

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 851 376**

51 Int. Cl.:

C08B 31/00 (2006.01)

C08L 3/02 (2006.01)

A61K 47/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.07.2014 PCT/EP2014/064466**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.01.2016 WO16004974**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2014 E 14748135 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2020 EP 3166977**

54 Título: **Polímero basado en una maltodextrina para encapsular compuestos orgánicos**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.09.2021

73 Titular/es:
ROQUETTE ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Serravalle 26
15063 Cassano Spinola, IT

72 Inventor/es:
TROTTA, FRANCESCO y
FOSSATI, ERNESTO

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

Observaciones:

Véase nota informativa (Remarks, Remarques o Bemerkungen) en el folleto original publicado por la Oficina Europea de Patentes

ES 2 851 376 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

Polímero basado en una maltodextrina para encapsular compuestos orgánicos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un polímero a base de una maltodextrina para encapsular compuestos orgánicos en diferentes campos industriales, como en la industria de los alimentos y bebidas, en aplicaciones farmacéuticas y en aplicaciones insecticidas.

Antecedentes de la invención

10 En muchos campos de la industria como en la de los alimentos y bebidas, en los cuales se utilizan moléculas orgánicas lábiles, es necesario encapsular, complejar o atrapar a estas moléculas para evitar su degradación o su interacción con ciertos agentes o condiciones ambientales, ya que de otro modo estas moléculas se convertirían en compuestos sin valor o incluso dichas moléculas podrían llegar a ser destruirlas.

En los campos farmacéutico o insecticida, las técnicas de encapsulación se utilizan para liberar las sustancias farmacéuticas/insecticidas de una manera específica con el fin de liberarlas dónde y cuándo sea necesario.

15 Es decir, se conocen diferentes técnicas de encapsulación, a través de las cuales estos compuestos orgánicos se encapsulan de manera adecuada con el fin de garantizar tanto una buena conservación, sin que acontezca ninguna alteración de sus propiedades, como su disponibilidad.

Entre los agentes encapsulantes conocidos se utilizan las ciclodextrinas y sus derivados, también como una mezcla.

20 Por ejemplo, el documento EP1304044 describe el uso de azúcares, almidones modificados, maltodextrinas y otros polímeros en combinación con hidroxipropilcelulosa, lo que proporciona una matriz capaz de encapsular un sabor o un material aromático.

Las ciclodextrinas también se utilizan en campos técnicos muy diferentes para encapsular moléculas orgánicas, mediante la formación de complejos de inclusión o complejos supramoleculares con sustancias orgánicas de interés.

25 Por ejemplo, en la bibliografía y en las solicitudes de patente se describen ciertas formulaciones de insecticidas, acaricidas, fungicidas, veneno para caracoles y vermícidias en ciclodextrinas (CD) (véanse por ejemplo Szente, L. et al, "Cyclodextrins in Pesticides", en "Comprehensive Supramolecular Chemistry", páginas 503-514, Elsevier (1996); Castillo, J.A. et al., Drug Develop. 1999, 25, 1241-1248; Lezcano, M. et al., J. Agric. Food Chem. 2002, 50, 108-112). Los objetivos principales de dichos complejos supramoleculares son: modificación de las propiedades fisicoquímicas de los principios activos sin alterar sin embargo su actividad biológica una vez que se liberan los principios activos, mayor estabilidad, mayor humectabilidad y biodisponibilidad de principios activos poco solubles y difícilmente absorbibles, menor toxicidad ambiental y menor toxicidad para los operadores.

30 Las α , β , γ ciclodextrinas son oligosacáridos cíclicos naturales o semisintéticos, siendo generalmente biodegradables; β -CD, γ -CD y ciertos derivados de los mismos, como la hidroxipropil- β -ciclodextrina (HP- β -CD) y el éter- β -ciclodextrina de sulfobutilo (SBE- β -CD) se utilizan principalmente en aplicaciones industriales. Sin embargo, el uso de ciclodextrinas está altamente regulado.

35 En el documento WO2013/179196 se describe un procedimiento para el tratamiento de bebidas, en el que se utilizan polímeros de α , β , γ ciclodextrinas. Los polímeros resultaron en una estabilización de las fracciones proteicas en el vino.

40 Alternativamente, el uso de almidones ricos en amilosa (almidones que contienen más del 50% de amilosa) fue propuesto para una encapsulación, pero implicaba diversas restricciones, ya que requieren condiciones muy estrictas de preparación y uso. De hecho, estos almidones se retrodegradan rápidamente debido a su riqueza en amilosa.

45 También se sabe que estabiliza el almidón. La estabilización se obtiene mediante la sustitución de las funciones hidroxilo del almidón, por esterificación o eterificación. También se puede obtener por oxidación. Estos tratamientos de estabilización son, en particular, la hidroxipropilación, acetilación, fosfatación y oxidación. Estas reacciones dirigidas a la estabilización, incluso si permiten reducir la temperatura de retrogradación del almidón, reducen su capacidad para formar complejos de inclusión.

En el campo del vino, el documento EP 820 702 describe el uso de un almidón de guisante como agente encapsulador por secado por pulverización o por liofilización. La presencia de largas cadenas polisacáridas es la característica esencial para que el almidón del guisante pueda encapsular los aromas según la invención descrita.

50 En el documento US2010/0196542 se describe el uso de una maltodextrina y/o un jarabe de glucosa para la encapsulación de compuestos orgánicos, en el que la maltodextrina y/o el jarabe de glucosa se obtienen de un almidón leguminoso con un contenido de amilosa comprendido entre el 25% y el 50%, expresado como peso seco

en relación con el peso seco del almidón. Como se explica en dicho documento, la amilosa se organiza en hélices con una superficie externa hidrófila debido a la presencia de grupos hidroxilo y con una superficie interna hidrófoba debido a la presencia de átomos de hidrógeno. Esta estructura helicoidal confiere a la amilosa las características necesarias para la encapsulación de principios o aromas activos, incluso si el uso de la amilosa pura no puede, sin embargo, ser previsto a escala industrial debido a su gran propensión a la cristalización o retrogradación.

La maltodextrina utilizada en el documento US2010/0196542 resultó ser un producto alternativo no sólo para el almidón rico en amilosa, sino también para las ciclodextrinas. Con respecto al almidón rico en amilosa, las maltodextrinas del documento US2010/0196542 resultaron ser solubles en agua fría y fáciles de usar para la encapsulación, particularmente en la industria del vino. Por otro lado, las maltodextrinas del documento US2010/0196542 demostraron altos rendimientos de encapsulación, particularmente de aromas, en comparación con las ciclodextrinas que no se someten a estrictas regulaciones de uso.

Se considera la necesidad de proporcionar más agentes encapsulantes que tengan una buena y mejor capacidad de inclusión/encapsulación, incluyendo una liberación controlada del compuesto orgánico incluido/encapsulado, y facilidad de uso en todos los disolventes, mientras se mantienen seguros.

15 **Compendio de la invención**

Durante la experimentación dirigida al estudio de las maltodextrinas el solicitante ha descubierto sorprendentemente que una modificación específica de la maltodextrina derivada de un almidón, que comprende un contenido de amilosa en el intervalo de 25 a 50%, permite obtener un producto capaz de ser extremadamente estable a temperaturas relativamente altas, presentar muy buenas propiedades solubilizantes y una alta estabilidad de los complejos formados con las sustancias orgánicas. Por lo tanto, la presente invención se refiere a un polímero reticulado que se puede obtener haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y al menos un compuesto de reticulación con un átomo de carbono electropositivo seleccionado del grupo compuesto por un ácido dicarboxílico, dianhidruros, carbonildiimidazol, difenilcarbonato, trifosgeno, dicloruros de acilo, diisocianatos, diepóxidos, donde la maltodextrina se deriva de un almidón leguminoso y las plantas leguminosas se eligen del grupo que consiste en guisante, judía, judía ancha, habas y sus mezclas.

En una realización preferida, la presente invención se refiere a un polímero reticulado que se puede obtener haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y al menos un compuesto seleccionado del grupo que consiste en un ácido dicarboxílico, un dianhidruro, carbonildiimidazol y un diisocianato.

En la realización más preferida, el polímero reticulado según la invención se puede obtener haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50% expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y al menos un agente reticulante seleccionado de dianhidruro pirometílico, 1,1'-carbonildiimidazol, diisocianato de hexametileno, ácido cítrico y ácido tartárico.

En una realización aún más preferida, el polímero reticulado según la invención se puede obtener haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50% expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y un compuesto de reticulación seleccionado de 1,1'-carbonyldiimidazol y diisocianato de hexametileno.

Los polímeros reticulados de la invención están en forma de un material nanoporoso capaz de encapsular/atrapar/incluir sustancias orgánicas fuertemente. Además, los polímeros de la invención son ventajosamente insolubles en agua y en cualquier disolvente orgánico, por lo que se utiliza como agente encapsulador en una forma sólida.

Descripción de las figuras:

La Figura 1 muestra el espectro del análisis TGA del polímero reticulado del ejemplo 1.

La Figura 2 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 1.

La Figura 3 muestra el espectro del análisis TGA del polímero reticulado del ejemplo 2.

La Figura 4 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 2.

La Figura 5 muestra el espectro del análisis TGA del polímero reticulado del ejemplo 3.

La Figura 6 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 3.

La Figura 7 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 4.

La Figura 8 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 5.

La Figura 9 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 6.

La Figura 10 muestra el espectro del análisis ATR-FTIR del polímero reticulado del ejemplo 7.

La Figura 11 muestra los resultados de la absorción de naranja de metilo del polímero del ejemplo 2 y el ejemplo 3 a través del análisis UV-Vis.

- 5 La Figura 12 muestra los resultados de la absorción del polímero del ejemplo 2 a una solución de 5 ml de anisol ($2,45 \times 10^{-4}$ M) a través del análisis UV-Vis.

Descripción detallada de la invención

10 Por lo tanto, la presente invención se refiere a un polímero reticulado que se puede obtener haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo del 25 al 50% expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, con, al menos, un compuesto de reticulación que tiene un átomo de carbono electropositivo seleccionado del grupo compuesto por un ácido dicarboxílico, dianhidruros, carbonildiimidazol, difenilcarbonato, trifosgeno, dicloruros de acilo, diisocianatos y diepóxidos, donde la maltodextrina se deriva de almidón leguminoso y la planta leguminosa se elige del grupo que consiste en guisante, judía, judía ancha, haba y sus mezclas.

15 Por lo tanto, el polímero reticulado de la invención se puede obtener a partir de una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresada como peso seco en relación con el peso seco del almidón.

20 La maltodextrina de la invención deriva del almidón leguminoso. Por "leguminosa" se entiende, en el sentido de la presente invención, cualquier planta perteneciente a las familias de las Caesalpiniaceae, Mimosaceae o Papilionaceae y, en particular, a cualquier planta perteneciente a la familia de las Papilionaceae como, por ejemplo, el guisante, la judía, judía ancha, haba, lenteja, alfalfa, trébol o lupino. Esta definición incluye en particular todas las plantas descritas en cualquiera de las tablas contenidas en el artículo de R. Hoover et al., 1991 (Hoover R. (1991) "Composition, structure, functionality and chemical modification of leguminous starches: a review", Can. J. Physiol. Pharmacol., 69, pp.: 79-92). La planta leguminosa se elige del grupo formado por el guisante, la judía, judía ancha, haba y sus mezclas. De acuerdo con una realización preferida y ventajosa, la planta leguminosa es una variedad de guisantes o judía ancha que produce semillas que contienen al menos un 25%, preferiblemente al menos un 40% en peso de almidón (seco/seco). Más ventajosamente, dicha planta leguminosa es el guisante. El término "guisante", siendo en este documento considerado en su sentido más amplio e incluyendo en particular todas las variedades silvestres del "guisante verde de piel lisa" y todas las variedades mutantes del "guisante verde de piel lisa" y "guisante verde de piel arrugada", independientemente de los usos para los que dichas variedades estén destinadas, generalmente (consumo humano, nutrición animal y / u otros usos).

25 El almidón leguminoso de la invención tiene preferentemente un contenido de amilosa comprendido entre el 30% y el 40%, en particular comprendido entre el 35% y el 40%, y, más preferiblemente, entre el 35% y el 38%, estos porcentajes se expresan como peso seco en relación con el peso seco del almidón.

35 Las maltodextrinas se obtienen convencionalmente mediante hidrólisis ácida y/o enzimática del almidón. Refiriéndose al estatus reglamentario, las maltodextrinas tienen un equivalente de dextrosa (DE) de 1 a 20.

Preferiblemente en la presente invención la maltodextrina tiene un equivalente de dextrosa (DE) de 17 y un peso molecular medio en peso de aproximadamente 12000 D.

40 Por lo tanto, el polímero reticulado se puede obtener a partir de la reacción de un compuesto reticulante con un átomo de carbono electropositivo seleccionado del grupo que consiste en un ácido dicarboxílico, dianhidruros, carbonildiimidazol, difenilcarbonato, trifosgeno, dicloruros de acilo, diisocianatos y diepóxidos.

En la presente invención, cuando se utiliza la definición de "un compuesto que tiene un átomo de carbono electropositivo" se entiende un compuesto que tiene un átomo de carbono sometido a un ataque nucleófilo, es decir, que tiene una carga positiva parcial.

45 Preferiblemente, el al menos un compuesto de reticulación, que tiene un átomo de carbono electropositivo, se selecciona de un ácido dicarboxílico, un dianhidruro, carbonildiimidazol y un diisocianato.

50 Entre los ácidos dicarboxílicos, en la presente invención, se pueden utilizar los siguientes diácidos: ácido poliacrílico, ácido butano tetracarboxílico, ácido succínico, ácido tartárico y ácido cítrico. Más preferiblemente, el compuesto de reticulación que tiene un átomo de carbono electropositivo es el ácido cítrico. En una realización ventajosa, el polímero reticulado se puede obtener mediante el uso de ácido cítrico y ácido tartárico como agentes reticulantes.

Entre los dianhidruros, en la presente invención, se pueden utilizar los siguientes dianhidruros: dianhidruro de dietilentiainopentaacético, dianhidruro de etilendiaminotetraacético, dianhidruro de benzofenona-3,3',4,4'-tetracarboxílico y dianhidruro piromelítico. Más preferiblemente, el compuesto de reticulación que tiene un átomo de carbono electropositivo es el dianhidruro piromelítico.

Entre los cloruros de acilo, en la presente invención, se pueden utilizar los siguientes cloruros de acilo: cloruro de tereftaloilo, cloruro de sebacoilo, cloruro de succínilo. Más preferiblemente, el compuesto de reticulación que tiene un átomo de carbono electropositivo es el cloruro de tereftaloilo.

5 Entre los diisocianatos, en la presente invención, se pueden utilizar los siguientes diisocianatos: toluenodiisocianato, diisocianato de isoforona, diisocianato de 1,4-fenileno, poli(hexametileno diisocianato), y diisocianato de hexametileno. Más preferiblemente, el compuesto de reticulación que tiene un átomo de carbono electropositivo es el diisocianato de hexametileno.

Más preferiblemente, el compuesto que tiene un átomo de carbono electropositivo se selecciona de dianhidruro piromelítico, 1,1'-carbonildiimidazol, diisocianato de hexametileno, ácido cítrico y ácido tartárico.

10 Como será más evidente en la siguiente parte experimental, el polímero de la invención resultó ser estable a temperaturas relativamente altas, tener alta capacidad de complejación, altas propiedades solubilizantes y alta estabilidad de los complejos formados. Además, el polímero de la invención tiene la ventaja de ser fácil de obtener, actualmente sin problemas particulares de los reglamentos legales.

15 La presente invención se refiere también a un procedimiento de preparación del polímero reticulado de la invención, que comprende el siguiente paso:

a) Preparar la solución de una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50% expresada en peso seco en relación con el peso seco del almidón;

20 b) Añadir, al menos, un compuesto de reticulación con un átomo de carbono electropositivo seleccionado del grupo de un ácido dicarboxílico, dianhidruro, carbonildiimidazol, difenilcarbonato, trifosgeno, dicloruro de acilo, diisocianato, ciclodextrina, diepóxido y un poliepóxido.

c) Obtener el polímero reticulado, en el que la maltodextrina se deriva del almidón leguminoso y la planta leguminosa se elige del grupo formado por guisantes, judía, judía ancha, haba y sus mezclas.

25 La relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el compuesto de reticulación que tiene un carbono electropositivo está preferiblemente entre 1:0,5 y 1:250, más preferiblemente la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el al menos un compuesto de reticulación con un carbono electropositivo es 1:0,57, con respecto a la unidad de glucosa de la maltodextrina, es decir, 0,57 moles de reticulador para cada mol de la unidad de glucosa. En otra realización, la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y al menos un compuesto que tiene un carbono electropositivo está entre 1:3 y 1:3,28, con respecto a la unidad de glucosa de la maltodextrina, es decir, 3 o 3,28 moles de reticulador por cada mol de la unidad de glucosa.

30 Ventajosamente, el procedimiento de la invención proporciona la adición de una ciclodextrina a la solución del paso a) junto con el agente de reticulación del paso b). Entre las ciclodextrinas, se pueden utilizar las α -ciclodextrina, β -ciclodextrina y γ -ciclodextrina. Más preferiblemente, se añade la β -ciclodextrina.

35 En la realización de la invención, en la que el polímero se puede obtener mediante un compuesto reticulante tanto de ácido cítrico como de ácido tartárico, la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el ácido tartárico y el ácido cítrico es 1:1:2, es decir, un mol de ácido tartárico y dos moles de ácido cítrico para cada mol de glucosa del maltodextrina, considerando la unidad de glucosa con una masa molar (peso molecular) de 180,15 g/mol.

La solución de la etapa a) se lleva a cabo preferentemente con dimetilsulfóxido o con N,N-dimetilformamida, N-metilpirrolidona.

40 El polímero de la invención se puede utilizar como agente encapsulador. El polímero se puede utilizar en la industria farmacéutica, la industria cosmética, la industria alimentaria, la industria del papel y los no tejidos, textiles, productos super-odoríferos y desodorantes, detergentes o productos fitosanitarios, en la industria de bebidas y el campo insecticida.

El polímero de la invención permite encapsular/incluir/atrapar diversos compuestos orgánicos con diferentes características y tamaños fisicoquímicos, tales como fármacos, colorantes, gases, vapores.

45 En otro aspecto, la invención se refiere, por lo tanto, al uso del polímero reticulado de la invención para la encapsulación/inclusión/atrapamiento de un compuesto orgánico.

50 En otro aspecto más, la invención se refiere a un método de encapsulación/inclusión de un compuesto orgánico. Por ejemplo, el polímero de la invención se puede utilizar no en un estado disuelto en agua, sino en un estado sólido. En este caso, el polímero se mezcla con una pequeña cantidad de agua, insuficiente para disolverlo por completo pero suficiente para permitir obtener una pasta. Esta pasta se mezcla, amasando y/o mezclando, con el compuesto a encapsular, en estado de polvo o en estado disuelto en un disolvente adecuado. Alternativamente, el compuesto de inclusión se puede obtener fácilmente mediante la adición de la cantidad seleccionada de polímero reticulado con un exceso de molécula huésped disuelta en un disolvente adecuado y, después de agitar durante toda la noche, a temperatura ambiente se produce la encapsulación y se recupera simplemente filtrando bajo vacío.

La invención se describirá a continuación con referencia a ejemplos de preparación del polímero de la invención y ejemplos de encapsulación/inclusión de compuestos orgánicos.

Parte experimental

5 Ejemplo 1: Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50% expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón y el dianhidruro piromelítico como agente reticulante.

10 Se solubilizaron 4,89 g de maltodextrina, vendida como Kleptose Linecaps 17 de Roquette Italia SpA, que tenía un DE de 17 (secado en estufa a 100-120°C durante al menos una noche) con agitación continua en 20 ml de dimetil sulfóxido en un matraz de 100 ml. Luego se añadieron 5 ml de trietilamina y, después de unos minutos, se añadieron 3,76 g de dianhidruro piromelítico. La relación molar entre la maltodextrina inicial y el dianhidruro piromelítico fue de 1:0,57, expresada como proporción molar de un mol de glucosa de la maltodextrina con respecto a 0,57 moles de dianhidruro piromelítico. Después de un corto periodo de tiempo, el proceso de reticulación bloqueó el imán de agitación. Después de 24 horas, la reacción se consideró completa. En los días siguientes, el polímero fue molido en un mortero y lavado con agua desionizada en un embudo Buchner con bomba de chorro de agua. Después del 15 secado por aire, el polímero fue purificado en un extractor Soxhlet con acetona durante un tiempo total de aproximadamente 14 horas.

20 El polímero reticulado así obtenido fue analizado por el análisis TGA, utilizando un TA Instruments TGA2050 v5.4A, con gradiente de 10°C por minuto en N₂. El resultado del análisis es el termograma reportado en la Figura 1. La primera pérdida de peso (~6%) que se produjo entre 50 y 100°C se debe principalmente a la humedad absorbida en la muestra. La degradación de la estructura polimérica comenzó aproximadamente de los 150°C y continuó hasta los 600°C, sin embargo, la tasa máxima de degradación se alcanzó a los 240°C. A los 800°C se observó un residuo final de aproximadamente un 20%.

25 Además, con el fin de caracterizar mejor el polímero reticulado de la invención, éste se analizó con un análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 2. En el espectro infrarrojo, se pueden observar los picos de los grupos carbonilo (es decir, 1721, 1585 cm⁻¹), introducidos por el reticulador, además de las bandas características de las unidades de maltodextrina. En la tabla siguiente se enumeran los picos principales, junto con los grupos absorbentes correspondientes.

Número de onda (cm ⁻¹)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H
1721	C=O en restos carboxílicos
1585	C=O en grupos carboxilato
1236	C-O
1010	C-O

30 El polímero obtenido también fue sometido al análisis CHNS, en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 1	2,76	50,20	6,33	0,00

35 Ejemplo 2: Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y 1,1'-carbonildiimidazol como agente de reticulación.

5 Se solubilizaron 4,89 g de maltodextrina, vendida como Kleptose Linecaps 17 de Roquette, Italia, SpA, que tenía un DE de 17 (secado en estufa a 100-120°C durante al menos una noche) en continua agitación en 20 ml de N,N-dimetilformamida anhidra en un matraz de 100 ml. A continuación se añadieron 2,79 g de 1,1'-carbonildiimidazol. La relación molar entre la maltodextrina inicial y el 1,1'-carbonildiimidazol fue 1:0,57 expresada en proporción molar de un mol de glucosa de la maltodextrina con respecto a 0,57 moles de 1,1'-carbonildiimidazol. La mezcla obtenida se calentó en un baño de aceite hasta alcanzar una temperatura de 90°C. Después de unos minutos, el proceso de reticulación bloqueó el imán de agitación. El calentamiento continuó durante al menos 2-3 horas hasta completar la reacción de reticulación. En los días siguientes, el polímero fue molido en un mortero y lavado con agua desionizada en un embudo Buchner con bomba de chorro de agua. Después de un secado al aire, el polímero fue purificado en un extractor Soxhlet con etanol durante un tiempo total de aproximadamente 14 horas.

10 El polímero reticulado así obtenido fue analizado por análisis TGA, utilizando un TA Instruments TGA2050 v5.4A, con gradiente de 10°C por minuto en N₂. El resultado del análisis es el termograma reportado en la Figura 3. La pérdida de peso inicial (~2%) comprendida entre 50 y 100°C puede atribuirse a la liberación de la humedad absorbida. La degradación térmica del polímero comenzó aproximadamente a los 175°C y condujo a un residuo final de aproximadamente el 18% a 800°C. La tasa máxima de degradación se observó a los 298°C.

15 Además, con el fin de caracterizar mejor el polímero reticulado de la invención, se analizó con análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 4. Las principales señales de absorción se enumeran en la tabla que se presenta a continuación. Además de las principales bandas de absorción de las unidades de glucosa (es decir, estiramiento y flexión de grupos O-H a 3600-3100 cm⁻¹ y 1638 cm⁻¹, respectivamente, el estiramiento de C-H aproximadamente a 2900 cm⁻¹ y el estiramiento de enlaces C-O en grupos de alcohol, éster y éter en el intervalo 1260-1000 cm⁻¹) el pico característico de absorción de restos carbonilo aparece a 1741 cm⁻¹, confirmando así la presencia de puentes de reticulación en la estructura polimérica.

Número de onda (cm ⁻¹)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H
1741	C=O
1638	O-H
1253	C-O
1002	C-O

25 El polímero obtenido también fue sometido al análisis CHNS en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 2	0,34	39,33	5,61	0,00

30 Ejemplo 3: Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y hexametilendiisocianato carbonildiimidazol como agente reticulante

35 Se solubilizaron 4,89 g de maltodextrina, vendida como Kleptose Linecaps 17 de Roquette Italia SpA, que tenía un DE de 17 (secado en estufa a 100-120°C durante al menos una noche) con agitación continua en 20 ml de dimetil sulfóxido en un matraz de 100 ml. Luego se añadieron 0,5 g de 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octanos y, después de unos minutos, se añadieron 2,77 g de hexametilendiisocianato. La relación molar entre la maltodextrina inicial y el hexametilendiisocianato fue de 1:0,57, expresado como proporción molar de un mol de glucosa de la maltodextrina con respecto a 0,57 moles de hexametilendiisocianato. Después de un corto periodo de tiempo, el proceso de reticulación bloqueó el imán de agitación. Después de 24 horas, la reacción se consideró completa. En los días siguientes, el polímero fue molido en un mortero y lavado con agua desionizada en un embudo Buchner con bomba

de chorro de agua. Después del secado por aire, el polímero fue purificado en un extractor Soxhlet con acetona durante un tiempo total de aproximadamente 14 horas.

El polímero reticulado así obtenido fue analizado por el análisis TGA, utilizando un TA Instruments TGA2050 v5.4A, con gradiente de 10°C por minuto en N₂. El resultado del análisis es el termograma reportado en la Figura 5. La cantidad de humedad absorbida (~5%) se perdió en el primer paso del programa de calentamiento, comprendido entre 40 y 120°C. Se demostró que el polímero era estable hasta 150°C, luego se produjo una degradación a través de un proceso de varios pasos, en el que se pueden observar tres pérdidas de peso principales. Las tasas máximas de degradación de los tres procesos se sitúan en 236, 291 y 438°C, respectivamente. Finalmente, se registró un residuo del 13% a 800°C.

Además, con el fin de caracterizar mejor el polímero reticulado de la invención, se analizó con análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 6. Los principales picos de absorción se resumen en la tabla siguiente.

Número de onda (cm ⁻¹)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H, N-H
1695	C=O
1533	N-H
1248	C-O
1018	C-O

Las señales más intensas asociadas a las unidades de maltodextrina se encuentran en los intervalos 3600-3100 cm⁻¹ y 1260-1000 cm⁻¹ y se deben principalmente a las vibraciones de estiramiento de los enlaces O-H y C-O, respectivamente. La presencia de unidades de uretano está demostrada por los picos de absorción a 1695 y 1533 cm⁻¹, causados por el estiramiento de los grupos carbonilos y las vibraciones de flexión de los enlaces N-H, respectivamente. Mientras que la banda de absorción compuesta entre 2990 y 2800 cm⁻¹ puede atribuirse a las vibraciones de estiramiento de los enlaces C-H, transportados por unidades de maltodextrina y de reticulación, superpuestas con las vibraciones de estiramiento de los enlaces N-H de uretano.

El polímero obtenido también fue sometido a un análisis CHNS en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 3	0,34	39,33	5,61	0,00

Ejemplo 4: Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón y el ácido cítrico como agente reticulante

Se añadieron 4,00 g de maltodextrina, vendida como Kleptose Linecaps 17 de Roquette, Italia, SpA, con DE de 17, 1,00 g de hipofosfito sódico monohidrato (NaH₂PO₂·H₂O) y 14,22 g de ácido cítrico bajo agitación en 20 ml de agua desionizada. La relación molar entre la maltodextrina y el ácido cítrico fue 1:3, expresada como una proporción molar de un mol de glucosa de la maltodextrina con respecto a 3 moles de ácido cítrico. La solución se calentó a 100°C hasta que se aclaró (aproximadamente en 5 minutos). La solución se vertió entonces en una placa Petri, luego se mantuvo en la estufa a una temperatura de unos 80°C y a baja presión (aproximadamente de 80 mbar, 8 KPa) hasta que el compuesto resultó seco (tiempo solicitado de aprox. 10 días). Al final, el polímero así obtenido fue molido a través de un mortero y lavado con agua desionizada en exceso, ya sea a través de la filtración en un aparato Buchner o a través de ciclos de centrifugación repetidos hasta que el agua de lavado resultó ser incolora. Los últimos ciclos de lavado con el embudo y/o centrífuga se llevaron a cabo añadiendo acetona en lugar de agua al

polímero con el fin de acelerar el proceso de secado del polímero. El tratamiento con acetona se prolongó hasta que el disolvente de lavado fue incoloro. El polímero se dejó secar al aire libre durante unos días.

Con el fin de caracterizar el polímero reticulado de la invención, se analizó con análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 7.

- 5 El pico característico de los grupos carbonilo, transportado por las unidades de reticulación de ácido cítrico, se observó en 1716 cm^{-1} . Aparte de esto, las principales señales de absorción, derivadas de las unidades de maltodextrinas y ácido cítrico se enumeran en la tabla siguiente. El espectro infrarrojo confirmó la composición esperada del polímero.

Número de onda (cm-1)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H
1716	C=O
1168	C-O
1015	C-O

- 10 El polímero obtenido también fue sometido a un análisis CHNS en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 4	0,00	43,13	4,42	0,00

- 15 Ejemplo 5: Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y el ácido cítrico como agente reticulante

El mismo procedimiento e ingredientes indicados en el ejemplo 4 se repitió utilizando una cantidad de 15,54 g de ácido cítrico. En este caso, la relación molar entre la maltodextrina y el ácido cítrico fue de 1:3,28, expresada en proporción molar de un mol de glucosa de la maltodextrina con respecto a 3,28 moles de ácido cítrico.

- 20 Con el fin de caracterizar el polímero reticulado de la invención, se analizó con análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 8.

El pico de absorción que apareció en 1716 cm^{-1} , causado por las vibraciones de estiramiento de los grupos carbonilo, indica claramente la presencia de las unidades de reticulación del ácido cítrico. Junto con la señal de carbonilo, los picos principales, que se debieron a las vibraciones de las unidades de maltodextrina y de reticulación, se enumeran en la siguiente tabla.

Número de onda (cm-1)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H
1716	C=O
1173	C-O
1031	C-O

El polímero obtenido también fue sometido a un análisis CHNS en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 5	0,00	39,14	4,21	0,00

- 5 Ejemplo 6: Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y ácido cítrico y ácido tartárico como agente reticulante

10 Se añadieron 4,00 g de maltodextrina, vendida como Kleptose Linecaps 17 de Roquette Italia SpA, con DE de 17, 1,00 g de hipofosfito sódico monohidrato ($\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), 3,7 g de ácido tartárico y 9,48 g de ácido cítrico con agitación en 20 ml de agua desionizada. La relación molar entre la maltodextrina, el ácido tartárico y el ácido cítrico fue de 1:1:2, expresada en proporción molar de un mol de glucosa de la maltodextrina con respecto a 1 mol de ácido tartárico y 2 moles de ácido cítrico. La solución se calentó a 100°C hasta que se aclaró (aproximadamente en 5 minutos). La solución se vertió entonces en una placa Petri, luego se mantuvo en una estufa a una temperatura de aprox. 80°C y una presión de aprox. 80 mbar (8 KPa) durante diez días hasta que el compuesto se secó. Al final, el polímero así obtenido fue molido a través de un mortero y lavado con agua desionizada en exceso, ya sea a través de un embudo Buchner o a través de ciclos de centrifugación repetidos. El tratamiento continuó hasta que el agua de lavado resultó incolora. Los últimos ciclos de lavado con el embudo y/o centrífuga se llevaron a cabo añadiendo acetona en lugar de agua. El tratamiento con acetona se prolongó hasta que el disolvente de lavado fue incoloro. El polímero se dejó secar al aire libre durante unos días.

- 20 Con el fin de caracterizar el polímero reticulado de la invención, se analizó con análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 9. Los principales picos de absorción se resumen en la tabla siguiente:

Número de onda (cm ⁻¹)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H
1723	C=O
1171	C-O
1035	C-O

- 25 El espectro muestra las señales infrarrojas características de las maltodextrinas y, además, el pico de absorción de las unidades carbonílicas, situado en 1723 cm⁻¹, confirma de ese modo la presencia de agentes reticulantes en la estructura polimérica.

El polímero obtenido también fue sometido al análisis CHNS en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 6	0,00	38,91	4,27	0,00

- 30 Ejemplo 7. Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresada como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y ácido cítrico como agente reticulante

Se añadieron 4,00 g de Linecaps Kleptose®, vendido por Roquette, Italia SpA, y descrito en el documento US2010/0196542, 0,40 de β -ciclodextrina, 1,00 g de hipofosfito sódico monohidrato ($\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) y 14,22 g de ácido cítrico en 20 ml de agua desionizada. La relación molar entre las maltodextrinas y el agente reticulante, es decir, Linecaps Kleptose® y β -ciclodextrina con respecto al ácido cítrico fue de 1:2,73, expresada como proporción molar de un mol de glucosa de las unidades de maltodextrina con respecto a 2,73 moles de ácido cítrico. Mientras que la cantidad de β -ciclodextrina introducida en la reacción fue igual al 10% p/p con la cantidad de Linecaps Kleptose®. La solución se calentó a después a 100°C y se mantuvo durante 5 minutos hasta que se aclaró. La solución se vertió entonces en una placa Petri, luego se mantuvo en una estufa a una presión de unos 80 mbar (8 KPa) hasta que el compuesto se secó (tiempo solicitado: aproximadamente 10 días). Al final de la síntesis el polímero así obtenido fue molido a través de un mortero y lavado con agua desionizada en exceso, ya sea a través de un embudo Buchner o a través de ciclos de centrifugación repetidos. El tratamiento se continuó hasta que el agua de lavado resultó incolora, luego el tratamiento continuó con enjuagues repetidos en acetona hasta que el disolvente de lavado fue incoloro. El polímero se dejó secar al aire libre durante unos días.

Con el fin de caracterizar el polímero reticulado de la invención, se analizó con análisis ATR-FTIR, empleando un espectrómetro PerkinElmer Spectrum 100 FT-IR. El resultado del análisis es el espectro notificado en la Figura 10. Los principales picos de absorción se resumen en la tabla siguiente:

Número de onda (cm ⁻¹)	Grupo absorbente
3600-3100	O-H
2990-2800	C-H
1716	C=O
1176	C-O
1012	C-O

Además de las principales bandas de absorción de las unidades de glucosa, transportadas tanto por Linecaps como por unidades β -CD, el pico de absorción característico de los restos de carbonilo apareció en 1716 cm⁻¹, confirmando así la presencia de puentes de reticulación en la estructura polimérica.

El polímero obtenido también fue sometido a análisis CHNS en un instrumento de la serie Thermoscientific FlashEA 1112. Los resultados se indican en la siguiente tabla:

	% N	% C	% H	% S
Polímero reticulado del ejemplo 7	0,00	39,66	4,36	0,00

Ejemplo 8. Preparación del polímero reticulado de la invención haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresada como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y ácido cítrico como agente reticulante

El mismo procedimiento y los ingredientes indicados en el Ejemplo 7 se repitieron y resultaron con éxito, incluso mediante el uso de una mayor cantidad de β -ciclodextrina y, en algunos casos, mediante la sustitución de hipofosfito sódico monohidrato ($\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$) con KH_2PO_4 , de acuerdo con los detalles que se indican a continuación:

Compuesto	Agua desionizada	Maltodextrina Linecaps	β -ciclodextrina	$\text{NaH}_2\text{PO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	KH_2PO_4	Ácido cítrico
Linecaps +20% β CD-CITR(1:3)	20 ml	4,00 g	0,80 g	1,00 g	-	14,22 g
Linecaps +10% β CD-CITR(1:3) con KH_2PO_4	20 ml	4,00 g	0,40 g	-	1,00 g	14,22 g

Compuesto	Agua desionizada	Maltodextrina Linecaps	β -ciclodextrina	NaH ₂ PO ₂ ·H ₂ O	KH ₂ PO ₄	Ácido cítrico
Linecaps +20% β CD-CITR(1:3) con KH ₂ PO ₄	20 ml	4,00 g	0,80 g	-	1,00 g	14,22 g

Ejemplo 9:

Absorción de naranja de metilo.

5 Se evaluó la absorción de naranja de metilo, que es un indicador de pH utilizado con frecuencia en las titulaciones. Específicamente se probaron el polímero del ejemplo 2 y el ejemplo 3.

10 La absorción se evaluó añadiendo 50 mg del polímero del ejemplo 2 y 50 mg del polímero del ejemplo 3, por separado, a 5 ml de una solución de naranja de metilo ($1,5 \times 10^{-5}$ M), por medio de un análisis UV-Vis de la concentración de naranja de metilo (pico en 464 nm) en la línea de tiempo. Los resultados se muestran gráficamente en la Figura 11. Como es evidente a partir de la Figura 11, para ambos los polímeros de la invención la absorción del naranja de metilo después de dos horas fue evidente.

15 Normalizando a 1 g de polímero por simplicidad, se observó que 1 g del polímero del ejemplo 2, añadido a una solución de 0,500 mg de naranja de metilo en 100 ml de agua, era capaz de absorber 0,036 mg (7,2%) de naranja de metilo después de 10 minutos y 0,082 mg (16,4%) después de 2 horas. Mientras que 1 g del polímero del ejemplo 3, añadido a la misma solución acuosa de naranja de metilo era capaz de absorber 0,024 mg (4,8%) de naranja de metilo después de 10 minutos y 0,056 mg (11,2%) después de 2 horas.

Ejemplo 10

Solubilidad de ketoprofeno/dexametasona debido a la encapsulación en los polímeros de la invención.

20 Los polímeros de los ejemplos 1 y 2 se probaron para evaluar la solubilidad de ketoprofeno y dexametasona (expresados en mg/ml) de acuerdo con su encapsulación en los polímeros de la invención, en comparación con la solubilidad en agua, después de la encapsulación en Linecaps Kleptose®, vendido por Roquette, Italia SpA, y descrito en el documento US2010/0196542 y en hidroxipropil- β -ciclodextrina. Los resultados se presentan en la siguiente Tabla 2.

	Agua	Producto Linecaps Kleptosa	HP- β -CD	Polímero 2	Polímero 1
Ketoprofen	0,22	0,39	10,36	1,40	4,60
Dexametasona	0,09	0,60	7,21	1,53	5,0

25 Es evidente la gran mejora en la solubilidad de los fármacos reportados mediante el uso de los polímeros reticulados de la invención. En particular, el polímero 1 sorprendentemente casi se acerca a los resultados conseguidos por HP- β -CD en la solubilidad de la dexametasona.

Ejemplo 11:

Absorción de anisol

30 Se estudió la capacidad del polímero del ejemplo 2 para absorber el anisol, que es un precursor de los productos farmacéuticos y los perfumes.

La absorción se evaluó añadiendo 50 mg del polímero del ejemplo 2 a 5 ml de una solución de anisol ($2,45 \times 10^{-4}$ M) a través del análisis UV-Vis de la concentración de anisol (pico a 268 nm) en la línea de tiempo. Los resultados se muestran gráficamente en la Figura 12.

35 Normalizando a 1 g de polímero para simplificar, se observó que 1 g del polímero del ejemplo 2, añadido a una solución de 2,644 mg de anisol en 100 ml de agua, era capaz de absorber 0,550 mg (20,8%) de anisol después de 10 minutos, 0,694 mg (26,2%) después de 2 horas, 1,164 mg (44,0%) después de 48 horas y 1,334 mg (50,5%) después de 6 días.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un polímero reticulado que se puede obtener haciendo reaccionar una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en un intervalo de 25 a 50%, expresado como peso seco en relación con el peso seco del almidón, y al menos un compuesto de reticulación que tiene un átomo de carbono electropositivo seleccionado del grupo que consiste en un ácido dicarboxílico, dianhidruro, carbonildiimidazol, difenilcarbonato, trifosgeno, dicloruro acílico, diisocianato y dietóxido,
- donde la maltodextrina se deriva del almidón leguminoso y la planta leguminosa se elige del grupo que consiste en guisante, judía, judía ancha, haba y sus mezclas.
- 10 2. El polímero según la reivindicación 1, donde el almidón leguminoso tiene un contenido de amilosa del 30% al 40%, preferiblemente del 35% al 40%, más preferiblemente del 35% al 38%, estos porcentajes se expresan como peso seco en relación con el peso seco del almidón.
3. El polímero según la reivindicación 1 o 2, en el que la maltodextrina tiene un equivalente de dextrosa (DE) de 17.
- 15 4. El polímero según cualquier de las reivindicaciones 1-3, en el que el al menos un compuesto reticulante que tiene un átomo de carbono electropositivo se selecciona de un ácido dicarboxílico, un dianhidruro, carbonildiimidazol y un diisocianato.
5. El polímero según cualquier de las reivindicaciones 1-4, en el que el al menos un compuesto reticulante que tiene un átomo de carbono electropositivo se selecciona de dianhidruro piromelítico, 1,1'-carbonildiimidazol, diisocianato de hexametileno, ácido cítrico y ácido tartárico.
- 20 6. El polímero según la reivindicación 4 o 5, en el que el compuesto de reticulación, que tiene un átomo de carbono electropositivo, es el ácido cítrico.
7. El polímero según cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en el que el al menos el compuesto de reticulación, que tiene un átomo de carbono electropositivo, es el ácido tartárico.
8. El polímero según la reivindicación 4 o 5, en el que el al menos un compuesto de reticulación con un átomo de carbono electropositivo es el dianhidruro piromelítico.
- 25 9. El polímero según la reivindicación 4 o 5, en el que el al menos un compuesto de reticulación con un átomo de carbono electropositivo es el diisocianato de hexametileno.
10. El polímero según la reivindicación 4 o 5, en el que al menos un compuesto de reticulación con un átomo de carbono electropositivo es el 1,1'-carbonildiimidazol.
- 30 11. Un procedimiento de preparación de un polímero reticulado según cualquiera de las reivindicaciones 1-10 que comprende los siguientes pasos:
- a) Preparar una solución de una maltodextrina, derivada de un almidón que comprende amilosa en el intervalo de 25 a 50%, expresada como peso seco en relación con el peso seco del almidón;
- b) Añadir y hacer reaccionar al menos un compuesto de reticulación con un átomo de carbono electropositivo seleccionado del grupo formado por un ácido dicarboxílico, dianhidruro, carbonildiimidazol, difenilcarbonato, trifosgeno, dicloruro acílico, diisocianato y diepóxido;
- 35 c) Obtener el polímero,
- donde la maltodextrina se deriva de almidón leguminoso y la planta leguminosa se elige del grupo que consiste en guisante, judía, judía ancha, haba y sus mezclas.
- 40 12. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el al menos un compuesto que tiene un carbono electropositivo es de 1:0,5 a 1:250.
13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el al menos un compuesto de reticulación con un carbono electropositivo es 1:0,57.
14. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el ácido cítrico es 1:3.
- 45 15. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la relación molar entre la maltodextrina del paso a) y el ácido tartárico y el ácido cítrico es 1:1:2.
16. El procedimiento según la reivindicación 11, en el que una ciclodextrina, preferiblemente la β -ciclodextrina, se añade en el paso b) junto con el al menos un agente de reticulación.

17. El procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 11-16, cuya solución del paso a) se lleva a cabo con dimetilsulfóxido o con N,N-dimetilformamida o N-metilpirrolidona.

18. El uso del polímero según cualquiera de las reivindicaciones 1-10 para la encapsulación/inclusión/atrapamiento de un compuesto orgánico.

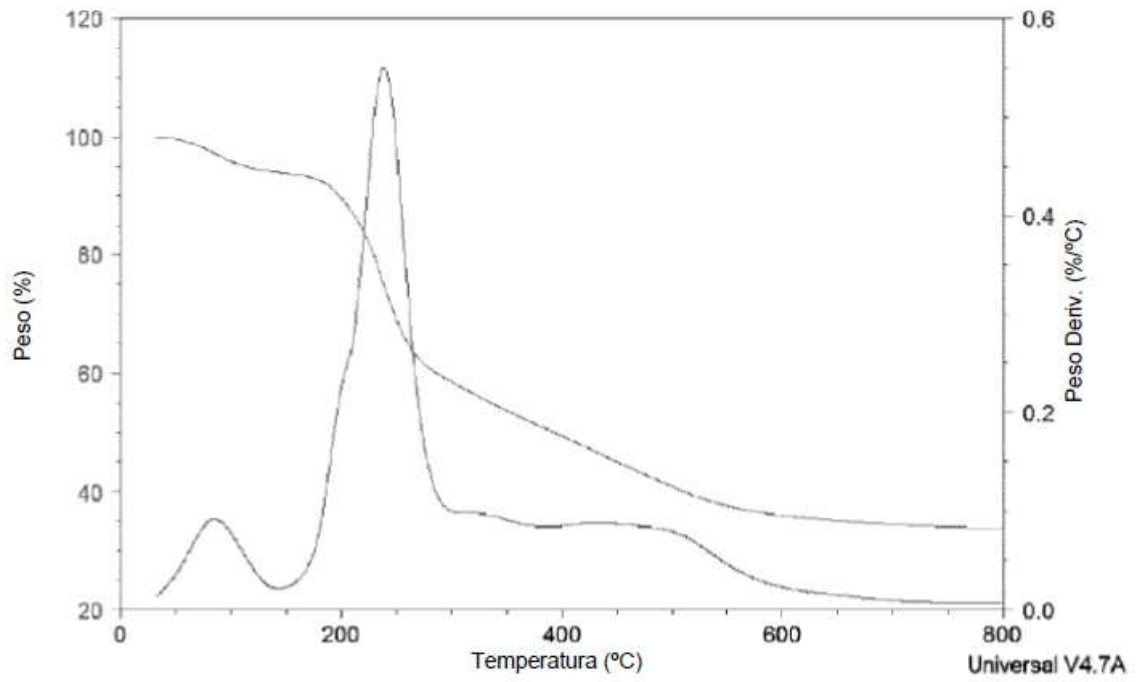


Figura 1

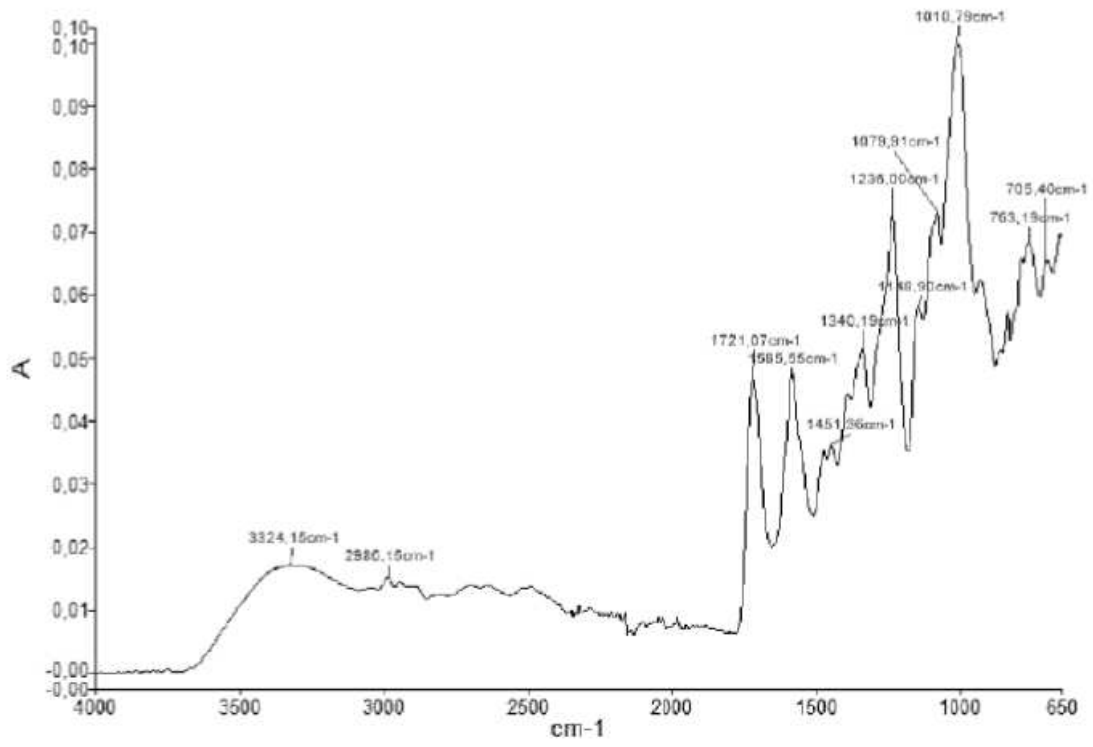


Figura 2

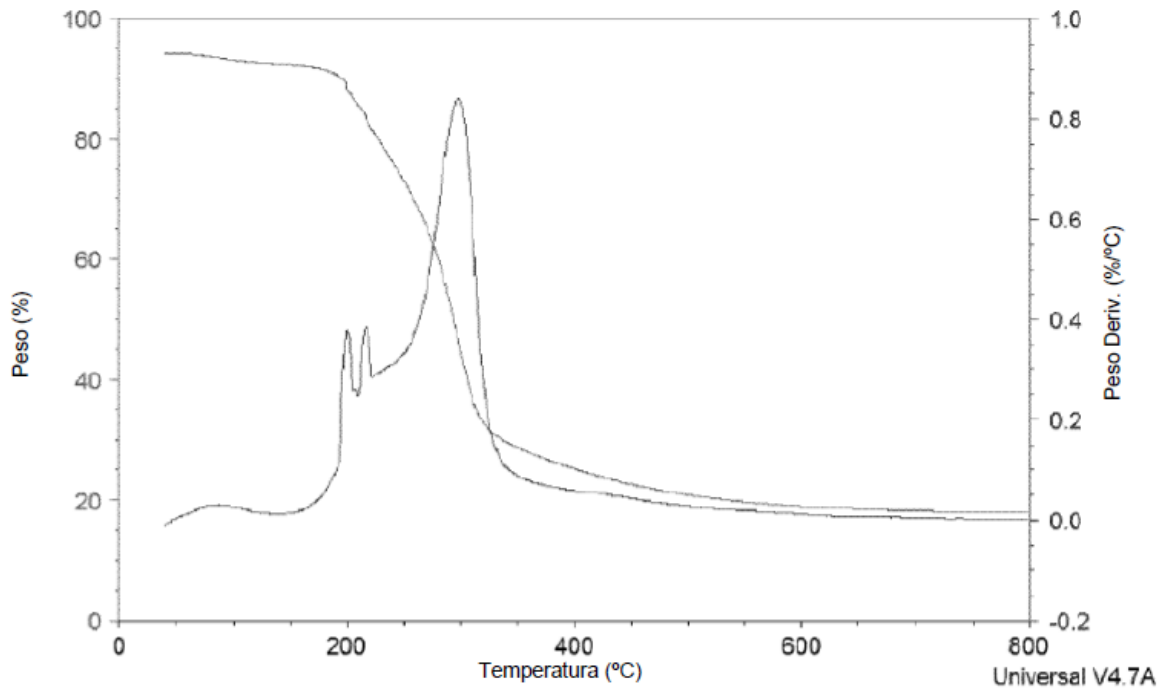


Figura 3

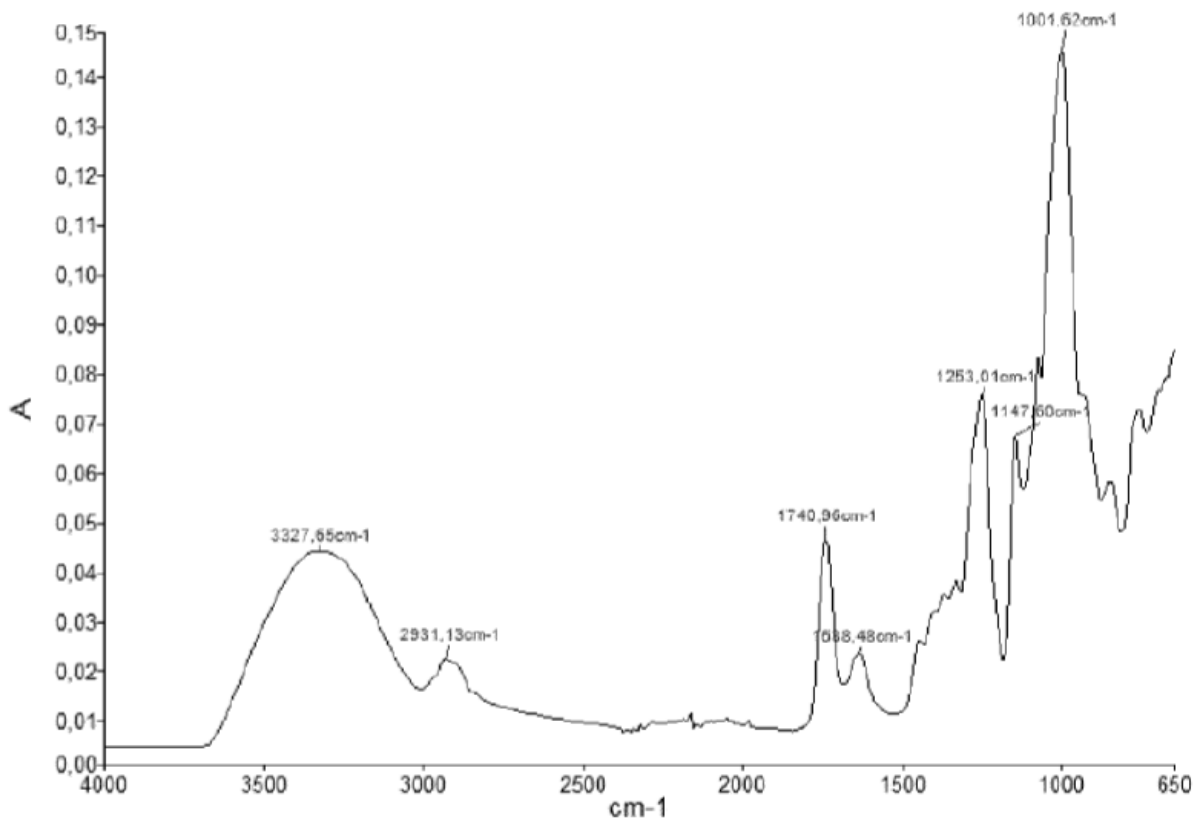


Figura 4

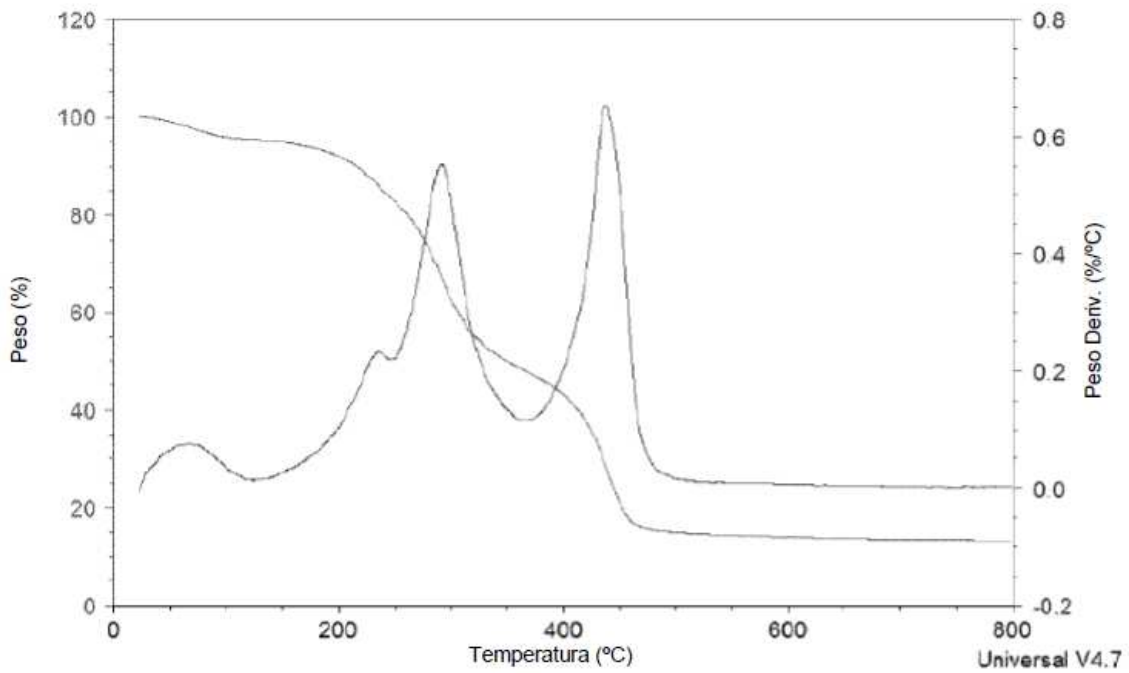


Figura 5

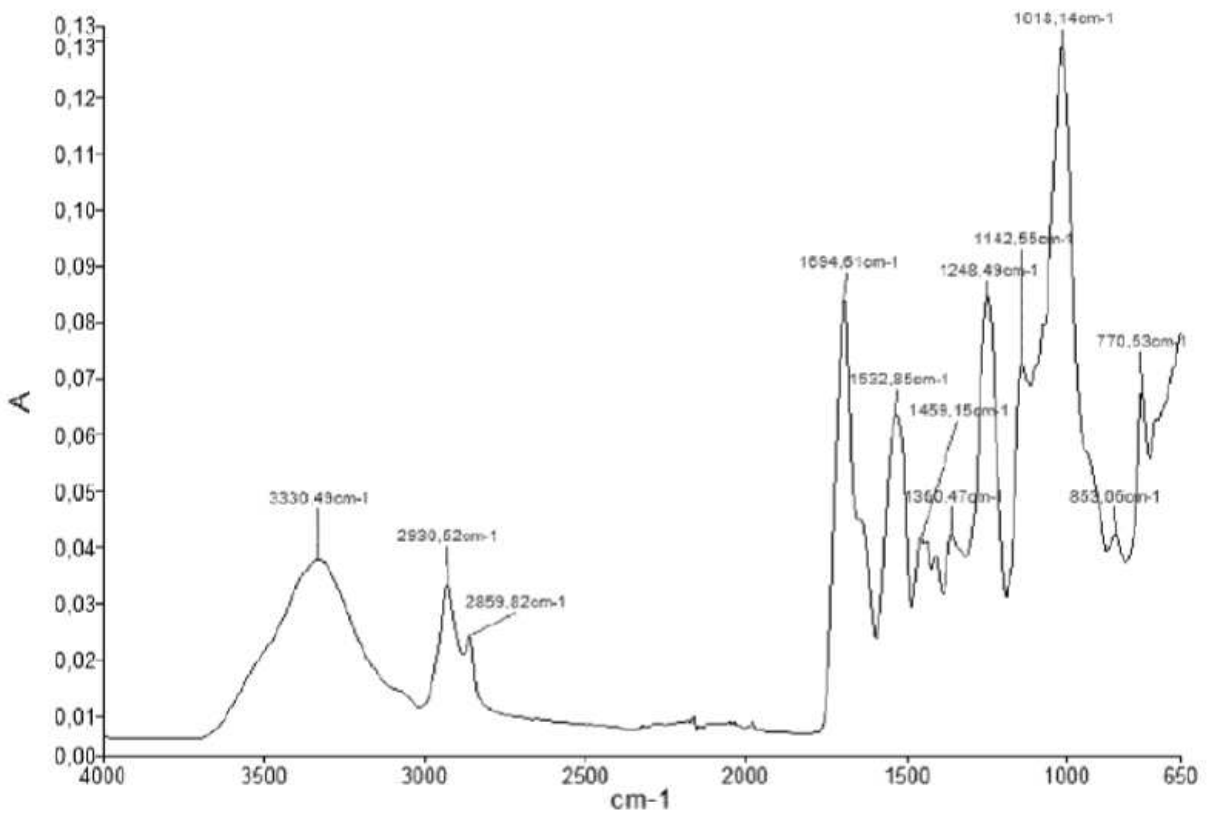


Figura 6

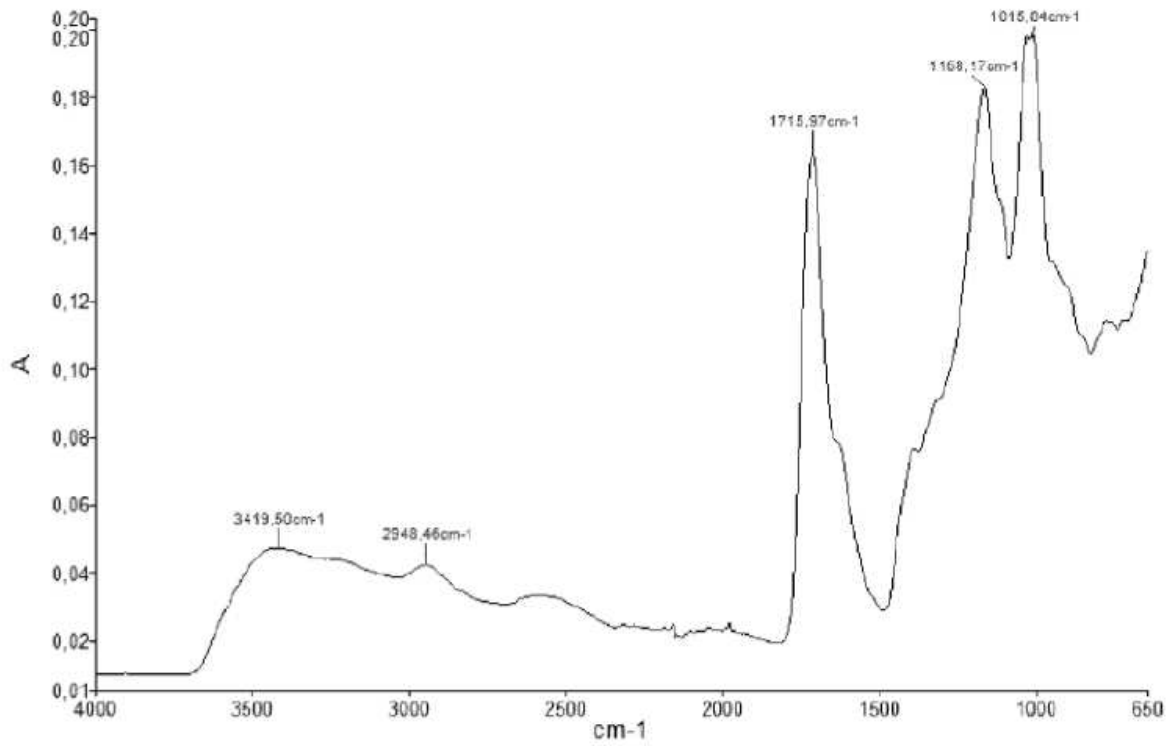


Figura 7

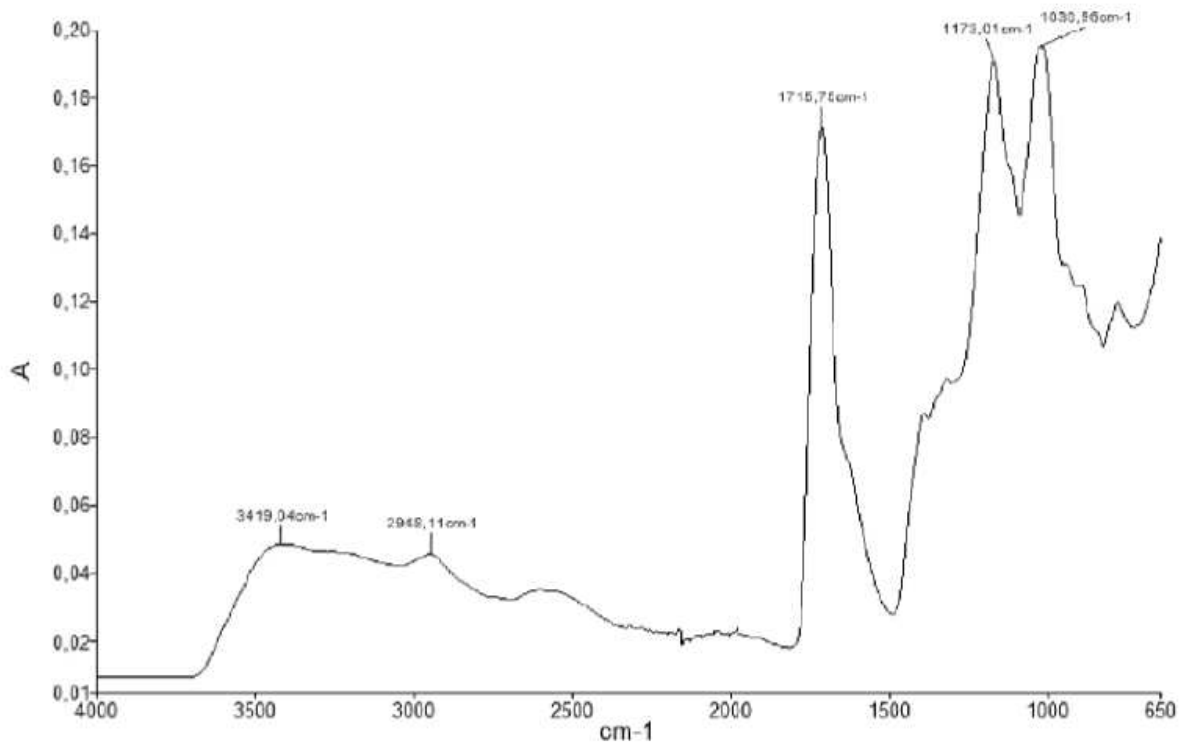


Figura 8

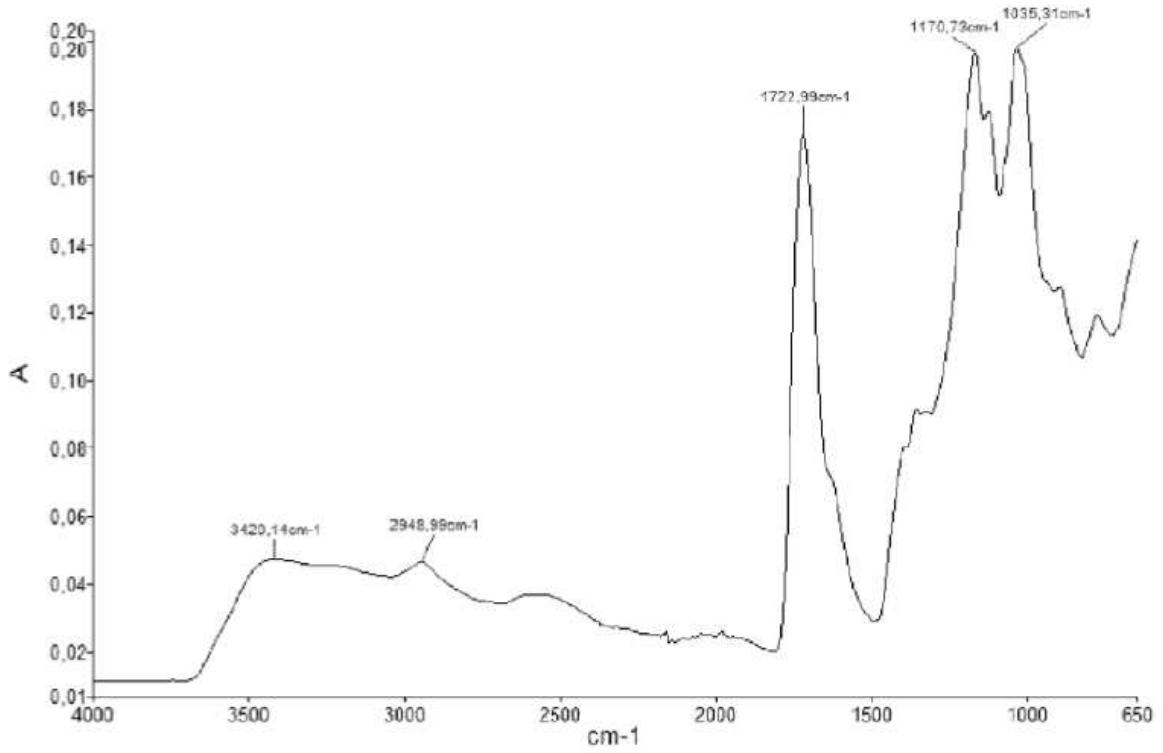


Figura 9

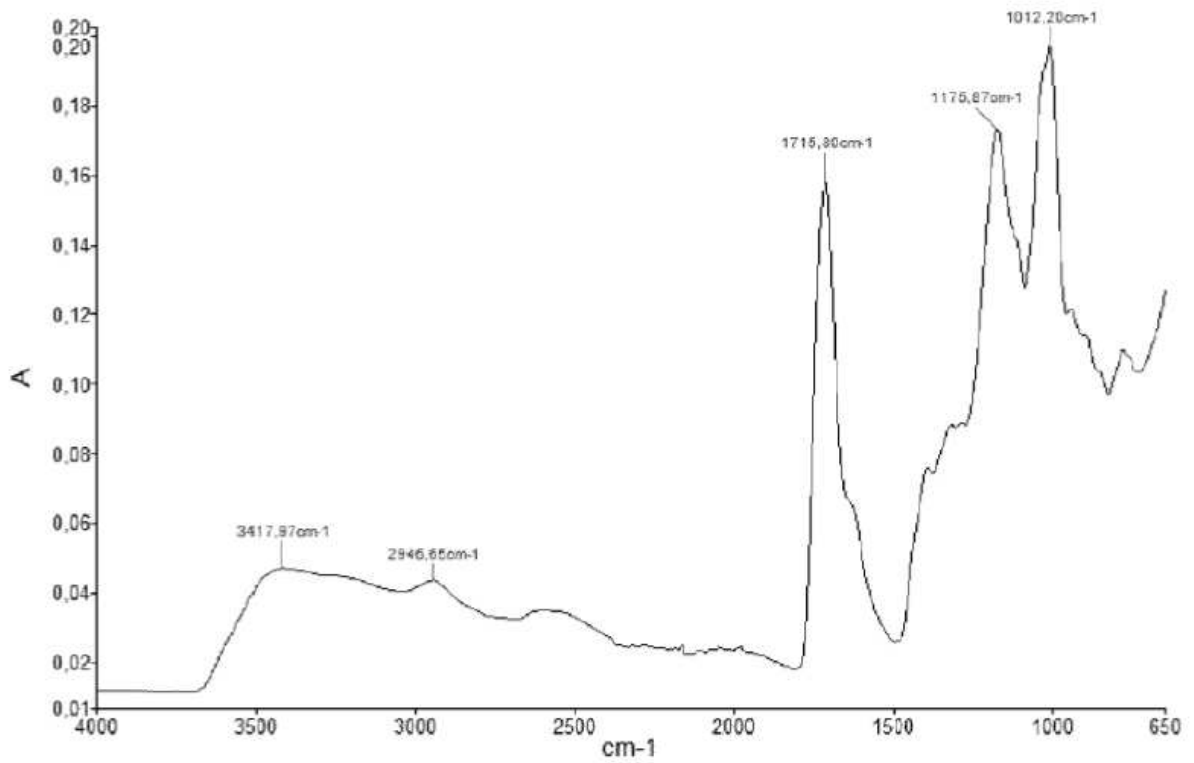


Figura 10

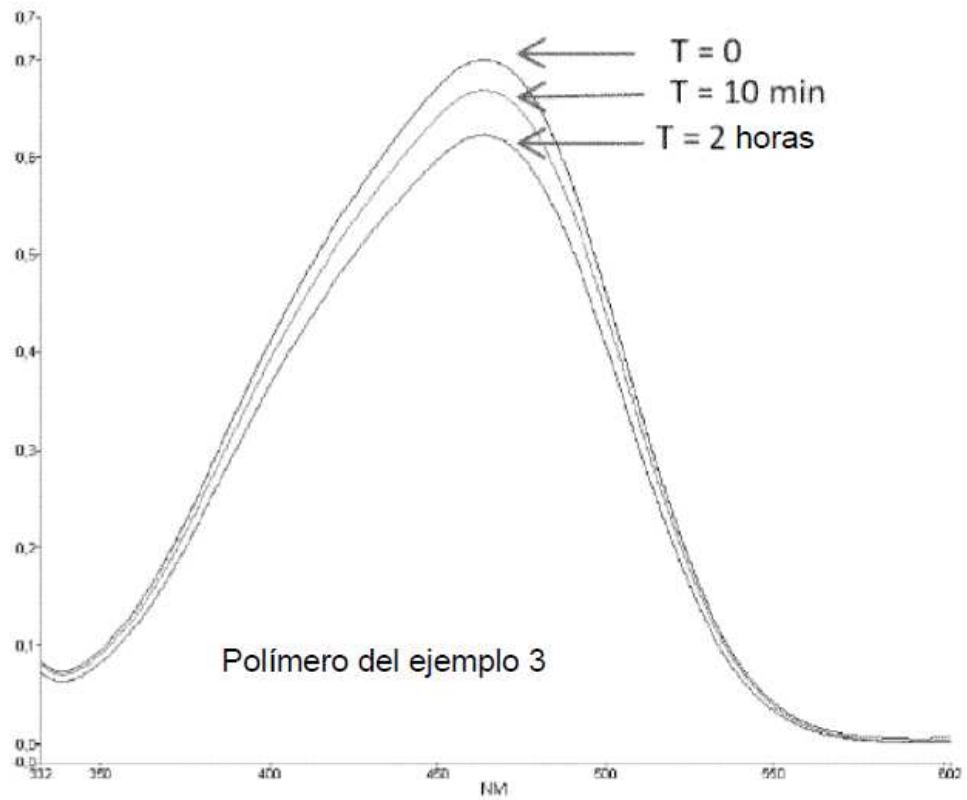
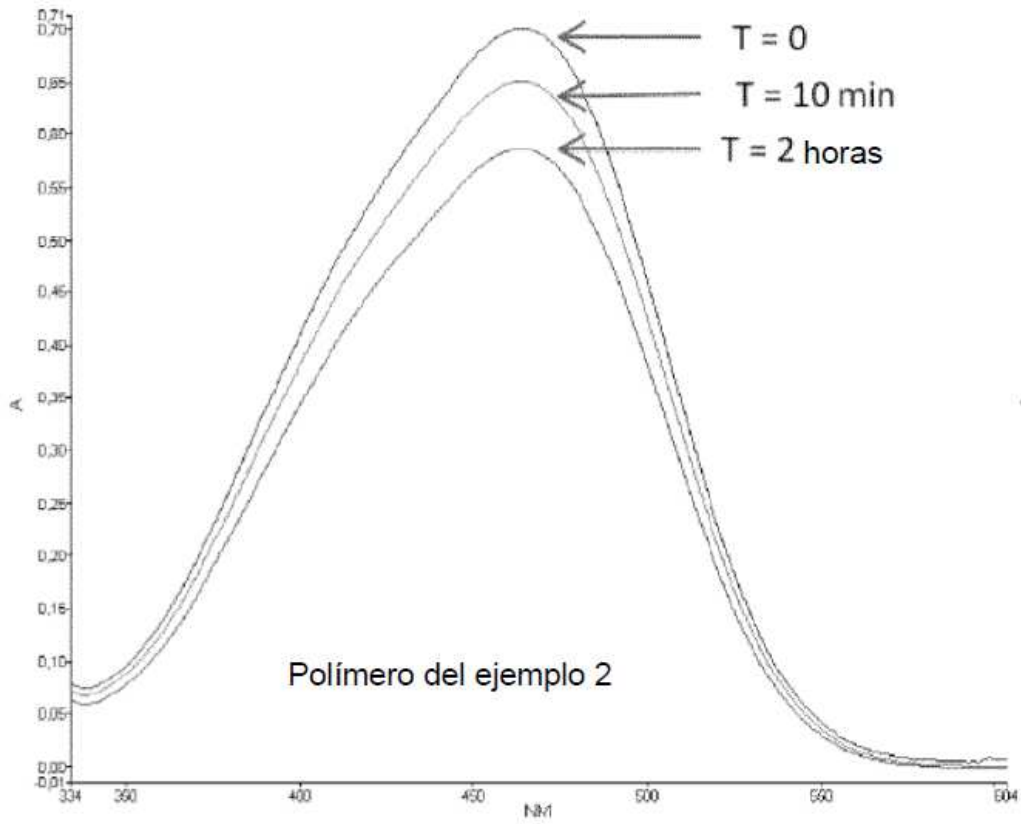


Figura 11

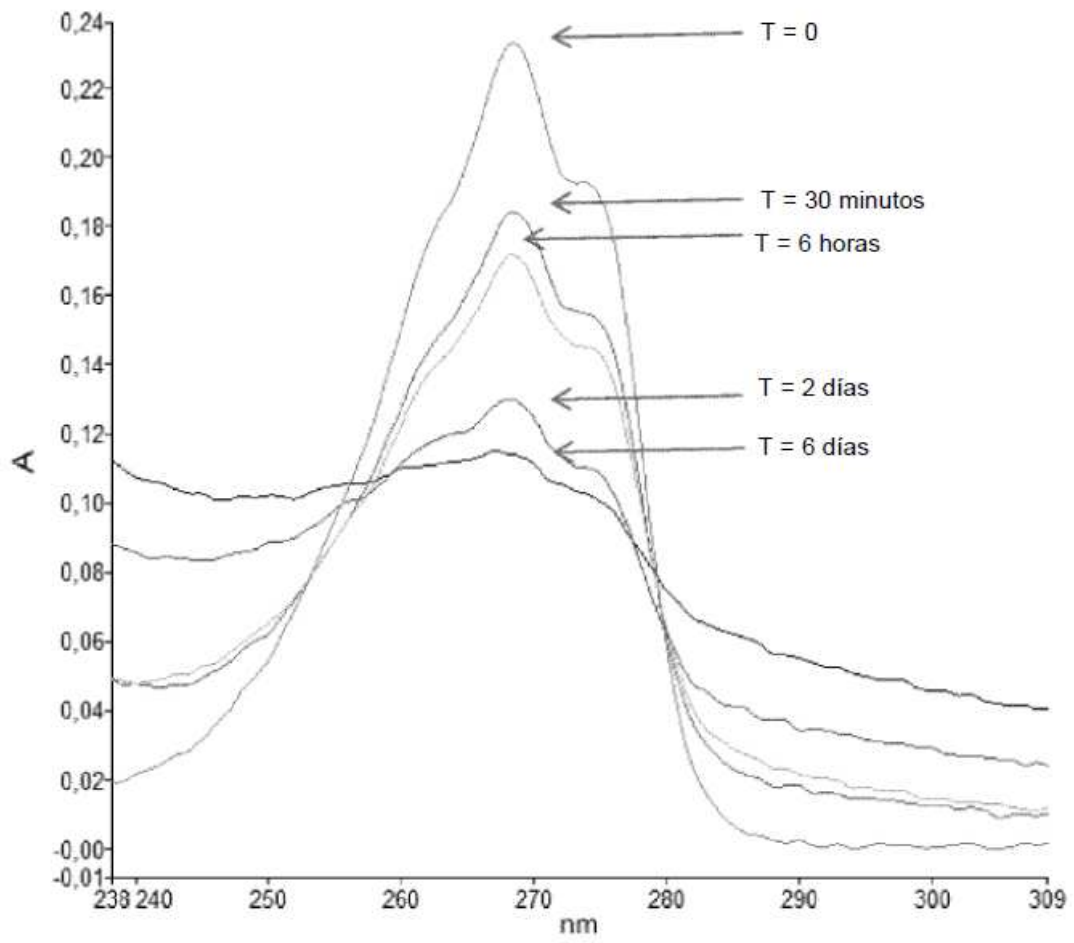


Figura 12