

Señora

Directora de la Dirección de Nuevas Creaciones

Superintendencia de Industria y Comercio

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

E. S. D.

Re.:Expediente No. **NC2022/0012263**

Solicitud de Patente PCT entrada en Fase Nacional, para: ***“POTENCIADOR DE FOTOSÍNTESIS A BASE DE NANOPARTÍCULAS HÍBRIDAS DE CARBONO, SU PROCESO DE OBTENCIÓN Y SU USO COMO NANOESTIMULANTES Y NANOFERTILIZANTES EN CULTIVOS AGRÍCOLAS”***

Solicitantes: **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE BRASILIA y KRILLTECH SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS EM ENGENHARIA LTDA**

RESPUESTA A EXAMEN DE FONDO

MARGARITA CASTELLANOS ABONDANO, mayor de edad, identificada y domiciliada como aparece al pie de mi firma, obrando en mi calidad de apoderada de las sociedades solicitantes del asunto citado en la referencia, en atención a su oficio **No. 343** notificado el 10 de enero de 2025, me permito dar respuesta al mismo de la siguiente manera:

1. Modificación a las Reivindicaciones

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 34 de la Decisión 486 y en vista de las observaciones realizadas por el Examinador, se presenta en esta oportunidad un

nuevo pliego reivindicatorio conformado por nueve (09) reivindicaciones. Las modificaciones introducidas son las siguientes:

- No se han incluido en el nuevo pliego reivindicatorio las reivindicaciones iniciales 7, 8, 9, 10, 11 y 12.
- Se ha reenumerado la totalidad del pliego reivindicatorio teniendo en cuenta las reivindicaciones anteriores que no han sido incluidas y los espacios en blanco que estaban en las reivindicaciones 3, 4 y 6.
- La nueva reivindicación 1 ahora divulga:
 1. *Estimulador de la fotosíntesis caracterizado porque comprende puntos de carbono híbridos con propiedades luminiscentes y de transporte de nutrientes y agua, donde los puntos de carbono híbridos están presentes en una concentración de 0,5 a 11 mg.L⁻¹ y activan las proteínas de membrana H⁺-ATPasas.*
- En la reivindicación 2 se han realizado las siguientes modificaciones:
 - El preámbulo de la reivindicación 2 ha sido modificado de “(...) *MEJORA DE LA FOTOSINTESIS* (...)” por “(...) *Estimulador de fotosíntesis* (...)”
 - Se ha incluido la expresión “(...) *seleccionados del grupo que consiste en* (...)” en reemplazo de la expresión “(...) *que incluyen* (...)”
 - Se ha excluido la expresión “(...) *preferiblemente fósforo* (...)”
- En la reivindicación inicial 5 (nueva reivindicación 3) se ha reemplazado el preámbulo de la reivindicación “(...) *Mejora de la fotosíntesis* (...)” por “(...) *Estimulador de la fotosíntesis* (...)” y se ha reemplazado la expresión “(...) *tamaño* (...)” por “(...) *diámetro* (...)”.

- Se han incluido nuevas reivindicaciones de método (nuevas reivindicaciones 4 a 9) en donde la nueva reivindicación independiente 4 corresponde a la reivindicación inicial 10 y ahora divulga lo siguiente:

4. Proceso para la producción de estimuladores de la fotosíntesis, tal y como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, CARACTERIZADO por la formación de nanopartículas de puntos de carbono mediante una reacción de neutralización ácido-base parcial, en la cual la formación de nanopartículas de puntos de carbono tiene lugar en un sistema de flujo continuo en el que las soluciones ácidas y básicas se inyectan en un primer recipiente de mezcla mediante una bomba dosificadora, y se redirigen a un segundo recipiente de mezcla para recibir el flujo recirculado y los dopantes, que luego son bombeados a un reactor tubular de flujo pistón provisto de una válvula que restringe la salida del material y mantiene una presión constante en su interior, con una temperatura entre 100 y 250°C, donde el proceso se mantiene en un régimen de flujo hidrodinámico turbulento; siendo posteriormente, el flujo de material que sale del reactor tubular descargado en un reactor de tanque agitado continuo, bajo el mismo patrón de calentamiento, en el que la salida de este reactor de tanque agitado continuo pasa por un sistema de separación en el que se elimina el sobrenadante y el material en el fondo es recirculado; el flujo recirculado se reintegra en el segundo recipiente de mezcla junto con el flujo entrante de reactivos que comprende soluciones ácidas y básicas y el proceso de reflujo continúa hasta que se forma el producto.

- Se han incluido las nuevas reivindicaciones 5 y 6 en donde se han definido los elementos dopantes.

El soporte para las nuevas reivindicaciones modificadas puede encontrarse en toda la descripción y en las reivindicaciones tal y como se presentaron originalmente. Por ejemplo, el soporte para las reivindicaciones nuevas de método se puede encontrar en las reivindicaciones iniciales 7 a 10 y en la descripción de la solicitud.

2. Sobre las Reivindicaciones Relativas a un Uso

Con respecto a la objeción formulada a las reivindicaciones 11 y 12 por no considerarse patentables al reclamar un uso, se pone de presente que dichas reivindicaciones no han sido incluidas en el nuevo pliego reivindicatorio y, por lo tanto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

3. Sobre la Claridad y Concisión de las Reivindicaciones

A este respecto, se desea llamar la atención sobre las modificaciones introducidas a las reivindicaciones, de forma que la materia se presenta de forma más clara y concisa.

Adicionalmente, se desea poner de presente lo siguiente:

- Con respecto a la objeción formulada a las reivindicaciones 1, 2 y 5, por no ser claras debido al preámbulo de estas que divulgaba “*mejora de fotosíntesis*”, se pone de presente que el preámbulo de todas las reivindicaciones de producto ha sido modificado por “*Estimulador de la fotosíntesis*”. En consecuencia, el preámbulo de las reivindicaciones es ahora claro y correcto y, por lo tanto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.
- Con respecto a la objeción formulada a las reivindicaciones 3, 4 y 6 por estar en blanco, se pone de presente que el pliego reivindicatorio ha sido reenumerado eliminando este error. Por lo tanto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

- Con respecto a la objeción formulada a la reivindicación inicial 7 por no ser clara al no mencionar las etapas del proceso de formación de las nanopartículas, las condiciones de cada etapa, entre otros, se pone de presente que la nueva reivindicación 4 que se refiere a *“Un proceso para la producción de estimuladores de la fotosíntesis, fotosíntesis, tal y como se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3(…)”* divulga ahora las diferentes etapas y parámetros del método estando correctamente descrito. Por ejemplo, se divulga que la formación de nanopartículas de puntos de carbono se da mediante una reacción de neutralización ácido-base parcial la cual tiene lugar en un sistema de flujo continuo en el que las soluciones ácidas y básicas se inyectan en un primer recipiente de mezcla mediante una bomba dosificadora, **seguido de** una redirección a un segundo recipiente de mezcla para recibir el flujo recirculado y los dopantes que **luego** son bombeados a un reactor tubular de flujo pistón.

Como se puede observar, si bien la reivindicación no está escrita de una forma a modo de lista de pasos, su redacción si da cuenta de que es una sucesión de pasos en donde primero ocurre una acción A seguido de una acción B en donde luego ocurre una acción C. Por lo tanto, la nueva reivindicación 4 esta correctamente descrita por medio de una serie de etapas o pasos.

De igual manera en cada paso se describen los componentes usados y parámetros como la temperatura entre 100 y 250°C o la composición de los reactivos que comprende soluciones ácidas y básicas.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

- Con respecto a la objeción formulada a las expresiones *“preferentemente”* y *“por ejemplo”* por no ser limitativas al preceder una característica, se pone de presente que dichas expresiones han sido excluidas del pliego reivindicatorio y por lo tanto la objeción formulada a este respecto se debe tener por

superada.

- Con respecto a la objeción formulada a la expresión “(...) *caracterizado por la solución básica* (...)” en la reivindicación inicial 8, se pone de presente que las reivindicaciones de método se han ajustado de tal manera que ahora dicha expresión tenga sentido en cuanto a su dependencia, es decir que la reivindicación de la cual depende divulgue inicialmente la solución básica que reclama. Por lo tanto, la objeción formulada a este respecto se debe tener por superada.

Teniendo en cuenta lo anterior, se considera que la presente solicitud cumple con las disposiciones del Artículo 30 de la Decisión 486.

4. Sobre la Novedad

El Examinador afirma que el documento D1 (Wang, Carbon) divulga todas y cada una de las características técnicas esenciales de la reivindicación 1 de la presente invención y que el documento D2 (CN108160013) divulga todas y cada una de las características técnicas esenciales del método de la presente invención.

En respuesta a esta objeción, se desea indicar que las reivindicaciones modificadas en esta oportunidad mencionan características técnicas que no son anticipadas ni por D1 (con respecto al producto) ni por D2 (con respecto al método) y por lo tanto la presente invención es novedosa en vista de los documentos citados por el examinador.

4.1. Consideraciones previas

Antes de presentar los argumentos técnicos sobre cada documento D1 y D2 considerados como un impedimento para la novedad de la presente invención, mi representada desea aclarar que, en la conceptualización de nanopartículas de carbono (Carbon-dots, C-Dots o CDs) y en su proceso de obtención, es común la

idea errónea de que los puntos de carbono y sus propiedades biológicas pueden generalizarse. Sin embargo, la formación de las nanoestructuras y las funciones biológicas de los puntos de carbono dependen de una compleja ingeniería de superficie, que va más allá de su composición, morfología y propiedades ópticas. La estructura química, la composición y la conformación de los fragmentos presentes en la superficie amorfa de las partículas, que son invisibles en la microscopía electrónica de transmisión y no detectables mediante técnicas espectroscópicas convencionales, son esenciales para determinar la selectividad hacia ciertos orgánulos, proteínas y enzimas.

Según lo discutido en los párrafos [32], [33], [34], [35], [36] y [37] de la presente invención, el método de síntesis de la nanopartícula, incluyendo la estequiometría de los reactivos, el tiempo de reacción y la materia prima utilizada, impacta directamente en la actividad bioquímica y en las propiedades de los puntos de carbono.

Además de los documentos citados, presentamos otros ejemplos que refuerzan la imposibilidad de generalizar los puntos de carbono desde la perspectiva de sus funciones biológicas:

- <https://doi.org/10.1038/s41598-020-70796-3>: Los puntos de carbono producidos a partir del extracto de *Nerium oleander* (adelfa) presentan la capacidad de dañar el ADN en células tumorales de la línea MCF7. Las nanopartículas descritas en dicho artículo conservan las propiedades antitumorales del extracto de la planta en cuestión. Es importante destacar que las nanopartículas presentan morfología y tamaño característicos de los puntos de carbono y una composición basada únicamente en carbono, oxígeno e hidrógeno.
- El artículo: Ayaz, F., Alas, M.O. & Genc, R. Differential Immunomodulatory Effect of Carbon Dots Influenced by the Type of Surface Passivation Agent. *Inflammation* 43, 777–783 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10753-019-01165-0> describe la producción de puntos de carbono a partir de un extracto

comercial de algarrobo (*Ceratonia siliqua*) utilizando agentes pasivantes como alginato (Alg), polietilenglicol (PEG) y alcohol polivinílico (PVA), e investiga sus respectivas respuestas citotóxicas e inmunológicas. Los tres diferentes polímeros utilizados en la pasivación de la superficie de los puntos de carbono fueron seleccionados con base en sus actividades previamente conocidas y por su uso en la industria farmacéutica y cosmética. Los resultados demostraron que no hubo actividad citotóxica; sin embargo, las actividades inmunoestimulantes e inmunomoduladoras estuvieron directamente relacionadas con los grupos funcionales presentes en la superficie de los respectivos puntos de carbono.

- En otro estudio <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c09120>, se produjeron puntos de carbono con composiciones (carbono, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno), morfologías (esferoidales con diámetros de 4-6 nm) y propiedades ópticas similares (emisión de luz azul) a partir de glucosa, sacarosa, galactosa, lactosa y manosa. Estas nanopartículas fueron utilizadas en el tratamiento del cáncer hepático. Solo los puntos de carbono derivados de manosa mostraron amplificación de la respuesta inmune de células de defensa tras el tratamiento del carcinoma hepatocelular mediante ablación inducida por microondas.

Así, es importante destacar que podrían citarse muchos otros ejemplos para demostrar que las respuestas biológicas de los puntos de carbono no dependen únicamente de su composición, morfología o propiedades ópticas. En realidad, los puntos de carbono, al igual que los puntos cuánticos esferoidales clásicos, cuando se utilizan en organismos vivos, deben diferenciarse en función de las respuestas biológicas generadas por la arquitectura de sus respectivas superficies.

Se subraya que ninguno de los ejemplos descritos en este documento compromete el nivel inventivo de la presente invención, ya que se refieren a puntos de carbono producidos mediante metodologías distintas y con funciones completamente diferentes a las de los puntos de carbono reivindicados en la presente invención.

A la luz de las aclaraciones anteriores, a continuación, se presentan argumentos sobre las diferencias técnicas de los documentos D1 y D2 en relación con la tecnología de la presente invención.

4.2. Con respecto al documento D1

El documento D1 describe nanopartículas de carbono con morfología esférica y un diámetro medio de 4-6 nm, sintetizadas mediante un método electroquímico a partir de barras de grafito, una fuente de carbono inorgánico. En contraste, la tecnología de la presente invención utiliza fuentes de carbono orgánico como ácido cítrico, ácido tartárico, glucosa, aminoácidos y residuos agrícolas, como cáscaras de frutas, bagazos y excrementos de animales, con preferencia por el uso de ácido cítrico. Además, el método de síntesis descrito en la presente invención se lleva a cabo mediante una reacción de flujo continuo en un circuito cerrado, lo que garantiza una mayor reproducibilidad, altos rendimientos y escalabilidad. **Estas diferencias resultan en puntos de carbono con superficies químicas distintas.**

En cuanto a los mecanismos de acción, D1 informa que los puntos de carbono promueven la fotosíntesis en brotes de frijol mungo al mejorar la actividad del fotosistema 1 (PS1), aumentar la tasa de transferencia de electrones y elevar los niveles de clorofila y la actividad de la enzima RuBisCo. En contraste, la presente invención presenta un mecanismo innovador basado en la activación de H⁺-ATPasa, que mejora la absorción de nutrientes y aumenta la eficiencia fotosintética. **Es importante destacar que D1 no proporciona evidencia que confirme los mecanismos específicos de acción descritos en la presente invención.**

Por lo tanto, las diferencias en el origen de las materias primas, los métodos de síntesis y los mecanismos de acción confieren a la presente invención características únicas sobre el documento D1. La estructura química distinta de los puntos de carbono, combinada con sus mecanismos biológicos innovadores, evidencia la novedad y el nivel inventivo de la presente solicitud de patente, reforzando su

singularidad y relevancia tecnológica sobre el documento D1.

4.3. Con respecto al documento D2

En relación con el documento de patente D2: CN108160013, este describe el uso de puntos de carbono cuánticos dopados con elementos como nitrógeno, azufre, boro, entre otros, para aumentar la eficiencia de fluorescencia en la banda azul, promoviendo el crecimiento de las plantas. Esta tecnología se centra en el dopaje de nanopartículas de carbono para mejorar sus propiedades luminiscentes y reforzar la fotosíntesis. En contraste, la presente invención va más allá al proponer un enfoque más integrado e innovador, interactuando directamente con los procesos biológicos de las plantas.

El documento D2 describe el desarrollo de microcápsulas de liberación lenta que contienen puntos de carbono solubles en agua. Estas microcápsulas tienen una estructura compuesta por un núcleo que contiene los puntos de carbono, rodeado por una pared de polímero hecha de alcohol polivinílico (PVA). Esta composición da lugar a una estructura química superficial de las nanopartículas diferente de la presentada en la presente invención. Como se destacó en la introducción, pequeñas variaciones en la superficie de las nanopartículas pueden dar lugar a actividades biológicas significativamente diferentes. **Por lo tanto, las nanopartículas descritas en D2 no pueden compararse directamente con las de la presente invención, ya que presentan características que las sitúan fuera del ámbito de obviedad para los especialistas en la materia.**

El documento D2 se centra en la optimización de la emisión fluorescente para mejorar la captación de luz por las plantas, restringiéndose a propiedades fotónicas específicas, como la conversión de luz UV en azul, sin explorar interacciones biológicas. En contraste, la presente invención adopta un enfoque innovador al utilizar puntos de carbono híbridos que, además de poseer propiedades luminiscentes, desempeñan un papel activo en la estimulación fisiológica de las plantas. Estos nanomateriales interactúan directamente con proteínas de la

membrana plasmática, especialmente con las H⁺-ATPasa, promoviendo una mayor absorción de nutrientes y un aumento en la fotosíntesis, una característica diferenciadora ausente en lo divulgado por D2.

Por lo tanto, mientras que el D2 se limita a la modificación del espectro luminoso, la presente invención combina efectos fotónicos y fisiológicos, proporcionando una solución más eficaz y funcional para el crecimiento vegetal. Esta diferencia fundamental evidencia la innovación y la superioridad técnica de la tecnología reivindicada.

Por lo tanto, teniendo en cuenta que ni el documento D1 ni el documento D2 divulgan todas y cada una de las características técnicas del estimulador de la fotosíntesis y su proceso de producción, la presente invención es novedosa e inventiva a la luz de los documentos del estado de la técnica citados por el examinador.

Consecuentemente, el pliego de reivindicaciones es novedoso a la luz de D1 y D2, de acuerdo con lo indicado en el Artículo 16 de la Decisión 486.

5. Conclusión

En vista de las modificaciones introducidas en esta oportunidad y los argumentos que se presentan, es posible establecer que las reivindicaciones cumplen con los requerimientos de la Decisión 486.

6. Anexos

- Nuevo pliego reivindicatorio conformado por nueve (09) reivindicaciones.
- Copia del recibo de pago por concepto de modificaciones a las reivindicaciones.

Señora Directora,


Margarita Castellanos Abondano
C.C. No. **39.779.654** de Bogotá
T.P.A. No. **70.819** del C.S.J.
Calle 117 No. 5A-35 - Bogotá, D.C.
Teléfono: 7560770

Bogotá, D.C.

Dp

P5813



**Superintendencia de
Industria y Comercio**

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

NIT: 800.176.089-2

COMPROBANTE DE RECAUDO SISTEMA SIPI

Radicado: NC2022/0012263
Recibo: 25-131813
Fecha: 01/04/2025

CASTELLANOS & CO
NI: 8.001.746.411
Pago PSE No: 1092112
CUS: 1379091220

Patente PCT
POTENCIADOR DE FOTOSÍNTESIS A BASE DE NANOPARTÍCULAS HÍBRIDAS DE CARBONO, SU PROCESO
DE OBTENCIÓN Y SU USO COMO NANOBIIOESTIMULANTES Y NANO FERTILIZANTES EN CULTIVOS
AGRÍCOLAS

Detalle del pago

Id.	Rentístico	Concepto y Servicio	Cant.	Val. Unit.	Subtotal
1	50005-01-03	Modificaciones / Correcciones al registro Patente PCT (DESCUENTO INTERNET)	1	\$ 225,000	\$ 225,000
TOTAL					\$ 225,000