

Doctora
SANDRA ISABEL CALDERON RODRIGUEZ
Directora de Nuevas Creaciones
SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO
Bogotá D.C.

Referencia: Expediente **No. NC2022/0006809**
Respuesta al requerimiento técnico consignado en el Oficio No. 13847 del 25 de agosto de 2025, con relación a la solicitud de patente titulada **“COMPOSICIÓN Y MÉTODO PARA INMOBILIZAR MICROORGANISMOS EN CÁPSULAS BIOPOLÍMERICAS DE HIDROGEL”**
Solicitante: CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA – AGROSAVIA.

En relación con el expediente de la referencia y dando respuesta al último requerimiento recaído sobre este asunto, dentro de término otorgado para el efecto, se envía un nuevo pliego reivindicatorio donde se completaron los requisitos mencionados y se realizaron las correcciones de errores materiales en virtud del artículo 34 de la Decisión 486. Conforme a lo requerido se precisa lo siguiente:

1. De la solicitud de patente

1.1. Reivindicaciones (Art. 30 Decisión 486)

Con el ánimo de superar las objeciones allegadas en el examen de patentabilidad y brindar mayor claridad a la materia reivindicada, se presenta un nuevo capítulo reivindicatorio, que reemplaza al capítulo reivindicatorio presentado junto con la solicitud inicial. El capítulo reivindicatorio modificado adjunto contiene las reivindicaciones 1 a 14, cada reivindicación conservando la estructura, su preámbulo e indicando el objeto de la invención, así como las características técnicas que se desean proteger y que distinguen la invención, cumpliendo con lo establecido en el artículo 30 de la Decisión 486.

Teniendo en cuenta lo anterior, se han realizado, entre otros, los siguientes cambios:

- En atención a las observaciones formuladas en el examen de fondo, se modificó la reivindicación independiente 1 con el propósito de acotar la materia reclamada a las modalidades preferidas de la invención y reforzar la claridad y el sustento técnico de los elementos que la integran. En primer lugar, se ajustó el literal a) de la reivindicación, especificando una de las estructuras de microorganismos preferidas de la invención. En consecuencia, se incluyó la siguiente formulación: *“(…) el ingrediente activo corresponde a estructuras celulares de un consorcio de bacterias seleccionadas del grupo que consiste en Bacillus sp., Azospirillum sp., Herbaspirillum sp., Rhizobium sp., y un hongo tal como Trichoderma sp., o sus mezclas (…)*”. Esta modificación no introduce materia nueva, pues se encuentra plenamente sustentada en la descripción originalmente radicada,

particularmente en la página 8, líneas 16 a 20, y en el Ejemplo 1 del documento descriptivo, donde se describen las especies microbianas y su rol en la composición.

Adicionalmente, se precisó la acción biológica del sistema, incluyendo la siguiente expresión: *“(…) mitigar el estrés por sequía en cultivos, mediante la liberación dirigida y eficaz del ingrediente activo en campo (…)”*. Esta incorporación tampoco amplía el alcance de la materia, sino que aclara el efecto técnico derivado de la combinación de los componentes de la matriz, entre los que se destacan: (i) El biochar, como material con capacidad de intercambio catiónico, que favorece la retención de nutrientes y humedad, (ii) La povidex, como agente protector de secado, que contribuye a la estabilidad microbiana durante el almacenamiento y como fuente de nutrientes, y (iii) El hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato, que actúa como reservorio de agua, favorece la liberación y permite la reactivación de los microorganismos en campo. El sustento de esta información se encuentra en la descripción inicial, Ejemplo 3 (Página 21, líneas 30 a 35; página 22, líneas 5 a 10), Ejemplo 6 (páginas 24 a 28), donde se detallan los ensayos de liberación dirigida en el suelo del principio activo, mitigación de estrés hídrico y la eficacia biológica de las cápsulas.

- El literal b) de la reivindicación 1 también se modificó con el fin de acotar la composición a la modalidad preferida descrita en el documento técnico, quedando formulado así: *“(…) un polímero biodegradable seleccionado de pectina amidada o combinaciones de la misma, un material de relleno con capacidad de intercambio catiónico como el biochar, un protector de secado como la povidex, un agente entrecruzante tal como el gluconato de calcio, y un hidrogel superabsorbente retenedor de agua derivado de poliacrilato (…)”*.

Esta versión precisa la configuración técnica de la composición, la cual está descrita en el Ejemplo 1 del capítulo descriptivo, sin introducir materia adicional ni modificar el principio técnico de la invención, sino ajustando la redacción a los elementos efectivamente soportados en la solicitud original.

- Se fusionó la materia de las anteriores reivindicaciones dependientes 2 y 8 en la nueva reivindicación 2, acotando la protección hacia el biochar el cual hace parte de la modalidad preferida especificada en la reivindicación 1. La redacción se ajustó para indicar que: *“(…) el biochar se encuentra entre el 0.1% y el 15% p/p con respecto a la matriz polimérica en base seca (…)”*. Esta modificación se encuentra debidamente sustentada en la descripción, específicamente en el Ejemplo 1, Tabla 1.
- Se fusionó la materia de las anteriores reivindicaciones dependientes 3 y 7 en la nueva reivindicación 3, acotando la protección hacia la povidex la cual hace parte de la modalidad preferida. Se especificó que: *“(…) el protector de secado que es povidex se encuentra entre el 1% y el 60% p/p con respecto a la matriz polimérica en base seca. (…)”*. El soporte se encuentra en el Ejemplo 1, Tabla 1 de la descripción.
- Se fusionó la materia de las anteriores reivindicaciones dependientes 4 y 13 en la nueva reivindicación 4, acotando la protección hacia el hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato el cual hace parte de la modalidad preferida, precisando lo siguiente: *“(…) el hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato se encuentra en una proporción del 0.1% al 15% p/v con respecto a la matriz polimérica. (…)”*. Esta materia se encuentra igualmente sustentada en el Ejemplo 1, Tabla 1.
- Reivindicación dependiente 5. Por razones de concisión se integraron las anteriores reivindicaciones 5 y 6, especificando además que el agente entrecruzante reacciona por

gelificación iónica con el polímero biodegradable para formar las cápsulas de hidrogel, lo cual, a su vez, se encuentra correctamente sustentado en la descripción (descripción pág. 14, líneas 1 a 5 y líneas 18 a 21, pág. 15, líneas 5 a 10).

- Se modificó la anterior reivindicación 9 (nueva reivindicación 6) para precisar que, en la modalidad preferida el polímero biodegradable es pectina amidada, la cual reacciona con el gluconato de calcio para formar las cápsulas de hidrogel, lo cual se encuentra en concordancia con la materia descrita.
- La materia de las anteriores reivindicaciones 10 y 11 se combinó en la nueva reivindicación 7, indicando que el principio activo puede incluir los microorganismos solos o en mezcla según la modalidad descrita.
- Se eliminó la anterior reivindicación 12.
- La reivindicación independiente 10 (anterior reivindicación independiente 16) fue modificada para especificar de manera más clara los pasos del método para inmovilizar microorganismos reclamado. En primer lugar, se incluyó la etapa inicial: *“a. Disolver el biopolímero de encapsulación en agua hasta una concentración manteniendo agitación constante y temperatura controlado”*. La cual hace parte del método originalmente descrito (descripción pág. 14, líneas 10 a 11).

Se especificó que el biopolímero de encapsulación es pectina amidada o alginato de sodio, y en cada paso se identificaron los elementos de la modalidad preferida (biochar, povidona, hidrogel superabsorbente y consorcio microbiano benéfico), de acuerdo con el Ejemplo 1 de la descripción. Asimismo, se corrigió el aparte c. (anterior aparte b.), aclarando que el hidrogel superabsorbente actúa como agente retenedor de agua.

- Reivindicación 11 (anterior reivindicación 17), se eliminó la frase que hace referencia a: *“actividades de agua (a_w) finales entre 0.05 y 0.98”*, al no presentarse soporte en la descripción de tal materia.
- Reivindicaciones 12 y 13 (anteriores reivindicaciones 18 y 19), se corrigió el rango de pH de 4 y 12 a un rango de 5,8 a 7,4, el cual está correctamente sustentado en la descripción y en los resultados mostrados en la Figura 10.
- Reivindicación 14 (anterior reivindicación 20), en el examen se objeta que: *“no existen datos que muestren los resultados de viabilidad celular a las tres temperaturas indicadas (24°C, 50°C y 70°C) durante el tiempo de estudio (60 días)”*. No obstante, en el Ejemplo 7 de la descripción se indica expresamente:

“Se evaluaron tres temperaturas: 24 °C, 50°C y 70°C y se cuantificó la viabilidad celular a los 15, 30, 45, 60 días como se describe anteriormente. Se utilizó la ecuación de Arrhenius para analizar la degradación bacteriana. Los resultados de la prueba de vida útil utilizando ecuaciones de primer orden permite deducir que la composición de la formulación propuesta en esta invención protege a las bacterias cuando están expuestas a un rango de temperatura amplio de 24 °C a 70 °C, hasta por 150 días” (subrayado fuera de texto).

Además, la Tabla 6 presenta la columna “Vida útil”, definida como el tiempo de disminución de dos unidades logarítmicas, lo cual constituye evidencia experimental de la viabilidad a

distintas temperaturas. En consecuencia, la materia reclamada sí cuenta con sustento técnico en la descripción y la objeción planteada no resulta procedente.

Por otra parte, el examen objeta las reivindicaciones 1 a 5, 8, 9 porque “(...) las definiciones de “polímero biodegradable”; “un relleno”; “un material de intercambio catiónico”; “un protector de secado”; “un agente entrecruzante”; “un hidrogel superabsorbente retenedor de agua”; “estructuras celulares”; “sales de calcio”; “sales de magnesio”; “sales de zinc”; “derivados de almidón”; “derivados de celulosa”; “derivados de alginato”; “derivados de pectina” comprenden un número muy extenso de alternativas, lo que impide establecer claramente el alcance de la protección (...)” (subrayado fuera de texto).

Sin embargo, dicha objeción no resulta aplicable, toda vez que una persona versada en la materia puede comprender claramente los elementos que conforman la composición. Al respecto, en el aparte 4.3.6.1 de la Guía para Examen de Patente de Invención y Modelo de Utilidad, publicada por la Superintendencia de Industria y Comercio¹, se especifica que:

“El hecho que una reivindicación cubra un amplio número de alternativas no significa que la reivindicación no sea clara o que una persona versada en la materia no pueda establecer cuál es la invención para la cual se solicita protección.” (Subrayado fuera de texto).

Adicionalmente, las reivindicaciones dependientes acotan y definen de manera precisa cada uno de los componentes. Por ejemplo, la nueva reivindicación 5 delimita expresamente el agente entrecruzante como seleccionado del grupo que consiste en sales de calcio, magnesio o zinc, cloruro de calcio, lactato de calcio, gluconato de calcio o sus combinaciones. Lo mismo ocurre con las reivindicaciones 2 a 6, donde cada componente se define con su identidad química y su rango de concentración. Por consiguiente, se observa que las agrupaciones de alternativas sugeridas por el examinador ya se encuentran correctamente implementadas en el texto reivindicatorio, por lo que la objeción por falta de concisión y claridad no es procedente.

Además de los cambios mencionados arriba, el resto de las reivindicaciones se mantienen en el capítulo, pero se encuentran dispuestas de la siguiente forma:

<u>NUEVA</u>	<u>ANTIGUA</u>	<u>NUEVA</u>	<u>ANTIGUA</u>
Reivindicación 1 →	1	Reivindicación 8 →	14
Reivindicación 2 →	2 y 8	Reivindicación 9 →	15
Reivindicación 3 →	3 y 7	Reivindicación 10 →	16
Reivindicación 4 →	4 y 13	Reivindicación 11 →	17
Reivindicación 5 →	5 y 6	Reivindicación 12 →	18
Reivindicación 6 →	9	Reivindicación 13 →	19
Reivindicación 7 →	10 y 11	Reivindicación 14 →	20

¹https://sigi.sic.gov.co/SIGI/files/mod_documentos/anexos/672/ANEXO1.%20GUIA%20PARA%20EXAMEN%20DE%20PATE%20NTE%20DE%20INVENCION%20Y%20MODELO%20DE%20UTILIDAD.pdf

El capítulo reivindicatorio modificado solventa todas las objeciones trasladadas y cumple con el requisito de claridad de acuerdo con el artículo 30 de la Decisión 486, toda vez que el nuevo pliego es claro, conciso y está enteramente sustentado en la descripción. Igualmente, el nuevo pliego cumple con lo establecido en el Artículo 34 ya que no presenta ampliación de la materia divulgada en la solicitud inicial.

1. Examen de Patentabilidad

El examinador considera que la presente solicitud se encuentra anticipada por los siguientes documentos:

Ítem	Documento	Título	Fecha de publicación
D1	ES2006652	“Un procedimiento y un equipo de fabricación de una estructura de inclusión de al menos una sustancia activa, así como utilización de tal estructura”	01 de mayo de 1989
D2	ITPD950136	“Processo per la preparazione e conservazione di sistema immobilizzati contenenti microorganismi per il biocontrollo di patologie dell'apparato radicale di specie botaniche.”	04 de enero de 1997
D3	AR115840	Microorganismos encapsulados y métodos de uso	03 de marzo de 2021

Al respecto, nos permitimos presentar los siguientes argumentos que demostraran porque la materia de la presente solicitud es novedosa e inventiva frente a los documentos divulgados:

Nivel Inventivo (Art. 18 D486)

a. Reivindicación Independiente 1

El examen de patentabilidad considera que la materia de la reivindicación 1 carece de nivel inventivo, argumentando que la única diferencia frente al documento D1 consiste en la incorporación de un material protector de secado, lo cual, a juicio del examinador, sería evidente a partir de la enseñanza combinada de D1 y D2.

No obstante, dicha apreciación resulta incompleta, pues existen muchas más diferencias estructurales y sustanciales entre la invención reclamada y el documento D1, que impiden considerar obvia la materia reivindicada. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes:

Al respecto se afirma que la diferencia que existe entre la reivindicación y la composición divulgada en D1: *“consiste en que la invención incluye un material protector de secado”*. Si bien es cierto que el documento D1 no contempla un material protector de secado entre sus componentes, esta no es la única diferencia que se puede apreciar entre el documento D1 y la presente invención, tal como se muestra a continuación:

- La estructura y naturaleza presente invención se refiere a una composición de cápsulas biopoliméricas de hidrogel para la inmovilización de microorganismos benéficos, en la cual

la matriz polimérica constituye el elemento fundamental de encapsulación obtenido por gelificación iónica. En contraste, D1 divulga un equipo para la fabricación por coextrusión de una estructura granular multicapa que se caracteriza porque comprende:

- (a) un núcleo que reviste la sustancia activa,
- (b) una envoltura protectora porosa que rodea el núcleo, y
- (c) una película hidrófila protectora externa.

Por tanto, la arquitectura de D1 se centra en un equipo para la fabricación de una estructura de gránulo de tres capas destinada a recubrir un principio activo, mientras que la invención reivindicada define una única matriz polimérica homogénea que integra tanto los microorganismos como los materiales de intercambio catiónico, protector de secado y agente superabsorbente de agua dentro de una cápsula de hidrogel, previa una reacción de gelificación iónica con agente entrecruzante. La única parte potencialmente comparable es el núcleo mencionado en el documento D1. El proceso de coextrusión concéntrica, la envoltura filmógena y la película hidrófila No están presentes en la composición de la presente invención, de modo que al incluir esta materia en el examen se incurre en un error, ya que no se trata de materia equiparable o comparable.

- En relación con el punto anterior. Uno de los componentes de la matriz polimérica de la presente invención, es un polímero biodegradable. El examen de fondo sostiene que D1 anticipa esta característica al mencionar que *“La envoltura protectora está constituida por alginatos, polipectatos u otros biopolímeros”*. Sin embargo, esta interpretación es incorrecta ya que en D1 dichos biopolímeros constituyen la envoltura protectora, no el material de la matriz que en la presente invención está en toda la cápsula, tanto interior como exterior. En consecuencia, el rol funcional y estructural del polímero biodegradable es distinto:
 - (i) En la presente invención, el polímero biodegradable participa en la formación de la matriz de gel donde se inmovilizan los microorganismos.
 - (ii) En D1, el biopolímero se limita a formar una capa externa del gránulo que actúa como barrera o recubrimiento. Adicionalmente, su solidificación es post-extrusión, no como formador principal de la cápsula.

Esta diferencia es sustantiva, pues implica mecanismos distintos de inmovilización y liberación, no evidentes para un experto en la materia.

- La matriz polimérica de la presente invención comprende relleno con capacidad de intercambio catiónico el cual le permite extender la vida útil, mejorar el rendimiento e incrementar la eficiencia de la inoculación. Como se menciona en el pliego reivindicatorio este material se selecciona del grupo que consiste en derivados de almidón, derivados de celulosa, metil-celulosa, celulosa microcristalina, carbón activado, caolín o combinaciones de los mismos, y en particular biochar que hace parte de una modalidad preferida de la invención.

A diferencia de lo anterior, en el documento D1 se menciona que: *“(…) Los agentes hidrorretenedores (a2) o (b2) están constituidos ventajosamente por arcillas, como bentonita, caolín, talco, vermiculita y montmorillonita (…)”* (Subrayado fuera de texto). En dicho documento, el caolín se emplea únicamente como agente hidrorretenedor, es decir, como aditivo físico destinado a conservar humedad en la formulación. No existe indicación alguna de que este material participe en la formación de la matriz polimérica, ni de que posea una función de intercambio catiónico dirigida a mantener la viabilidad microbiana o mejorar la eficiencia de inoculación.

Por el contrario, en la presente invención el relleno catiónico (particularmente el biochar) interactúa activamente con la matriz polimérica, contribuyendo a regular la humedad, adsorber metabolitos tóxicos y estabilizar cargas iónicas, lo que se traduce en una mayor supervivencia y liberación controlada de los microorganismos encapsulados. Estas diferencias en posición estructural, composición y función técnica demuestran que el uso del material con capacidad de intercambio catiónico en la invención no puede derivarse de manera obvia del caolín empleado en D1, dado que se trata de sistemas fisicoquímicos distintos con efectos técnicos no equivalentes. Es así como el caolín comparado con el biochar tiene muy baja capacidad de intercambio catiónico, no atrae cationes como el Ca, K, Mg, ni es expandible ni poroso. El caolín es material inerte, no promueve el crecimiento microbiano, por sus enlaces de hidrógeno no retiene tanta agua como el biochar, y es usado más por sus propiedades como agente protector, antiaglomerante, mejora la fluidez del polvo, mejora la resistencia mecánica, es un estabilizante estructural y modulador de la liberación dirigida del principio activo.

- Como parte de la invención se incluyó un hidrogel superabsorbente de agua para favorecer la activación de la cápsula, donde la adición de este hidrogel incrementa significativamente la sobrevivencia de los conidios después del secado, llegando a recuperar hasta el 98,34% de los conidios. Para esto, el hidrogel superabsorbente corresponde a un polímero derivado del ácido poliacrilato de sodio o poliacrilato de potasio, en concentraciones de 0.5% al 15.0% p/v en la matriz.

El documento D1 no menciona ningún tipo de hidrogel superabsorbente de agua, se menciona un agente hidrorretenedor, los cuales según D1 corresponden a: “(...) Los agentes hidrorretenedores (a2) o (b2) están constituidos ventajosamente por arcillas, como bentonita, caolín, talco, vermiculita y montmorillonita (...)”. Es evidente que se trata de materiales con características químicas, especificaciones y rendimientos muy diferentes.

Como parte esencial de la invención se incorporó un hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato en la formulación de la cápsula, cuya función es favorecer la activación de la matriz, la liberación del principio activo (incluso a pH relativamente ácido) y preservar la viabilidad microbiana durante el secado y almacenamiento, todo lo anterior por sus capacidades excepcionales de captar y retener agua de sus alrededores. La inclusión de este componente incrementa significativamente la sobrevivencia de los conidios después del proceso de secado, alcanzando tasas de recuperación de hasta 98,34 %. El hidrogel superabsorbente empleado corresponde a un polímero derivado del ácido poliacrílico, tal como poliacrilato de sodio o poliacrilato de potasio, en concentraciones comprendidas entre 0,5 % y 15,0 % p/v dentro de la matriz polimérica. Este tipo de polímeros forma redes tridimensionales reticuladas capaces de absorber y retener cantidades de agua de hasta 100 veces su propio peso, liberándola gradualmente en función de la humedad del entorno (Xu et al. 2022; Yang et al. 2024).

En contraste, el documento D1 no divulga el uso de ningún hidrogel superabsorbente con estas características y funciones. En su lugar, menciona la utilización de agentes hidrorretenedores, definidos como: “(...) Los agentes hidrorretenedores (a2) o (b2) están constituidos ventajosamente por arcillas, como bentonita, caolín, talco, vermiculita y montmorillonita (...)”. Estos materiales minerales no poseen capacidad de absorción masiva de agua, sino que adsorben una fracción limitada de humedad. Por tanto, su efecto es meramente pasivo, inerte, de barrera-capas y limitado a la retención superficial de agua, sin participar activamente en la formación o activación de la matriz.

Los hidrogeles superabsorbentes modifican la microestructura interna del material, generando reservorios internos de humedad que facilitan la rehidratación controlada de los microorganismos, el mantenimiento de la actividad metabólica mínima y la reversión del estado de latencia tras la aplicación. Asimismo, su naturaleza polimérica permite una distribución homogénea del contenido de agua, evitando la desecación localizada y mejorando la integridad física de la cápsula (Xu et al. 2022; Yang et al. 2024). Por consiguiente, un hidrogel superabsorbente no es equivalente ni sustituible por un agente hidrorretenedor mineral, ya que el primero posee propiedades fisicoquímicas y efectos técnicos superiores, directamente vinculados al problema técnico de estabilidad y viabilidad microbiana que la invención resuelve.

- Finalmente, el problema técnico objetivo real que resuelve la presente invención no consiste en *“proporcionar una composición alternativa a la de D1”*, como afirma el examen, sino en lo siguiente:

“Desarrollar una matriz polimérica biodegradable que incremente la viabilidad de microorganismos benéficos durante el secado y almacenamiento, mediante la incorporación de componentes con capacidad de retención de agua y protección celular (hidrogeles superabsorbentes, rellenos con capacidad de intercambio catiónico, protectores de secado y polímeros biodegradables), garantizando su reactivación y liberación controlada en el medio.”

Este problema técnico objetivo no se plantea ni se resuelve en D1, por cuanto las enseñanzas de este documento se orientan hacia un equipo para fabricación de estructuras físicas de inclusión de sustancias activas en un granulado multicapa realizada por coextrusión, con el fin de asegurar estabilidad mecánica o control de liberación. Dicho documento no aborda la conservación de microorganismos vivos ni su reactivación tras procesos de secado, ni cinéticas de liberación o evaluaciones de vida útil del principio activo, por lo que el transfondo técnico subyacente es completamente distinto.

En consecuencia, la presente invención introduce un efecto técnico nuevo y no previsible, tal como lo es la preservación y liberación eficiente de microorganismos activos en un sistema biodegradable como el suelo.

El documento D2 se refiere a un proceso para la encapsulación de agentes de biocontrol contra infecciones radiculares de especies botánicas caracterizado por la encapsulación de los agentes de biocontrol se realiza sola o en combinación con semillas utilizando polisacáridos con propiedades gelificantes.

De acuerdo con la materia descrita en el documento D2, se indica que la combinación de una solución salina tamponada con leche descremada resultó eficaz para prolongar la vida útil del producto final, mejorando la supervivencia hasta en un 20 % respecto a formulaciones control. Sin embargo, el documento no divulga el uso de leche descremada ni de sacarosa como protector de secado en el sentido técnico de la presente invención, sino como un componente del medio de encapsulación destinado a mantener la viabilidad microbiana durante la preparación.

El protector de secado de la presente invención, que es povidona y que no se menciona ni en D1, D2 o D3, se utiliza precisamente para proteger los microorganismos a procesos de secado

más eficientes, pero más estresantes tales como los mecanismos convectivos de secado. En D2 se utiliza un método simple de secado por aire, por lo que el documento no contempla ni requiere un protector de secado con las propiedades ni el propósito técnico definidos en la presente invención. En consecuencia, D2 no anticipa ni sugiere la función protectora frente al secado convectivo que constituye uno de los aportes distintivos de la composición reclamada.

Como se puede observar el objeto del documento D2 es llevar agentes biocontroladores junto a semillas, usando procesos simples de secado al aire, sin involucrar un desarrollo de matriz polimérica estructurada ni un sistema de retención hídrica o iónica complejo. A diferencia de lo anterior, la presente invención define una composición de cápsulas biopoliméricas de hidrogel independiente del uso de semillas, diseñada para preservar la viabilidad y controlar la liberación de microorganismos vivos mediante la integración de un polímero biodegradable, un relleno con capacidad de intercambio catiónico, un agente superabsorbente de agua y un protector de secado. Estos componentes confieren a la matriz propiedades como retención interna de agua, protección y estabilidad frente al secado, las cuales no se describen ni se sugieren en D2.

Por tanto, el documento D2 tampoco anticipa ni hace evidente la estructura ni el principio funcional de la presente invención, la cual responde a un problema técnico diferente, centrado en mantener la viabilidad microbiana en una matriz biodegradable de hidrogel con desempeño controlado, y no en el simple encapsulamiento o formulación de microorganismos con semillas.

No obstante, los argumentos expuestos anteriormente, se han modificado la reivindicación independiente 1 y las dependientes de la misma, conforme a lo descrito en el apartado 1.1 del presente memorial, de manera que la materia ahora reclamada se encuentra debidamente acotada a las modalidades específicas de la invención y a sus características propias y distintivas. En consecuencia, se considera que quedan superadas las objeciones formuladas en relación con el nivel inventivo de la materia reivindicada.

Por lo anterior, las diferencias estructurales, composicionales y funcionales de la reivindicación 1 no pueden derivarse de manera evidente de la enseñanza combinada de los documentos D1 y D2. En consecuencia, la materia reclamada cumple con el requisito de nivel inventivo establecido en el Artículo 18 de la Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, al resolver un problema técnico específico mediante una solución técnica no obvia para una persona normalmente versada en la materia.

Dado que la reivindicación 1 cumple con los requisitos de novedad y altura inventiva, se puede inferir que las reivindicaciones dependientes de esta también cumplen los requisitos anteriores al menos por las mismas razones expuestas anteriormente.

a. Reivindicación Independiente 10 (anterior reivindicación independiente 16)

El examen de patentabilidad considera que la materia de la anterior reivindicación 16 (reivindicación 10 en el pliego modificado) carece de nivel inventivo, argumentando que la única diferencia frente al documento D2 consiste en que, en la invención los rellenos se preparan en un paso diferente, y posteriormente dichos rellenos se mezclan con el polímero del hidrogel, lo cual, a juicio del examinador, sería evidente a partir de la enseñanza combinada de D2 y D3.

Sin embargo, tal como se mencionó en el aparte anterior, el documento D2 responde a un problema técnico diferente al que resuelve la presente invención, por lo que es evidente que tal documento no anticipa ni hace evidente la estructura ni el principio funcional que se reclama en

el pliego reivindicatorio. Por tal motivo las diferencias entre la presente invención son muchas más que las indicadas en el examen:

Tal como se reconoce en el examen allegado, el documento D2 no contempla la preparación de una matriz polimérica. En este documento simplemente se prepara una suspensión de microorganismos junto con una solución acuosa de alginato. Sin embargo, el documento no contempla la utilización de componentes tales como el biopolímero de encapsulación, el material de relleno con capacidad de intercambio catiónico, el hidrogel superabsorbente o un protector de secado que resultan diferenciales para la conformación de la matriz polimérica.

Por lo anterior, es evidente que *“Preparar una solución acuosa de alginato al 4% con agitación magnética”* no es equiparable a una etapa relacionada con: *Adicionar un hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato como agente retenedor de agua*, por cuanto en D2 no se evidencia el uso de hidrogeles superabsorbentes de ningún tipo.

De igual manera, el documento D2 no comprende un protector de secado. Este documento menciona la combinación de una solución salina tamponada con protector tal como leche descremada para aumentar la vida útil del producto, sin embargo, la función de protección en el proceso de secado, no se trabaja en tal documento. Esto es de particular relevancia toda vez que el método reclamado en la presente invención incluye secar las cápsulas, involucrando mecanismos convectivos de secado (secado por lecho fluidizado, secado por tambor rotatorio, secado por bandejas, etc.). Este paso es posible gracias a la utilización de la mencionada povidona mencionada como protector de secado en la presente invención.

A diferencia de lo anterior, el documento D2 trabaja con métodos de secado por aire más simples tal como el secado por flujo laminar a temperatura ambiente, dado que usar métodos más eficientes de secado, podrían comprometer la estabilidad de la solución o vida útil del formulado al no comprender un protector de secado como tal.

Los argumentos anteriores aplican igualmente para desvirtuar las objeciones relacionadas con el documento D3. Este documento tampoco contempla la formación de una matriz polimérica para contener al compuesto activo, en este caso, el objeto nuevamente es formar una suspensión de bacterias con la adición de agentes que permiten la posterior liberación gradual de los mismos una vez se rehidrata la cápsula. El documento D3 relaciona un núcleo interno que contiene uno o más microorganismos, rodeado por una capa externa la cual comprende un polímero natural, un polímero sintético o un polímero semisintético y está diseñada para ser digerida por los microorganismos encapsulados.

Como se puede notar, en el caso de D3, la suspensión se diseña para que los microorganismos puedan digerir el polímero encapsulante, diferente a la estructura de la presente invención, donde el objeto de la matriz es la de encapsular la mayor cantidad de microorganismos, generar un microambiente adecuado para su protección y garantizar una liberación dirigida. D3 enfatiza una cubierta (outer shell layer) donde se protegen el interior que contiene los microorganismos usando sustancias como alcohol polivinílico (PVA), gelatina, PLA, PLGA, PGA, PCL, PU, PEG, PEO las cuales son diferentes a las presentadas en la presente invención tanto en propiedades como en funciones. Por otro lado, En D3 la fabricación de la cápsula es completamente diferente a la presente invención, en D3 la capa externa se hace mediante la Inducción de transición de fase al polímero precursor (polimerización, cross-linking) a través de estímulo (cambio de temperatura 4-40°C, pH 4-8, luz, campo eléctrico). Ej. disolver PVA en agua caliente, enfriar para gelificar alrededor del núcleo. Por tal motivo el método de la presente invención presenta etapas diferenciadas tal como lo son: la mezcla de un material de relleno con capacidad de intercambio catiónico tal como el biochar y povidona como protector de secado, la adición de un hidrogel superabsorbente (lo cual no es equiparable a la preparación de un alginato de alta viscosidad).

Aun cuando se considera que los argumentos presentados son suficientes para demostrar la actividad inventiva de la materia reclamada, se realizaron modificaciones a la reivindicación 10 (ver apartado 1.1 del presente documento) con el propósito de precisar con mayor detalle la materia reivindicada e incluir características técnicas relevantes que refuerzan dicha actividad inventiva. En particular, se incorporaron pasos tales como la disolución del biopolímero de encapsulación en agua y la mezcla del biochar con povidona para la preparación de la matriz polimérica, los cuales confieren a la matriz resultante propiedades funcionales y ventajas técnicas que han sido ampliamente descritas a lo largo del presente documento.

Dado que la reivindicación 10 cumple con los requisitos de novedad y altura inventiva, se puede inferir que las reivindicaciones dependientes de esta también cumplen los requisitos anteriores al menos por las mismas razones expuestas anteriormente.

En consecuencia, la materia reivindicada en el procedimiento modificado de las reivindicaciones 10 a 14, no puede considerarse obvia ni anticipada por la combinación de los documentos D2 y D3. Ambos documentos se limitan a describir procesos de encapsulación simples basados en suspensiones de microorganismos en soluciones de alginato, sin formación de una matriz polimérica compleja ni incorporación de componentes funcionales adicionales tales como el hidrogel superabsorbente, el material de relleno con capacidad de intercambio catiónico (biochar) o el protector de secado que permite el uso de métodos convectivos de deshidratación más eficientes.

En conclusión, el objeto de las nuevas reivindicaciones 1 a 14 cumplen con los requisitos de novedad y nivel inventivo, tal como se define en los artículos 16 y 18 de la Decisión 486 y como se explica detalladamente en el Manual Andino y la Guía para Examinadores de la Superintendencia de Industria y Comercio y por consiguiente solicitamos respetuosamente que se tengan por cumplidos los requisitos de patentabilidad.

2. Pago de Tasas

En relación con el número de reivindicaciones, atentamente nos permitimos indicar que no se adjunta pago de tasa por reivindicaciones adicionales, toda vez que el nuevo capítulo reivindicatorio tiene un número menor de cláusulas que el presentado anteriormente.

Por otra parte, y conforme a las instrucciones contenidas en el numeral 1.2.2.1.1., del Capítulo Primero del Título X de la Circular Única y la Dirección de Nuevas Creaciones, se anexa pago por la modificación realizada a la solicitud de acuerdo con el numeral 1.1.1.3.1.8 de la Resolución de Tasas No. 63360 de 2021.

En adición, y considerando que la presente respuesta se presenta con modificaciones a las reivindicaciones, tal como se describe en el punto 1.1 del presente memorial, se realiza un nuevo pago de la tasa para el examen de patentabilidad, en el evento que el examinador considere que debe realizar un nuevo estudio de patentabilidad.

3. Anexos:

- Capítulo reivindicatorio modificado 1 – 14.
- Pago correspondiente a la modificación realizada a las reivindicaciones conforme la resolución de pago de tasas numeral 1.1.1.3.1.8.

Conforme a lo anterior, una vez atendidos y completados los requisitos conforme lo establece los artículos 14, 16, 18 y 30 de la Decisión 486, y al tener en cuenta el nuevo capítulo reivindicatorio, solicito muy respetuosamente a su Despacho, continuar el trámite de rigor, se realice el estudio del nuevo capítulo reivindicatorio y se emita un nuevo oficio si el examinador lo considera, o de lo contrario solicito sea otorgado el privilegio de invención.

Cordialmente

Referencias:

Xu, T., Zhu, W., & Sun, J. (2022). Structural Modifications of Sodium Polyacrylate-Polyacrylamide to Enhance Its Water Absorption Rate. *Coatings*, 12(9), 1234. <https://doi.org/10.3390/coatings12091234>

Yang, Y., Liang, Z., Zhang, R., Zhou, S., Yang, H., Chen, Y., ... & Yu, D. (2024). Research advances in superabsorbent polymers. *Polymers*, 16(4), 501. <https://doi.org/10.3390/polym16040501>

REIVINDICACIONES

1. Composición para inmovilizar microorganismos en cápsulas biopoliméricas de hidrogel que comprende:
 - a) Un ingrediente activo que corresponde a un microorganismo como hongo, bacteria, levadura o sus mezclas, que en una modalidad preferida, el ingrediente activo corresponde a estructuras celulares de un consorcio de bacterias, seleccionadas del grupo que consiste en *Bacillus* sp., *Azospirillum* sp., *Herbaspirillum* sp., *Rhizobium* sp. y un hongo tal como *Trichoderma* sp., o sus mezclas, con actividad biológica que incluye promover el crecimiento en plantas y/o el control de patógenos, y mitigar el estrés por sequía en cultivos, mediante la liberación dirigida y eficaz del ingrediente activo en campo, con el biochar como intercambiador catiónico, la povidexosa como agente protector de secado y el hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato; y
 - b) Una cápsula de matriz polimérica que comprende en una modalidad preferida, un polímero biodegradable seleccionado de pectina amidada o combinaciones de la misma, un material de relleno con capacidad de intercambio catiónico como el biochar, un protector de secado como povidexosa, un agente entrecruzante tal como el gluconato de calcio, y un hidrogel superabsorbente retenedor de agua derivado de poliacrilato.

En donde el microorganismo tiene como máximo 5×10^9 estructuras de reproducción por gramo de cápsula seca y el polímero biodegradable se encuentra entre el 1% y el 80% p/p con respecto a la matriz polimérica en base seca y el agente entrecruzante (0.05 a 0.2 M) entre el 5% y el 30% p/p de la matriz polimérica en base seca.

2. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde el material de relleno se selecciona del grupo que consiste en derivados de almidón, derivados de celulosa, metilcelulosa, celulosa microcristalina, biochar, carbón activado, caolín o combinaciones de los mismos y se encuentra entre el 0.1% y el 90% p/p en base seca de la matriz polimérica, donde en una modalidad preferida, el biochar se encuentra entre el 0.1% y el 15% p/p con respecto a la matriz polimérica en base seca.

3. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde el protector de secado se selecciona del grupo que consiste en povidona, leche descremada en polvo, manitol, sorbitol, sacarosa, gelatina, proteína de suero de leche, pectina o combinaciones de los mismos y se encuentra en una proporción entre el 1% y el 90% p/p en base seca de la matriz polimérica, donde en una modalidad preferida, el protector de secado que es povidona se encuentra entre el 1% y el 60% p/p con respecto a la matriz polimérica en base seca.
4. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde el hidrogel superabsorbente retenedor de agua corresponde a un derivado del polímero de ácido poliacrílico, poliacrilato de sodio o poliacrilato de potasio, donde en una modalidad preferida el hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato se encuentra en una proporción del 0.1% al 15% p/v con respecto a la matriz polimérica.
5. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde el agente entrecruzante se selecciona del grupo que consiste en sales de calcio, sales de magnesio, sales de zinc, cloruro de calcio, lactato de calcio, gluconato de calcio o combinaciones de los mismo, en donde en una modalidad preferida el agente entrecruzante es gluconato de calcio el cual por gelificación iónica forma las cápsulas de hidrogel al entrar en contacto con la pectina amidada o el alginato de sodio de la matriz polimérica.
6. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde el polímero biodegradable se selecciona del grupo que consiste en ácido algínico, alginato de sodio, alginato de amonio, pectina, pectina amidada, derivados de alginato, derivados de pectina o combinaciones de los mismos, donde en una modalidad preferida el polímero biodegradable es pectina amidada que al entrar en contacto con gluconato de calcio forma las capsulas de hidrogel.
7. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde el ingrediente activo puede incluir adicionalmente un hongo como *Trichoderma* sp., *Metharizium* sp., *Beauveria* sp., *Duddingtonia* sp., *Arthrobotrys* sp., *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., *Aspergillus* sp., o *Cordyceps* sp. Bacterias del tipo Gram-positiva o Gram-negativa como

Bacillus sp., *Azospirillum sp.*, *Herbaspirillum sp.*, *Rhizobium sp.*, o *Pseudomonas sp.*, individualmente o combinados.

8. La composición de conformidad con la Reivindicación 1 que se encuentra en forma de cápsulas de hidrogel secas, cápsulas de hidrogel húmedas, o incluidas en granulados, emulsiones, polvos, recubrimiento de semillas., granulado dispersable, polvo, polvo dispersable, cápsulas, tabletas, pellets, emulsión o suspensión acuosa u oleosa.
9. La composición de conformidad con la Reivindicación 1, en donde la composición en forma de cápsula tiene un tamaño de partícula entre 100 y 6000 μm .
10. Un método para inmovilizar microorganismos en cápsulas biopoliméricas de hidrogel que comprende
 - a. Disolver el biopolímero de encapsulación en agua hasta una concentración manteniendo agitación constante y temperatura controlada.
 - b. Preparar la matriz polimérica mezclando el material de relleno tal como el biochar y la povidona como protector de secado durante un periodo de tiempo determinado como 10 min.
 - c. Adicionar un hidrogel superabsorbente derivado de poliacrilato como agente retenedor de agua.
 - d. Agregar la suspensión de principio activo correspondiente a microorganismos benéficos seleccionado del grupo que comprende hongos filamentosos, bacterias, levadura, o sus mezclas, manteniendo agitación constante, donde en una modalidad preferida el principio activo corresponde a un consorcio de bacterias benéficas seleccionadas del grupo que comprende *Bacillus sp.*, *Azospirillum sp.*, *Herbaspirillum sp.*, *Rhizobium sp.* o *Trichoderma sp.*
 - e. Gotear la matriz polimérica resultante anterior en la suspensión de un agente entrecruzante tal como gluconato de calcio o lactato de calcio manteniendo la agitación constante, donde el agente entrecruzante tiene una relación en volumen matriz polimérica: agente entrecruzante de 1:1, preferiblemente 1:4, más preferiblemente 1:3, aún más preferible 1:2.

- f. Secar las cápsulas, en donde el secado involucra mecanismos convectivos de secado. Por ejemplo, secado por lecho fluidizado, secado por tambor rotatorio, secado por bandejas, deshidratación en desecador con atmósfera controlada entre otras.

En donde el paso d) se realiza permitiendo el goteo de la matriz polimérica sobre el agente entrecruzante en contacto y la agitación de por lo menos 10 minutos, y el biopolímero de encapsulación es pectina amidada o alginato de sodio.

- 11. El método de conformidad con la Reivindicación 10, en donde las cápsulas en suspensión en el agente entrecruzante se separan con tamiz y se secan por métodos convectivos como secado de bandejas, secado en tambor rotatorio, secado por lecho fluidizado entre otro, con contenidos de humedad entre 0.1 y 98%.
- 12. El método de conformidad con la Reivindicación 10, en donde las cápsulas de hidrogel secas liberan el principio activo en un amplio rango de pH entre 5,8 a 7,4, en menos de 24 horas bajo condiciones de agitación en medio líquido.
- 13. El método de conformidad con la Reivindicación 10, en donde las cápsulas de hidrogel secas liberan el principio activo en el suelo en un amplio rango de pH entre 5,8 a 7,4, en menos de 96 horas sin requerimientos de agitación.
- 14. El método de conformidad con la Reivindicación 10, en donde las cápsulas de hidrogel secas protegen y conservan la viabilidad el principio activo ej. Bacterias, hongos y levaduras a condiciones criogénicas, de refrigeración y de temperatura ambiente y choque térmico hasta 70° C.