presentan valores entre 0.05 y 2; donde el material compuesto TiO_2 /biochar se incorpora en el polipropileno en una concentración entre 0.5 y 5% en peso;*
- *extruir la mezcla de PP con TiO_2 /biochar en extrusora de extrusión continua;*
- *prensar el material extruido;*
- *someter el material a una etapa adicional de extrusión en una extrusora de película soplada;*
- *obtener las películas fotodegradables de polipropileno.*

La modificación se realiza con el ánimo de brindar la suficiente claridad frente al objeto de reclamación, alejar la materia reivindicada del estado de la técnica y evidenciar las condiciones técnicas de operación del proceso que generan el efecto descrito. En este sentido, se incluyen en la nueva reivindicación 1 características reclamadas en las reivindicaciones dependientes 2, 4, 5, 6, 7 y 8 originalmente, sobre las cuales no se evidencia anticipación en los documentos D1 y D2, al igual que condiciones técnicas de operación de las etapas del procedimiento que configuran elementos esenciales de la invención y que se encuentran plenamente sustentadas en la descripción.

En virtud de lo anteriormente expuesto, la entidad solicitante considera que la presente invención satisface el cumplimiento de los requisitos de novedad y de nivel inventivo al resolver un problema técnico específico que no se desprende del estado de la técnica, ni mediante D1 ni D2 por separado, ni por una combinación obvia de ambos y, por consiguiente, solicito respetuosamente que el Despacho tenga por cumplidos los requisitos de patentabilidad de la presente solicitud.

3. Anexos.

- i) Copia del nuevo capítulo reivindicatorio compuesto por seis (6) cláusulas que reemplaza el anteriormente presentado.
- ii) Comprobante de pago de la tasa de modificación del capítulo reivindicatorio.

4. Petición.

En virtud de lo anteriormente expuesto, ruego a usted proceder a estudiar los documentos allegados al presente escrito y, en consecuencia, conceder el título de patente a la invención tramitada bajo el Expediente de la Referencia.

Atentamente,



FELIPE EDUARDO FIGUEROA CARDOZO

C.C. 16.940.582

T.P. 140243 C.S. de la J.