

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 751**

51 Int. Cl.:

**C08L 101/02** (2006.01)

**C08L 9/00** (2006.01)

**C08L 33/00** (2006.01)

**C08L 29/00** (2006.01)

**B27N 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.03.2014 PCT/US2014/024808**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14159698**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2014 E 14774978 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2019 EP 2970673**

54 Título: **Composiciones de aglutinante y métodos de preparación y uso de las mismas**

30 Prioridad:

**14.03.2013 US 201361782265 P**

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

**03.03.2020**

73 Titular/es:

**GEORGIA-PACIFIC CHEMICALS LLC (100.0%)  
133 Peachtree Street, N.E.  
Atlanta GA 30303, US**

72 Inventor/es:

**WILLIAMSON, BOBBY L.;  
SNIADY, ADAM K.;  
SWIFT, BRIAN L.;  
SRINIVASAN, RAMJI;  
JING, FENG y  
HAGIOPOL, CORNEL**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI , Peter**

**Observaciones:**

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

ES 2 745 751 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

Composiciones de aglutinante y métodos de preparación y uso de las mismas

5 Las realizaciones descritas en la presente memoria generalmente hacen referencia a composiciones de aglutinante que incluyen uno o más prepolímeros insaturados y métodos de preparación y uso de las mismas. Más particularmente, las realizaciones descritas en la presente memoria hacen referencia a composiciones de aglutinante que incluyen uno o más prepolímeros para la preparación de productos de composite de lignocelulosa.

10 La producción de productos de composite de lignocelulosa requiere un adhesivo o aglutinante para unir las partículas, fibras, chapas discretas y otros sustratos uno con otros. Los productos de composite de lignocelulosa típicos incluyen tableros de aglomerado, tableros de fibras, contrachapado y tableros de virutas de madera orientadas (*oriented strand board*, OSB). Los aglutinantes convencionales usados en la producción de estos productos con frecuencia contienen resinas basadas en formaldehído tales como aglutinantes de urea-formaldehído (UF), melamina-formaldehído (MF),  
15 melamina-urea-formaldehído (MUF) y fenol-formaldehído (PF). Aunque estas resinas basadas en formaldehído generan productos terminados que tienen propiedades deseables, tales como resistencia, estos aglutinantes también liberan formaldehído al entorno durante la producción del aglutinante, el curado del aglutinante en la fabricación de un producto de composite de lignocelulosa, así como también, a partir del producto de composite final formado usando el aglutinante.

20 Se han usado diversas técnicas para reducir la cantidad de formaldehído liberado a partir de las resinas basadas en formaldehído. Por ejemplo, con frecuencia se usa la adición de agentes de neutralización de formaldehído a la resina y/o diversas modificaciones de las etapas particulares de síntesis usadas para preparar la resina basada en formaldehído, tales como la adición de urea como reaccionante final en la síntesis de aglutinante, en un intento de  
25 reducir la emisión de formaldehído. Estos intentos para reducir la emisión de formaldehído, sin embargo, están acompañados de efectos no deseados tales como tiempo de curado largo, período de caducidad de resina menor, resistencia de producto menor, tolerancia menor para las variaciones de procesado y/o resistencia a la humedad inferior. El documento JP 2004010731 divulga una composición de adhesivo para lignocelulosa, por ejemplo usada en la preparación de composites de madera laminada, comprendiendo dicho adhesivo una resina de poliéster insaturada y un generador de radicales libres, estando preferentemente presente el generador de radicales libres en una cantidad comprendida entre 0,1 y 20 partes por cada cien partes de resina de poliéster.

Existe la necesidad, por lo tanto, de composiciones de aglutinante mejoradas para la preparación de productos que contienen lignocelulosa de composite que tengan una emisión reducida o nula de formaldehído.

35 La presente invención proporciona una composición de aglutinante, que comprende:  
al menos un compuesto insaturado que tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados, en la que al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturados es un enlace- $\pi$  que no está conjugado con un resto aromático y es capaz de adición por radicales libres, y donde el compuesto insaturado comprende dicitopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poli(acrilato), un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquiera mezcla de los mismos; y  
40 al menos un precursor de radicales libres, donde una relación en peso de al menos un precursor de radicales libres con respecto a al menos un compuesto insaturado es de al menos 0,23:1 a 10:1 y donde el al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de uno o más oxidantes inorgánicos y uno o más catalizadores.

En otra realización, la presente invención proporciona un método de preparación de un producto de composite, que comprende:

50 combinar una pluralidad de sustratos de lignocelulosa, al menos un compuesto insaturado y al menos un precursor de radicales libres para producir una mezcla, donde:  
el al menos un compuesto insaturado tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados,  
al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado es un enlace  $\pi$  que no está conjugado con un resto aromático y es susceptible de adición por radicales libres,  
55 el compuesto insaturado comprende dicitopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poli(acrilato), un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquier mezcla de los mismos, y  
60 una relación en peso del al menos un precursor de radicales libres con respecto al menos un compuesto insaturado que es de al menos 0,23:1 a 10:1; y  
calentar la mezcla a una temperatura de 60 °C a 300 °C para producir un producto de composite.

65 En otra realización, la presente invención proporciona un producto de composite, que comprende una pluralidad de sustratos de lignocelulosa y al menos una composición de aglutinante parcialmente curada, donde la composición de aglutinante, antes de al menos un curado parcial, comprende al menos un compuesto insaturado y al menos un

precursor de radicales libres, donde:

el compuesto insaturado tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados, al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado es un enlace pi que no está conjugado con un resto aromático y es susceptible de adición por radicales libres,

5 el compuesto insaturado comprende diclopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poliacrilato, un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquier mezcla de los mismos, y  
10 una relación en peso de al menos un precursor de radicales libres con respecto a al menos un compuesto insaturado que es de al menos 0,23:1 a 10:1 y donde el al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de uno o más oxidantes inorgánicos y uno o más catalizadores.

Se indican realizaciones preferentes en las sub-reivindicaciones.

15 Se proporcionan composiciones de aglutinante y métodos de preparación y uso de las mismas. En al menos una realización específica, la composición de aglutinante puede incluir al menos un compuesto que tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados y al menos un precursor de radicales libres. Al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado es un enlace pi (enlace- $\pi$ ) que no está conjugado con un resto aromático y es susceptible de adición por radicales libres. El precursor de radicales libres puede estar presente en una cantidad de un 7 % en peso a un 99 % en peso, basado en el peso del uno o más compuestos insaturados.

25 En al menos una realización específica, el método de preparación del producto de composite puede incluir la combinación de una pluralidad de sustratos de lignocelulosa, al menos un compuesto insaturado y al menos un precursor de radicales libres para producir una mezcla. el compuesto insaturado puede tener dos o más enlaces carbono-carbono insaturados. Al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado puede ser un enlace pi que no está conjugado con un resto aromático y puede ser susceptible de adición por radicales libres. El método puede incluir también calentar la mezcla a una temperatura de 60 °C a 300 °C para producir un producto de composite.

30 En al menos una realización específica, el producto de composite puede incluir una pluralidad de sustratos de lignocelulosa y al menos una composición de aglutinante parcialmente curada. La composición de aglutinante, antes de al menos un curado parcial, puede incluir al menos un compuesto insaturado y al menos un precursor de radicales libres. El compuesto insaturado puede tener dos o más enlaces carbono-carbono insaturados. Al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado puede ser un enlace pi que no está conjugado con un resto aromático y puede ser susceptible de adición por radicales libres.  
35

El uno o más compuestos insaturados que tienen dos o más enlaces carbono-carbono insaturados y el uno o más precursores de radicales libres se pueden mezclar, agitar, poner en contacto o combinar, unos con otros, para producir la composición de aglutinante. La composición de aglutinante se puede combinar con una pluralidad de sustratos de lignocelulosa para producir una mezcla. La mezcla también se puede denominar "suministro", "suministro mezclado", "mezcla resinada", o "suministro resinado". Como se usa en el presente documento, las expresiones "compuesto insaturado" y "compuesto insaturado reactivo" se usan de manera intercambiable y hacen referencia a compuestos que tienen dos o más enlaces carbono-carbono insaturados, donde al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturados es susceptible de adición por radicales libres. Como se usa en el presente documento, la frase "susceptible de adición por radicales libres", cuando se usa junto con "compuesto insaturado" hace referencia a que el enlace doble carbono-carbono es un enlace-pi (enlace- $\pi$ ) que no está conjugado con un resto aromático y es capaz de experimentar un mecanismo de reacción de cadena por radicales libres. El mecanismo de cadena por radicales libres puede incluir una etapa de iniciación, una etapa de propagación y una etapa de terminación. En una o más realizaciones, el enlace carbono-carbono insaturado susceptible de adición por radicales libres puede ser de un alqueno conjugado con un grupo carbonilo en un compuesto de carbonilo  $\alpha,\beta$ -insaturado. El compuesto de carbonilo  $\alpha,\beta$ -insaturado puede incluir un aldehído, una cetona, un ácido carboxílico, un éster, una amida, un haluro de acilo, un anhídrido de ácido o una imida. Por ejemplo, el compuesto de carbonilo  $\alpha,\beta$ -insaturado puede ser un aldehído  $\alpha,\beta$ -insaturado (por ejemplo, un enal), una cetona  $\alpha,\beta$ -insaturada (por ejemplo, una enona), un ácido carboxílico  $\alpha,\beta$ -insaturado, un éster  $\alpha,\beta$ -insaturado, una amida  $\alpha,\beta$ -insaturada, un haluro de acilo  $\alpha,\beta$ -insaturado, un anhídrido de ácido  $\alpha,\beta$ -insaturado o una imida  $\alpha,\beta$ -insaturada. En una o más realizaciones, el compuesto insaturado puede estar sustancialmente libre o completamente libre de cualquier resto aromático.  
40  
45  
50  
55

La cantidad de precursor de radicales libres presente en la composición de aglutinante puede depender, al menos en parte, de la composición particular del precursor de radicales libres, la composición particular de los sustratos de lignocelulosa a la cual se puede aplicar la composición de aglutinante, y/o, la composición particular del compuesto insaturado y, por tanto, puede variar ampliamente con tal de que se cumpla la relación en peso del al menos un precursor de radicales libres con respecto al menos un compuesto insaturado de al menos 0,23:1 a 10:1 de acuerdo con las reivindicaciones 1, 10 y 14. Las siguientes relaciones en peso son a modo de ejemplo únicamente y no quedan abarcadas por la materia objetivo reivindicada si no se encuentran bajo esta relación en peso de 0,23:1 a 10:1. Por ejemplo, la relación en peso de precursor de radicales libres con respecto a compuesto insaturado puede ser de 0,05:1, 0,1:1, 0,2:1, 0,3:1, 0,4:1, 0,5:1, 0,6:1, 0,7:1, 0,8:1, 0,9:1 o de 1:1 a 3:1, 5:1, 7:1, 10:1, 15:1, 20:1, 25:1, 30:1, 35:1 o  
60  
65

40:1. En otro ejemplo, la relación en peso de precursor de radicales libres con respecto a compuesto insaturado puede ser de 0,25:1 a 0,65:1, de 0,35:1 a 0,55:1, de 0,4:1 a 0,5:1, de 0,4:1 a 0,45:1, de 0,45:1 a 0,5:1, de 0,4:1 a 1:1, de 1:1 a 5:1, de 2:1 a 6:1, de 10:1 a 33:1, de 17:1 a 37:1, de 4:1 a 8:1 o de 0,1:1 a 1:1. En otro ejemplo, la relación en peso del precursor de radicales libres con respecto al compuesto insaturado puede ser de al menos 0,1:1, al menos 0,13:1, al menos 0,15:1, al menos 0,17:1, al menos 0,2:1, al menos 0,23:1, al menos 0,25:1, al menos 0,27:1, al menos 0,3:1, al menos 0,33:1, al menos 0,35:1, al menos 0,37:1, al menos 0,4:1, al menos 0,43:1, al menos 0,45:1, al menos 0,47:1, al menos 0,5:1, al menos 0,53:1, al menos 0,55:1, al menos 0,57:1 o al menos de 0,6:1 a 1:1, 2:1, 3:1, 4:1, 5:1, 10:1, 20:1, 30:1 o 40:1. En otro ejemplo, la relación en peso del precursor de radicales libres con respecto al compuesto insaturado puede ser de 0,15:1 a 0,7:1, de 0,2:1 a 8:1, de 0,3:1 a 0,6:1, de 0,3:1 a 4:1 o de 0,4:1 a 2:1.

La relación en peso del compuesto insaturado con respecto al precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser de 0,02:1, 0,025:1, 0,05:1, 0,1:1, 0,3:1, 0,5:1, 0,7:1, o de 1:1 a 2:1, 2,5:1, 3:1, 3,5:1, 4:1, 4,5:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1, o 10:1. En otro ejemplo, la relación en peso del compuesto insaturado con respecto al precursor de radicales libres puede ser de 0,025:1 a 10:1, de 0,1:1 a 7,5:1, de 0,5:1 a 5:1, de 0,3:1 a 2,5:1, de 0,5:1 a 1,5:1, de 3:1 a 7:1, de 4:1 a 6:1, de 6:1 a 10:1 o de 0,3:1 a 5,5:1. En otro ejemplo, la relación en peso del compuesto insaturado con respecto al precursor de radicales libres puede ser de al menos 0,02:1, al menos 0,025:1, al menos 0,3:1, al menos 0,35:1, al menos 0,4:1, al menos 0,45:1, al menos 0,5:1, al menos 0,6:1, al menos 0,65:1, al menos 0,7:1, al menos 0,75:1, al menos 0,8:1, al menos 0,85:1, al menos 0,9:1, al menos 0,95:1 o al menos de 1:1 a 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 7:1, 8:1, 9:1 o 10:1. En otro ejemplo, la relación en peso del compuesto insaturado con respecto al precursor de radicales libres puede ser de 0,125:1 a 5:1, de 0,5:1 a 3:1, de 1,5:1 a 2,9:1, de 2:1 a 4:1 o de 2,1:1 a 4,5:1.

En al menos una realización específica, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser un 1 % en peso, un 3 % en peso, un 5 % en peso, un 7 % en peso, un 9 % en peso, un 10 % en peso, un 12 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, o de un 40 % en peso a un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso, un 95 % en peso, un 98 % en peso o un 99 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres. Por ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser un 7 % en peso a un 99 % en peso, de un 7 % en peso a un 98 % en peso, de un 10 % en peso a un 80 % en peso, de un 15 % en peso a un 70 % en peso, de un 17 % en peso a un 66% en peso, de un 10 % en peso a un 45% en peso, de un 35 % en peso a un 75 % en peso, de un 15 % en peso a un 25 % en peso, de un 20 % en peso a un 35 % en peso, de un 30 % en peso a un 50 % en peso, de un 35 % en peso a un 60 % en peso, o de un 45 % en peso a un 80 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser de al menos un 3 % en peso, al menos un 5 % en peso, al menos un 6 % en peso, al menos un 7 % en peso, al menos un 8 % en peso, al menos un 9 % en peso, al menos un 10 % en peso, al menos un 15 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 25 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 35 % en peso, al menos un 40 % en peso, o de al menos un 45 % en peso a un 50 % en peso, un 55 % en peso, un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso o un 95 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser menor de un 95 % en peso, menor de un 90 % en peso, menor de un 85 % en peso, menor de un 80 % en peso, menor de un 75 % en peso, menor de un 70 % en peso, menor de un 60 % en peso, menor de un 55 % en peso, menor de un 50 % en peso, menor de un 45 % en peso, o menor de un 40 % en peso y mayor de un 2 % en peso, mayor de un 5 % en peso, mayor de un 10 % en peso, mayor de un 15 % en peso, mayor de un 20 % en peso o mayor de un 25 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres.

En al menos una realización específica, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser un 1 % en peso, un 3 % en peso, un 5 % en peso, un 7 % en peso, un 9 % en peso, un 10 % en peso, un 12 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, o de un 40 % en peso a un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso, un 95 % en peso o un 99 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado. Por ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser un 7 % en peso a un 99 % en peso, de un 10 % en peso a un 80 % en peso, de un 15 % en peso a un 70 % en peso, de un 17 % en peso a un 66% en peso, de un 10 % en peso a un 45% en peso, de un 35 % en peso a un 75 % en peso, de un 15 % en peso a un 25 % en peso, de un 20 % en peso a un 35 % en peso, de un 30 % en peso a un 50 % en peso, de un 35 % en peso a un 60 % en peso, o de un 45 % en peso a un 80 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede estar presente en una cantidad de al menos un 3 % en peso, al menos un 5 % en peso, al menos un 6 % en peso, al menos un 7 % en peso, al menos un 8 % en peso, al menos un 9 % en peso, al menos un 10 % en peso, al menos un 15 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 25 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 35 % en peso, al menos un 40 % en peso, o de al menos un 45 % en peso a un 50 % en peso, un 55 % en peso, un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso o un 95 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser menor de un 95 % en peso, menor de un 90 % en peso, menor de un 85 % en peso, menor de un 80 % en peso, menor de un 75 % en peso, menor de un 70 % en peso, menor de un 60 % en peso, menor de un 55 % en peso, menor de un 50 % en peso, menor de un 45 % en peso, o menor de un 40 % en

peso y mayor de un 2 % en peso, mayor de un 5 % en peso, mayor de un 6 % en peso, mayor de un 7 % en peso, mayor de un 8 % en peso, mayor de un 9 % en peso, mayor de un 10 % en peso, mayor de un 15 % en peso, mayor de un 20 % en peso o mayor de un 25 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado.

- 5 En al menos una realización específica, la cantidad del compuesto insaturado en la composición de aglutinante puede ser un 1 % en peso, un 2 % en peso, un 2,5 % en peso, un 5 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, o de un 35 % en peso a un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso, un 93 % en peso o un 95 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres. Por ejemplo, la cantidad
- 10 del compuesto insaturado en la composición de aglutinante puede ser de un 10 % en peso a un 85 % en peso, de un 30 % en peso a un 83 % en peso, de un 25 % en peso a un 65 % en peso, de un 40 % en peso a un 85 % en peso, de un 35 % en peso a un 75 % en peso, de un 20 % en peso a un 40 % en peso, de un 30 % en peso a un 50 % en peso, de un 40 % en peso a un 60 % en peso, de un 50 % en peso a un 70 % en peso, o de un 70 % en peso a un 90 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres. En otro ejemplo,
- 15 la cantidad del compuesto insaturado en la composición de aglutinante puede ser de al menos un 3 % en peso, al menos un 5 % en peso, al menos un 10 % en peso, al menos un 15 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 25 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 35 % en peso, al menos un 40 % en peso, o de al menos un 45 % en peso a un 50 % en peso, un 55 % en peso, un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso o un 95 % en peso, basado en el peso combinado
- 20 del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres. En otro ejemplo, la cantidad del compuesto insaturado en la composición de aglutinante puede ser menor de un 95 % en peso, menor de un 90 % en peso, menor de un 85 % en peso, menor de un 80 % en peso, menor de un 75 % en peso, menor de un 70 % en peso, menor de un 60 % en peso, menor de un 55 % en peso, menor de un 50 % en peso, menor de un 45 % en peso, o menor de un 40 % en peso y mayor de un 2 % en peso, mayor de un 5 % en peso, mayor de un 10 % en peso, mayor de un 15 % en peso,
- 25 mayor de un 20 % en peso o mayor de un 25 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres.

En una o más realizaciones, el compuesto insaturado puede tener un peso molecular equivalente de enlace doble de 33, 50, 100, 150, 200, 500, 1.000, 5.000, 10.000, o de 15.000 a 50.000, 75.000, 100.000, 150.000, 200.000 o 250.000.

- 30 En una o más realizaciones, el compuesto insaturado puede tener un peso equivalente de enlace doble de al menos 33, al menos 40, al menos 45, al menos 50, al menos 75, al menos 100, al menos 200, al menos 300, al menos 400, al menos 500, al menos 1.000, al menos 2.500, al menos 5.000, al menos 10.000, al menos 20.000, al menos 30.000, al menos 40.000, al menos 50.000, al menos 60.000, al menos 70.000, al menos 80.000, al menos 90.000, al menos 100.000, al menos 110.000, al menos 120.000, al menos 130.000, al menos 140.000 o al menos de 150.000 a 175.000,
- 35 200.000, 225.000 o 250.000.

Como se usa en el presente documento, el peso molecular equivalente de enlace doble se puede calcular por medio de división del peso molecular del compuesto insaturado entre el número de dobles enlaces carbono-carbono que contiene el compuesto insaturado. Por ejemplo, si el compuesto insaturado es ciclopentadieno, que tiene un peso

40 molecular de 66,1 g/mol y dos dobles enlaces carbono-carbono, el peso molecular equivalente de enlace doble es de 33,05 (66,1 dividido entre 2). En consecuencia, como se usa en el presente documento, la expresión "compuesto insaturado" incluye compuestos que se pueden considerar moléculas monoméricas o discretas. En otro ejemplo, si el compuesto insaturado es triacrilato de trimetilolpropano (TMPTA), que tiene un peso molecular de 296,32 g/mol y 3 dobles enlaces carbono-carbono, el peso molecular equivalente de enlaces dobles es de 98,8.

- 45 En una o más realizaciones, el compuesto insaturado puede tener un peso molecular promedio expresado en peso (MW) de 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600 o de 650 a 1.000, 1.500, 2.000, 2.500, 3.000, 3.500, 4.000, 4.500, 5.000, 6.000, 7.000, 8.000, 9.000 o 10.000. Por ejemplo, el compuesto insaturado puede tener un peso molecular promedio expresado en peso de 300 a 3.000, de 330 a 770, de 380 a 930, de 470 a 1.150, de 700 a 1.800,
- 50 de 800 a 2.200, de 1.200 a 2.000, de 400 a 2.800, de 500 a 2.700, de 600 a 2.600 o de 700 a 2.500. En una o más realizaciones, el compuesto insaturado puede tener un peso molecular promedio expresado en peso de al menos 300, al menos 325, al menos 350, al menos 375, al menos 400, al menos 425, al menos 450, al menos 475, al menos 500, al menos 525, al menos 550, al menos 575, al menos 600, al menos 625, al menos 650, al menos 675, al menos 700, al menos 750, al menos 775, al menos 800, al menos 825, al menos 850, al menos 875, al menos 900, al menos 925,
- 55 al menos 950, al menos 975 o al menos 1.000.

En una o más realizaciones, el compuesto insaturado puede incluir dicitopentadieno (DCPD), 4-vinilciclohexeno, uno o más éteres vinílicos, uno o más éteres alílicos, ftalato de dialilo, crotonato de alilo, cinamato de alilo, metacrilato de alilo, metacrilato de vinilo, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, triacrilato de trimetilolpropano, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, poli(acrilato), uno o más dienos conjugados, uno o más terpenos, uno o más aceites de secado que tienen un número de yodo de 115 o mayor, uno o más prepolímeros insaturados, uno o más poliésteres con una o más insaturaciones vinílicas incorporadas, caucho de estireno-butadieno (SBR), uno o más almidones que tienen al menos un grupo olefinicos polimerizables e insaturado, polímeros

60 procedentes de la polimerización con apertura de anillo de alil caprolactona, un producto o productos formados por medio de reacción de una o más poliamidoaminas y uno o más éteres glicídicos insaturados o cualquier mezcla de

65

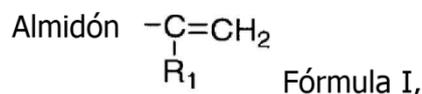
los mismos, con la condición de que el compuesto insaturado se encuentre dentro de la definición de las reivindicaciones 1, 10 y 14.

Los compuestos aromáticos vinílicos ilustrativos pueden incluir 2-alilfenol, 4-alilfenol y cualquier mezcla de los mismos.  
 5 Los éteres vinílicos ilustrativos pueden incluir éter divinílicos de trietilenglicol, éter divinílico o cualquier mezcla de los mismos. Los éteres alílicos ilustrativos pueden incluir éter dialílico, éter dialílico de trimetilolpropano, cianurato de trialilo o cualquier mezcla de los mismos. Los dienos conjugados ilustrativos pueden incluir 1,3-butadieno, 2,3-dimetilbutadieno, 2-metil-1,3-butadieno (isopreno), 1,3-pentadieno (piperileno), ciclopentadieno, 2-cloro-1,3-butadieno (cloropreno) o cualquier mezcla de los mismos. Un terpeno ilustrativo puede incluir uno o más sesquiterpenos. Un  
 10 sesquiterpeno ilustrativo puede incluir uno o más farnesenos. Farnesenos ilustrativos incluyen  $\alpha$ -farneseno (3,7,11-trimetil-1,3,6,10-dodecatetraeno) y  $\beta$ -farneseno (7,11-dimetil-3-metilen-1,6,10-dodecatrieno) y los isómeros de los mismos. Los aceites de secado ilustrativos que tienen un número de yodo de 115 o más pueden incluir aceite de semilla de lino, aceite de soja, aceite de girasol, aceite de tung, aceite de semilla de uva, aceite de germen de trigo, aceite de maíz o cualquier mezcla de los mismos. En algunos ejemplos, el aceite de secado puede tener un número  
 15 de yodo de 115 a 180 o mayor. Los prepolímeros insaturados ilustrativos pueden incluir prepolímeros de poliéster insaturados, prepolímeros de poliéter insaturados, prepolímeros de poliamida insaturados, prepolímeros de poliuretano insaturados o cualquier mezcla de los mismos. Los poliésteres ilustrativos con una o más insaturaciones vinílicas incorporadas pueden incluir metacrilato, poliésteres con modificación o terminación de acrilato o cualquier mezcla de los mismos.

20 Tal como se ha señalado anteriormente, el compuesto de carbonilo  $\alpha,\beta$ -insaturado puede ser un aldehído  $\alpha,\beta$ -insaturado (por ejemplo, un enal), una cetona  $\alpha,\beta$ -insaturada (por ejemplo, una enona), un ácido carboxílico  $\alpha,\beta$ -insaturado, un éster  $\alpha,\beta$ -insaturado, una amida  $\alpha,\beta$ -insaturada, un haluro de acilo  $\alpha,\beta$ -insaturado, un anhídrido de ácido  $\alpha,\beta$ -insaturado o una imida  $\alpha,\beta$ -insaturada. los aldehídos  $\alpha,\beta$ -insaturados ilustrativos pueden incluir contronaldehído,  
 25 3-metilcrotonaldehído, metacroleína, aldehído tíglico, isómeros de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. Las cetonas  $\alpha,\beta$ -insaturadas ilustrativas pueden incluir metil vinil cetona, etil vinil cetona, isómeros de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. Los ácidos carboxílicos  $\alpha,\beta$ -insaturados ilustrativos pueden incluir ácido maleico, ácido itacónico, ácido fumárico, ácido glutacónico, ácido citracónico, ácido traumático, ácido mucónico, ácido aconítico, isómeros de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. Ésteres  $\alpha,\beta$ -insaturados ilustrativos pueden incluir ésteres  
 30 de ácido maleico, ácido itacónico, ácido fumárico, ácido glutacónico, ácido citracónico, ácido traumático, ácido mucónico, ácido aconítico, isómeros de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. Una amida  $\alpha,\beta$ -insaturada ilustrativa puede incluir acrilamida. Haluros de acilo  $\alpha,\beta$ -insaturados pueden incluir cloruro de acrililoilo, cloruro de metacrililoilo, cloruro de crotonoilo, cloruro de fumarilo, cloruro de itaconilo, cloruro sórbico, isómeros de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. Un anhídrido de ácido  $\alpha,\beta$ -insaturado ilustrativo puede incluir anhídrido maleico, un isómero del mismo o una mezcla del mismo. Una imida  $\alpha,\beta$ -insaturada ilustrativa puede incluir maleimida, un isómero  
 35 de la misma o una mezcla de la misma.

Otros compuestos que tienen uno o más enlaces-pi (por ejemplo, enlaces insaturados) que son capaces de experimentar un mecanismo de reacción en cadena de radicales, pero también están conjugados con un resto  
 40 aromático, pueden incluir sustancias aromáticas de vinilo, tales como estireno, metilestirenos, vinil tolueno, vinil naftaleno, divinilbenceno (DVB) y vinilpiridina; metilestirenos, tales como  $\alpha$ -metilestireno y trans- $\beta$ -metilestireno; y cualquier mezcla de los mismos.

Los compuestos de almidón insaturados ilustrativos que tienen al menos un grupo olefínico polimerizable e insaturado  
 45 pueden venir representados por la Fórmula I siguiente.



50 donde R<sup>1</sup> puede ser hidrógeno o un grupo alquilo. Los almidones apropiados pueden incluir maíz, maíz céreo, maíz de alto contenido en amilosa, patata, tapioca y almidón de trigo. Otros almidones tales como almidones genéticamente modificados por ingeniería pueden incluir almidones de amilopectina de patata y de patata de alto contenido en amilosa. Los métodos apropiados para la preparación de compuestos de almidón insaturados que tienen al menos un grupo olefínico polimerizable e insaturado pueden incluir los comentados y descritos en la patente de Estados Unidos N.º 2.668.156.

55 El prepolímero insaturado puede incluir uno o más prepolímeros monoinsaturados, uno o más prepolímeros poliinsaturados o cualquier mezcla de los mismos. En una o más realizaciones, los prepolímeros poliinsaturados apropiados pueden incluir al menos dos sitios de insaturación, al menos tres sitios de insaturación, al menos 4 sitios de insaturación, al menos 5 sitios de insaturación, al menos 6 sitios de insaturación o más. En una o más realizaciones,  
 60 el prepolímero insaturado puede ser prepolímeros de poliéster insaturados, prepolímeros de poliéter insaturados, prepolímeros de poliamida insaturados, prepolímeros de poliuretano insaturados o cualquier mezcla de los mismos.

El prepolímero de poliéster insaturado se puede sintetizar o producir por medio de reacción de uno o más poliácidos y uno o más polioles, unos con otros. Por ejemplo, el prepolímero insaturado se puede producir por medio de la formación de un monoéster. En otro ejemplo, el prepolímero de poliéster insaturado se puede producir por medio de reacción del poliácido y el poliol por medio de una reacción de condensación. Como se usa en el presente documento, el término "poliácido" hace referencia a compuestos que tienen al menos dos grupos ácidos reactivos por molécula. La funcionalidad de ácido puede ser un ácido carboxílico, un ácido sulfónico o una combinación de los mismos. El término "poliácido" también puede hacer referencia a anhídrido de ácido, por ejemplo, anhídrido maleico. El término "poliácido" también puede hacer referencia a compuestos que contienen al menos un grupo ácido por molécula y al menos un grupo de anhídrido de ácido por molécula, por ejemplo, un ácido graso maleado. Como se usa en el presente documento, el término "poliol" hace referencia a compuestos que contienen dos o más grupos funcionales de hidroxilo.

En una o más realizaciones, el uno o más sitios de insaturación en el prepolímero de poliéster insaturado se pueden introducir directamente a partir del poliácido y/o el poliol, por ejemplo, al menos uno del poliácido y el poliol pueden incluir uno o más sitios de insaturación. Dicho de otra forma, el prepolímero de poliéster insaturado se puede producir haciendo reaccionar uno o más poliácidos insaturados con uno o más polioles saturados, haciendo reaccionar uno o más polioles insaturados con uno o más poliácidos saturados, y/o haciendo reaccionar uno o más poliácidos insaturados con uno o más polioles insaturados. En una o más realizaciones, los sitios de insaturación en el prepolímero de poliéster insaturado se pueden adjuntar a un prepolímero inicial formado por medio de reacción del poliácido y el poliol con uno o más compuestos insaturados. En otro ejemplo, los sitios de insaturación del prepolímero de poliéster insaturado se pueden introducir por medio de al menos uno del poliol y el poli ácido, y un compuesto insaturado adicional. Los compuestos insaturados adicionales ilustrativos pueden incluir alcoholes insaturados, ácidos insaturados, epóxidos insaturados o cualquier mezcla de los mismos.

Los componentes de poliácido y poliol se pueden mezclar, o combinar unos con otros para producir una mezcla de reacción. El poliácido y el poliol pueden reaccionar en condiciones suficientes para hacer reaccionar sustancialmente los grupos hidroxilo primarios del poliol con el poliácido, pero insuficientes para provocar la reacción de los grupos hidroxilo secundarios del poliol con el poliácido en cierta medida. Como se usa en el presente documento, la frase "hacer reaccionar sustancialmente los grupos hidroxilo primarios del poliol con el poliácido" hace referencia a que al menos un 90 % de los grupos hidroxilo primarios del poliol reaccionan con el poliácido. Como se usa en el presente documento, la frase "insuficiente para provocar la reacción de los grupos hidroxilo secundarios del poliol con el poliácido en cierto modo" hace referencia a que menos de un 10 % de los grupos hidroxilo secundarios del poliol reaccionan con el poliácido. Por ejemplo, el poliácido y el poliol se pueden combinar en un recipiente de reacción y se pueden calentar hasta una temperatura de 50 °C, 60 °C, 70 °C o de 80 °C a 110 °C, 125 °C, 140 °C o 155 °C. En otro ejemplo, el poliácido y el poliol se pueden calentar a una temperatura de 60 °C a 130 °C, de 80 °C a 115 °C, de 100 °C a 150 °C, o de 75 °C a 135 °C. El poliácido y el poliol pueden reaccionar uno con el otro durante un tiempo de 10 minutos, 30 minutos, 1 hora o de 2 horas a 4 horas, 6 horas, 8 horas o 10 horas.

El transcurso de la reacción entre el poliácido y el poliol se puede controlar por medio de cualquier método apropiado. Un método para controlar el alcance de la reacción entre el poliácido y el poliol puede ser a través del uso de espectroscopía de infrarrojos. Por ejemplo, la espectroscopía de infrarrojos puede detectar la presencia de cualquier poliácido que no ha reaccionado. En un ejemplo, la reacción entre el poliácido y el poliol se puede llevar a cabo hasta que no se detecte más la presencia del poliácido. Cabe destacar, sin embargo, que el prepolímero de poliéster insaturado puede incluir un poliácido que no ha reaccionado y/o un poliol que no ha reaccionado.

El poliácido y el poliol se pueden combinar uno con el otro en cualquier relación deseada. Por ejemplo, el poliol y el poliácido se pueden combinar uno con el otro en una relación molar que varía de 1:5, 1:4 o 1:2, a 1:1, 2:1, 4:1 o 6:1. En al menos un ejemplo, la cantidad de poliácido combinada con el poliol puede ser suficiente para proporcionar una relación de ácido reactivo y/o grupo(s) anhídrido con respecto a grupos hidroxilo de 1:1 a 2:1. En una o más realizaciones, para cada grupo hidróxido presente en el poliol, pueden estar presentes 1 grupo ácido, 2 grupos ácidos o 3 grupos ácidos en la mezcla del poliol y el poliácido.

El poliácido puede ser o incluir uno o más poliácidos alifáticos saturados y/o insaturados, uno o más poliácidos aromáticos, uno o más poliácidos ciclo-alifáticos, uno o más anhídridos de ácido o cualquier mezcla de los mismos. Los diácidos alifáticos insaturados apropiados y los diácidos alifáticos saturados pueden incluir de 2 átomos de carbono a 12 átomos de carbono, de 3 átomos de carbono a 10 átomos de carbono, o de 4 átomos de carbono a 8 átomos de carbono. Los diácidos alifáticos insaturados ilustrativos pueden incluir ácido maleico, ácido itacónico, ácido fumárico, ácido glutacónico, ácido citracónico, ácido traumático, ácido mucónico, ácido aconíticos y cualquier mezcla de los mismos. Los diácidos alifáticos saturados ilustrativos pueden incluir ácido oxálico, ácido malónico, ácido succínico, ácido glutárico, ácido adípico, ácido pimélico, ácido subérico, ácido azelaico, ácido sebáico o cualquier mezcla de los mismos. Los diácidos aromáticos ilustrativos pueden incluir ácido ftálico, ácido isotálico, ácido tereftálico o cualquier mezcla de los mismos. Los diácidos cicloalifáticos ilustrativos pueden incluir ácido ciclobutanodicarboxílico, ácido ciclopentanodicarboxílico, ácido ciclohexanodicarboxílico, isómeros de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. Los anhídridos de ácido ilustrativos pueden incluir anhídrido ftálico, anhídrido mellítico, anhídrido piromellítico, anhídrido maleico o cualquier mezcla de los mismos. En una o más realizaciones, el poliácido también puede incluir uno o más ácidos grasos insaturados que se hacen reaccionar con uno o más poliácidos comentados y descritos con anterioridad. Por ejemplo, en al menos una realización específica, el poliácido puede ser o incluir el producto de

reacción de Alder-Ene entre uno o más ácidos grasos insaturados y anhídrido maleico. Dicho de otra forma, el poliácido puede ser o incluir uno o más ácidos grasos maleados.

5 Los polioles saturados ilustrativos pueden incluir etilen glicol, poliglicerol, poliglicerol hiper-ramificado, dietilenglicol, trietilen glicol, poli(óxido de etileno) (con terminación de hidróxido), glicerol, pentaeritritol, trimetilolpropano, dietanolamina, trietanolamina, etil dietanolamina, metil dietanolamina, sorbitol, monosacáridos, tales como glucosa y fructosa, disacáridos, tales como sacarosa y polisacáridos superiores tales como almidón y almidones reducidos y/o modificados, dextrina, maltodextrina, poli(alcoholes vinílicos), hidroxietilcelulosa, 1,4-ciclohexano diol o cualquier mezcla de los mismos. Los polioles insaturados ilustrativos pueden incluir 2-buten-1,4-diol, polibutadieno con terminación de hidroxilo (HTPB) o cualquier mezcla de los mismos.

15 Los alcoholes insaturados ilustrativos apropiados para introducir, adjuntar o proporcionar uno o más sitios de insaturación en el prepolímero de poliéster insaturado pueden incluir uno cualquiera o más de los polioles insaturados comentados y descritos anteriormente, alcoholes alifáticos, alcoholes insaturados obtenidos por medio de reacción de metátesis de ésteres de ácido graso o ácido graso insaturado sustituido con hidroxilo o cualquier mezcla de los mismos. La preparación de alcoholes insaturados por medio de reacción de metátesis puede ser como se comenta y describe en la patente de Estados Unidos N.º 7.176.336. Los ácidos insaturados ilustrativos apropiados para introducir, adjuntar o proporcionar uno o más sitios de insaturación en el prepolímero de poliéster insaturado pueden incluir uno cualquiera o más de los poliácidos insaturados comentados y descritos anteriormente, o cualquier mezcla de los mismos. Los epóxidos insaturados apropiados para introducir, adjuntar o proporcionar uno o más sitios de insaturación en el prepolímero de poliéster insaturado pueden incluir éter alil glicídico, 3,4-epoxi-1-buteno, 1,2-epoxi-5-hexeno, cualquier combinación de los mismos o mezcla de los mismos.

25 En una o más realizaciones, uno o más catalizadores o catalizadores de prepolímero de poliéster insaturado pueden estar opcionalmente presentes cuando el poliácido y el poliol se hacen reaccionar uno con el otro. Los catalizadores apropiados pueden incluir óxido de monobutilestaño, óxido de dibutilestaño, dilaurato de dibutilestaño o cualquier mezcla de los mismos. El uno o más catalizadores, si existen, pueden estar presentes en una cantidad de un 0,05 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, o de un 1 % en peso a un 2 % en peso, un 3 % en peso, un 4 % en peso o un 5 % en peso, basado en el peso combinado del poliácido y el poliol.

30 En una o más realizaciones, el prepolímero de poliéster insaturado se puede combinar con uno o más monómeros reactivos en lugar de o además del agua. Los monómeros reactivos ilustrativos que se pueden combinar con el prepolímero de poliéster insaturado pueden incluir estireno, metil estireno, cloroestireno, vinil tolueno, divinil benceno, acetato de vinilo, ácido acrílico, ácido metacrílico, ésteres alquílicos inferiores de ácido acrílico, ésteres alquílicos inferiores de ácido metacrílico, ftalato de dialilo, aceites vegetales, por ejemplo, aceite de semilla de lino, aceite de soja, aceite de girasol, aceite de tung o cualquier mezcla de los mismos. Si se combina el prepolímero de poliéster insaturado con uno o más monómeros reactivos, la cantidad del uno o más monómeros reactivos puede ser de un 1 % en peso, un 5 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, o de un 20 % en peso a un 40 % en peso, un 45 % en peso, un 50 % en peso, un 55 % en peso o un 60 % en peso, basado en el peso combinado del uno o más monómeros reactivos y el prepolímero de poliéster insaturado.

45 Los prepolímeros de poliamida insaturados se pueden producir por medio de reacción de una o más poliaminas con uno o más poliácidos. Los prepolímeros de poliamida insaturados también se pueden producir por medio de reacción de una o más poliaminas con uno o más ésteres. En una o más realizaciones, el uno o más sitios de insaturación en el prepolímero de poliamida insaturado se pueden introducir directamente a partir del poliácido y/o la poliamina, por ejemplo, al menos uno del poliácido y la poliamina puede incluir uno o más sitios de insaturación. Dicho de otra forma, el prepolímero de poliamina insaturado se puede producir haciendo reaccionar uno o más poliácidos insaturados con una o más poliaminas, haciendo reaccionar una o más poliaminas insaturadas con uno o más poliácidos saturados, y/o haciendo reaccionar uno o más poliácidos insaturados con una o más poliaminas insaturadas. En una o más realizaciones, los sitios de insaturación en el prepolímero de poliamina insaturada se pueden adjuntar a un prepolímero inicial formado por medio de reacción del poliácido y la poliamina con uno o más compuestos insaturados. En otro ejemplo, los sitios de insaturación del prepolímero de poliamida insaturada se pueden introducir por medio de al menos uno de la poliamina y el poliácido, y un compuesto insaturado adicional. Los compuestos insaturados adicionales ilustrativos pueden incluir alcoholes insaturados, ácidos insaturados, epóxidos insaturados o cualquier mezcla de los mismos.

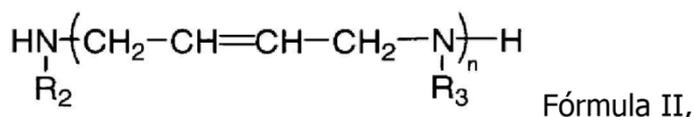
60 Los componentes de poliácido y poliamina se pueden mezclar, o combinar unos con otros para producir una mezcla de reacción. La mezcla de reacción se puede hacer reaccionar en condiciones suficientes para reaccionar el poliácido con la poliamina para producir el prepolímero de poliamida insaturada. Por ejemplo, el poliácido y la poliamina se pueden combinar en un recipiente de reacción y se pueden calentar hasta una temperatura de 50 °C, 60 °C, 70 °C o de 80 °C a 110 °C, 125 °C, 140 °C o 155 °C. En otro ejemplo, el poliácido y la poliamina se pueden calentar a una temperatura de 60 °C a 130 °C, de 80 °C a 115 °C, de 100 °C a 150 °C, o de 75 °C a 135 °C. El poliácido y la poliamina pueden reaccionar uno con el otro durante un tiempo de 10 minutos, 30 minutos, 1 hora o de 2 horas a 4 horas, 6 horas, 8 horas o 10 horas. Las poliamidas también se pueden producir u obtener por medio de transamidación.

65 El transcurso de la reacción entre el poliácido y la poliamina se puede controlar por medio de cualquier método

apropiado. Un método para controlar el alcance de la reacción entre el poliácido y la poliamina puede ser a través del uso de espectroscopía de infrarrojos. Por ejemplo, la espectroscopía de infrarrojos puede detectar la presencia de cualquier poliácido que no ha reaccionado. En un ejemplo, la reacción entre el poliácido y la poliamina se puede llevar a cabo hasta que no se detecte más la presencia del poliácido. Cabe destacar, sin embargo, que el prepolímero de poliamida insaturada puede incluir un poliácido que no ha reaccionado y/o un poliamina que no ha reaccionado.

El poliácido y la poliamina se pueden combinar uno con el otro en cualquier relación deseada. Por ejemplo, la poliamina y el poliácido se pueden combinar uno con el otro en una relación molar que varía de 1:5, 1:4 o 1:2, a 1:1, 2:1, 4:1 o 6:1. En al menos un ejemplo, la cantidad de poliácido combinada con la poliamina puede ser suficiente para proporcionar una relación de ácido reactivo y/o grupo(s) anhídrido con respecto a grupos amina de 1:1 a 2:1. Por ejemplo, para cada grupo de amina presente en la poliamina puede existir 1 grupo ácido, 2 grupos ácidos o 3 grupos ácidos en la mezcla de poliamina y el poliácido.

Los poliácidos apropiados pueden incluir los comentados y descritos anteriormente o en algún otro momento en la presente memoria. Las poliaminas saturadas ilustrativas pueden incluir etilendiamina, propilendiamina, hexametildiamina, dietilentriamina (DETA), trietilentetramina (TETA), tetraetilenpentamina (TEPA), 1,3-propandiamina, 1,4-butandiamina, polietilenimina hiper-ramificada o cualquier mezcla de los mismos. Las poliaminas insaturadas ilustrativas pueden incluir las representadas por medio de la fórmula general II siguiente:



donde R<sup>2</sup> y R<sup>3</sup> pueden ser independientemente un grupo orgánico que tiene de 1 átomo de carbono a 24 átomos de carbono, por ejemplo, un grupo alquilo que contiene de 1 átomo de carbono a 12 átomos de carbono, y n puede ser un número entero de 2 a 12. Las poliaminas insaturadas ilustrativas que tienen Fórmula II se pueden preparar de acuerdo con los métodos comentados y descritos en la patente de Estados Unidos N.º 3.773.833.

Los prepolímeros de poliéter insaturados se pueden producir por medio de polimerización de éter alil glicidílico (AGE) para formar poli(éter alil glicidílico) (PAGE). El prepolímero puede incluir grupos alilo colgantes. Las condiciones de reacción apropiadas para producir el prepolímero de poliéter insaturado pueden incluir las comentadas y descritas en Lee, B. F. *et al.*, "Poly(Allyl Glycidyl Ether)-A Versatile and Functional Polyether Platform", *Journal of Polymer Science Part A: Polymer Chemistry*, Vol. 49, agosto de 2011, pág. 4498-4504. La reacción de copolimerización de AGE con otros monómeros puede ser como se comenta y describe en Sunder, A. *et al.*, "Copolymers of Glycidol and Glycidyl Ethers: Design of Branched Polyether Polyols by Combination of Latent Cyclic AB<sub>2</sub> and ABR Monomers", *Macromolecules*, Vol. 33, septiembre de 2000, pp. 7682-7692, y Erberich, M. *et al.*, "Polyglycidols with Two Orthogonal Protective Groups: Preparation, Selective Deprotection, and Functionalization", *Macromolecules*, Vol. 40, abril de 2007, pág. 3070-3079.

Los prepolímeros de poliuretano insaturados se pueden producir por medio de reacción de uno o más poliisocianatos con uno o más compuestos que contienen una funcionalidad de hidrógeno activo. Los restos proporcionan funcionalidad de hidrógeno activo pueden incluir grupos hidroxilo, grupos mercaptano, grupos amina y grupos carboxilo. Por ejemplo, se pueden hacer reaccionar uno o más polioles con el poliisocianato para producir el prepolímero de poliuretano insaturado.

Los poliisocianatos apropiados pueden incluir diisocianato de hexametileno, diisocianato de tolueno (TDI), diisocianato de difenilmetano (MDI), diisocianatos de m-fenileno y p-fenileno, diisocianato de bitolileno, diisocianato de ciclohexano (CHDI), bis-(isocianatometil) ciclohexano (H<sub>6</sub>XDI), diisocianato de dicitlohexilmetano (H<sub>12</sub>MDI), diisocianato ácido dimérico (DDI), diisocianato de trimetil hexametileno, diisocianato de lisina y su éster metílico, diisocianato de metil ciclohexano, diisocianato de 1,5-naftaleno, diisocianato de xilileno y xileno y derivados metílicos del mismo, isocianatos de polimetilén polifenilo, clorofenilén-2,4-diisocianato, diisocianatos de polifenileno disponibles comercialmente como, por ejemplo, Mondur MR o Mondur MRS, diisocianato de isoforona (IPDI), isocianato de metilén difenilo hidrogenado (HMDI), diisocianato de tetrametil xileno (TMXDI), diisocianato de hexametileno (HDI) o materiales oligoméricos de estos materiales tales como un trímero de IPDI, HDI o un biuret de HDI y una mezcla de los mismos. También se pueden usar trisocianatos e isocianatos altamente funcionales. Se pueden usar diisocianatos alifáticos y aromáticos, por ejemplo, biuret y derivados de isocianurato.

Los polioles apropiados para la reacción con los poliisocianatos pueden incluir poli(polioles de éter) (por ejemplo, homo- y co-polímeros de poli(óxido de propileno y etileno) de bloques de peso molecular de 300 a 3.000), polioles alquilados (por ejemplo, politetrametilén éter glicoles) y polioles basados en caprolactona. En una o más realizaciones, los reaccionantes para la preparación del prepolímero de poliuretano pueden ser o incluir mezclas de polioles alifáticos o aromáticos o un polímero, que porta hidrógeno activo multi-funcional. Como tal, además de o en lugar de los poli(polioles de éter), el componente con funcionalidad de hidroxilo puede incluir derivados de acrilatos, ésteres, vinilos

o aceites de ricino, así como también polímeros y mezclas de los mismos.

5 Los equivalentes de isocianato pueden predominar con respecto a los equivalentes de hidrógeno activo en la mezcla de reacción de poliol/poliisocianato para producir un prepolímero que puede incluir grupos isocianato residuales. El isocianato y el poliol se pueden combinar uno con el otro en cualquier relación deseada. Por ejemplo, el isocianato y el poliol se pueden combinar uno con el otro en una relación molar que varía de 1:5, 1:4 o 1:2, a 1:1, 2:1, 4:1 o 5:1. Las condiciones de reacción apropiadas para producir el prepolímero de poliuretano insaturado pueden incluir las comentadas y descritas en Heiss, *et al.*, "Influence of Acids and Bases on Preparation of Urethane Polymers", Industrial and Engineering Chemistry, Vol. 51, n.º 8, agosto de 1959, pág. 929-934. Dependiendo de las condiciones de reacción  
10 usadas (tales como, por ejemplo, temperatura y presencia de ácidos o bases fuertes, y catalizadores), la reacción puede conducir a la formación de ureas, alofanatos, biurets o isocianatos.

15 Los compuestos que contienen grupos amina apropiados que pueden reaccionar con los poliisocianatos pueden incluir poliaminas insaturadas representadas por la Fórmula general II comentada y descrita con anterioridad. Los compuestos que contienen grupos carboxilo apropiados que pueden reaccionar con los poliisocianatos pueden incluir diácidos alifáticos insaturados. Los diácidos alifáticos insaturados ilustrativos pueden incluir ácido maleico, ácido itacónico, ácido fumárico, ácido glutacónico, ácido citracónico, ácido traumático, ácido mucónico, ácido aconíticos y cualquier mezcla de los mismos.

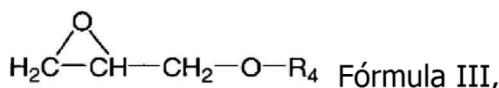
20 En una o más realizaciones, uno o más catalizadores o catalizadores de prepolímero de poliuretano insaturado se pueden usar para acelerar la velocidad de reacción del poliisocianato y el poliol para producir el prepolímero de poliuretano insaturado. Los catalizadores apropiados pueden incluir dilaurato de dibutil estaño. En una o más realizaciones, se pueden usar uno o más inhibidores para ralentizar la reacción de reticulación. Los inhibidores apropiados pueden incluir cloruro de benzoilo y monofenildiclorofosfato.

25 En una o más realizaciones, el prepolímero insaturado, puede tener un pH de 0,5, 2, 3 o 4 a 7, 7,5, 8, 8,5 o 9. Por ejemplo, el prepolímero de poliéster insaturado puede tener un pH de 1,5 a 9, de 2,5 a 7, de 1 a 5, de 5 a 8, o de 3 a 6.

30 En una o más realizaciones, el prepolímero insaturado se puede combinar con agua para producir una mezcla de agua y prepolímero insaturado. Por ejemplo, se puede mezclar el agua, o se puede combinar con el prepolímero insaturado para producir la mezcla de agua y prepolímero insaturado. El prepolímero insaturado puede ser soluble en agua. El prepolímero insaturado se puede disolver en agua para producir una solución acuosa de prepolímero insaturado. El prepolímero insaturado se puede combinar con agua para formar una suspensión acuosa, emulsión o dispersión. La  
35 cantidad de agua, combinada con el prepolímero insaturado puede ser de un 1 % en peso, un 5 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, o de un 35 % en peso a un 50 % en peso, un 55 % en peso, un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso o un 75 % en peso, basado en el peso combinado de agua y prepolímero insaturado. El prepolímero insaturado combinado con agua puede tener una viscosidad de 20 cP, 100 cP, 1.000 cP, 5.000 cP, o de 10.000 cP a 50.000 cP, 100.000 cP, 200.000 cP, o 300.000 cP  
40 a una temperatura de 25 °C. La viscosidad del prepolímero de poliéster insaturado se puede determinar usando un viscosímetro a una temperatura de 25 °C. Por ejemplo, un viscosímetro apropiado puede ser el modelo de viscosímetro DV-II, disponible en Brookfield Engineering Laboratories, con un pequeño adaptador de muestra, por ejemplo, un husillo del número 3. El pequeño adaptador puede permitir el enfriamiento o calentamiento de la muestra por medio de la camisa de la cámara para mantener la temperatura de la muestra que rodea al husillo en una valor de 25 °C.

45 Las poliamidoaminas y los éteres glicidílicos insaturados apropiados para producir uno o más productos formados por medio de reacción de la poliamidoamina y el éter glicidílico insaturado pueden variar de forma amplia. La poliamidoamina puede ser un producto de reacción de una poliamina y un ácido dicarboxílico. En algún ejemplo, la poliamina puede ser dimetilentriamina, etilentriamina, trietilentetramina, tripropilentetramina, tetraetilenpentamina, pentaetilenhexamina o cualquier mezcla de los mismos. El ácido dicarboxílico puede ser ácido glutárico, ácido adípico, ácido azelaico, ácido malónico, ácido subérico, ácido sebácico, ácido succínico, ácido oxálico, ácido pimélico, derivados de los mismos o cualquier mezcla de los mismos. La epihalohidrina puede ser epiclorhidrina, epibromhidrina, epifluorhidrina, epiyodihidrina o cualquier mezcla de las mismas.

55 Los éteres glicidílicos insaturados ilustrativos pueden venir representados por la Fórmula general III:



donde R<sup>4</sup> puede ser un radical etilénicamente insaturado tal como vinilo, alilo o alqueno. Los éteres glicídicos apropiados pueden incluir éter vinil glicídico, éter isopropenil glicídico, éter oleil glicídico, éter alil glicídico, éter p-vinilbencil glicídico, éter o-alil fenil glicídico, éter butenil glicídico, éter 4-vinilciclohexil glicídico, éter abietilglicídico, éter ciclohexenilmetil glicídico, éter metalil glicídico o cualquier mezcla de los mismos.

Los productos de reacción apropiados producidos por medio de reacción de una o más poliamidoaminas y uno o más éteres glicídicos insaturados y los métodos de preparación de los productos de reacción pueden ser como se comenta y describe en las patentes de Estados Unidos Nos. 2.864.775 y 3.280.054.

El(los) producto(s) formado(s) por medio de reacción de la(s) poliamidoamina(s) y el(los) éter(es) glicídico(s) insaturado(s) puede(n) actuar como reductores activos. Como se usa en el presente documento, la expresión "reductor activo" hace referencia a compuestos que pueden participar en una reacción de reticulación, por ejemplo, tiene dobles enlaces, y también tiene uno o más grupos que pueden estar oxidados, por ejemplo, una amina terciaria.

Se puede usar cualquier precursor de radicales libres apropiado o combinación de precursores de radicales libres para producir la composición de aglutinante. El precursor de radicales libres puede ser un sólido, líquido, gas o multi-fase. Como se usa en el presente documento, la frase "precursor de radicales libres" hace referencia a cualquier compuesto o mezcla de compuestos que pueda generar radicales cuando se somete a condiciones predeterminadas. Por ejemplo, el precursor de radicales libres puede ser un compuesto o mezcla de compuestos que pueda generar radicales cuando se calienta a una temperatura predeterminada. Por ejemplo, si el precursor de radicales libres incluye un oxidante, por ejemplo, un oxidante inorgánico tal como agua oxigenada, y un catalizador o catalizador de precursor de radicales libres, por ejemplo, un catalizador de metal de transición, el precursor de radicales libres puede generar radicales cuando el oxidante se somete a una reacción con el catalizador. Como tal, en una o más realizaciones, el precursor de radicales libres puede incluir uno o más oxidantes y uno o más catalizadores.

Los precursores de radicales ilustrativos pueden incluir compuestos de peróxido inorgánico y/u orgánicos, ozonuros, oxidantes que contienen halógeno o cualquier mezcla de los mismos. Los compuestos de peróxido inorgánico ilustrativos pueden incluir agua oxigenada, compuestos generadores de agua oxigenada, por ejemplo, sales de metales alcalinos de percarbonato, perborato, peroxisulfato, peroxifosfato y/o peroxisilicato y/o ácidos débiles correspondientes. Compuestos de peróxido orgánicos ilustrativos pueden incluir, pero sin limitarse, peróxido de t-butilo, peróxido de benzoílo, ácidos peroxi carboxílicos, por ejemplo, ácido peracético y/o ácido perbenzoico, hidroperóxidos, por ejemplo, hidroperóxido de t-butilo o mezclas de los mismos. Los oxidantes que contienen halógeno ilustrativo pueden incluir clorito de metal alcalino, hipoclorito de metal alcalino, dióxido de cloro y/o sal de sodio de cloro de ácido cianúrico. Un ozonuro ilustrativo puede incluir dimetiloxirano. Un compuesto azo ilustrativo puede incluir azobisisobutironitrilo (AIBN). En una o más realizaciones, el precursor de radicales libres puede ser o incluir uno o más oxidantes inorgánicos. En una o más realizaciones, el precursor de radicales libres puede ser o incluir uno o más compuestos de peróxido inorgánicos. En una o más realizaciones, el precursor de radicales libres puede ser o incluir agua oxigenada.

Si el uno o más oxidantes están presentes como precursor de radicales libres o como componente del precursor de radicales libres, el uno o más oxidantes puede estar presente en una cantidad de 1 % en peso, un 3 % en peso, un 5 % en peso, un 7 % en peso, un 9 % en peso, un 10 % en peso, un 12 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, o de un 40 % en peso a un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso, un 95 % en peso o un 99 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado. Por ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser un 7 % en peso a un 99 % en peso, de un 10 % en peso a un 80 % en peso, de un 15 % en peso a un 70 % en peso, de un 17 % en peso a un 66% en peso, de un 10 % en peso a un 45% en peso, de un 35 % en peso a un 75 % en peso, de un 15 % en peso a un 25 % en peso, de un 20 % en peso a un 35 % en peso, de un 30 % en peso a un 50 % en peso, de un 35 % en peso a un 60 % en peso, o de un 45 % en peso a un 80 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede estar presente en una cantidad de al menos un 3 % en peso, al menos un 5 % en peso, al menos un 6 % en peso, al menos un 7 % en peso, al menos un 8 % en peso, al menos un 9 % en peso, al menos un 10 % en peso, al menos un 15 % en peso, al menos un 20 % en peso, al menos un 25 % en peso, al menos un 30 % en peso, al menos un 35 % en peso, al menos un 40 % en peso, o de al menos un 45 % en peso a un 50 % en peso, un 55 % en peso, un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso o un 95 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales libres en la composición de aglutinante puede ser menor de un 95 % en peso, menor de un 90 % en peso, menor de un 85 % en peso, menor de un 80 % en peso, menor de un 75 % en peso, menor de un 70 % en peso, menor de un 60 % en peso, menor de un 55 % en peso, menor de un 50 % en peso, menor de un 45 % en peso, o menor de un 40 % en peso y mayor de un 2 % en peso, mayor de un 5 % en peso,

mayor de un 6 % en peso, mayor de un 7 % en peso, mayor de un 8 % en peso, mayor de un 9 % en peso, mayor de un 10 % en peso, mayor de un 15 % en peso, mayor de un 20 % en peso o mayor de un 25 % en peso, basado en el peso del compuesto insaturado.

- 5 El precursor de radicales libres se puede combinar con uno o más medios líquidos. Por ejemplo, el precursor de radicales libres puede ser o incluir una solución acuosa de agua oxigenada. La concentración del precursor de radicales libres, por ejemplo, agua oxigenada combinada con un medio líquido tal como agua, puede ser de un 1 % en peso, un 3 % en peso, un 5 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, o de un 30 % en peso a un 50 % en peso, un 60 % en peso, un 70 % en peso, un 80 % en peso, un 90 % o un 98 % en peso, basado en el peso combinado del precursor de radicales libres y el medio líquido.

15 Si el catalizador o catalizador de precursor de radicales libres está presente en la composición de aglutinante como componente del precursor de radicales libres, el catalizador se puede combinar con el(los) otro(s) componente(s) del precursor de radicales libres, por ejemplo, un oxidante, con cualquier otro componente de la composición de aglutinante, o cualquier combinación de los mismos para producir la composición de aglutinante. El catalizador también se puede denominar iniciador, promotor, reductor y/o acelerador. Los catalizadores apropiados pueden ser o incluir iones metálicos, aminas terciarias, aminas terciarias poliméricas, fosfatos, bisulfitos, metabisulfitos, tetraacetiletilendiamina, cianamidas, luz ultravioleta o cualquier mezcla de los mismos. En una o más realizaciones, además de o en lugar de poner en contacto los sustratos de lignocelulosa con un precursor de radicales libres y/o catalizador, se pueden usar ondas de ultrasonido, reacciones de foto-Fenton y/o electro-Fenton (generación in situ de radicales hidroxilo por medio de radiación o corrientes eléctricas). En una o más realizaciones, el catalizador puede ser o incluir uno o más metales de transición con bases de Lewis coordinadas.

25 Los iones metálicos ilustrativos pueden incluir iones metálicos de hierro, cobre, manganeso, tungsteno, molibdeno o cualquier mezcla de los mismos. El metal puede estar en forma de un óxido. El metal puede estar en forma de una sal o complejo, por ejemplo, ligado a uno o más agentes complejantes o compuestos. Los iones ilustrativos o compuestos complejantes pueden incluir cianuro (CN<sup>-</sup>), sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), ácido etilendiaminotetracético (EDTA), ácido etilendiamino-*N,N'*-disuccínico (EDDS), ácido etilenglicol bis(2-aminoetiléter)-*N,N,N',N'*-tetraacético (EGTA), ácido dietilentriaminopentacético (DTPA), ácido trans-1,2-diaminociclohexano tetraacético (CDTA), iminodisuccinato (IDS), ácido nitrilotriacético (NTA) o cualquier mezcla de los mismos. Otros compuestos complejantes pueden incluir fosfatos o agentes complejantes basados en ácido fosfórico, ácido oxálico, ácido ascórbico, acetato de nitrilo, ácido gálico, ácido fúlvico o polioxometalatos.

35 Los iones metálicos pueden incluir compuestos o complejos que contienen iones de hierro (por ejemplo, Fe<sup>2+</sup> o Fe<sup>3+</sup>), tales como sulfato de hierro (II), óxido de hierro (II), sulfato de hierro (III), óxido de hierro (III). Otro catalizador que contiene un ion de hierro puede incluir ([Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>3-</sup>), ferrocianuro ([Fe(CN)<sub>6</sub>]<sup>4-</sup>) y/o nitropruside ([Fe(CN)<sub>5</sub>NO]<sup>2-</sup>). Por ejemplo, el catalizador puede ser o incluir ferricianuro potásico (K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]), ferrocianuro potásico (K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]), ferricianuro de amonio hidratado ((NH<sub>4</sub>)<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]•xH<sub>2</sub>O), ferrocianuro de amonio hidratado ((NH<sub>4</sub>)<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]•xH<sub>2</sub>O), ferricianuro de sodio decahidratado (Na<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]•10H<sub>2</sub>O), ferrocianuro de sodio decahidratado (Na<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]•10H<sub>2</sub>O), nitropruside de sodio dihidratado (Na<sub>2</sub>[Fe(CN)<sub>5</sub>NO]•2H<sub>2</sub>O). Otro catalizador apropiado que contiene hierro puede incluir Fe[EDTA], Fe[EDDS], Fe[DTPA], Fe[EGTA], Fe[CDTA], Fe[IDS] o cualquiera de sus mezclas. En al menos una realización específica, el catalizador puede incluir ferricianuro, por ejemplo, ferricianuro potásico, un complejo de hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y ácido etilendiaminotetracético (EDTA), un complejo de hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y ácido (S,S)-etilendiamino-*N,N'*-disuccínico ((S,S)-EDDS), un complejo de 45 hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y ácido (R,R)-etilendiamino-*N,N'*-disuccínico ((R,R)-EDDS), un complejo de hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y ácido (R,S)-etilendiamino-*N,N'*-disuccínico ((R,S)-EDDS), un complejo de hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y ácido dietilentriaminopentacético (DTPA), un complejo de hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y ácido trans-1,2-diaminociclohexano tetraacético (CDTA), un complejo de hierro (por ejemplo, férrico y/o ferroso) y iminodisuccinato (IDS), hidratos de los mismos o cualquiera de sus mezclas.

50 Las aminas terciarias pueden venir representadas por la fórmula general NR<sup>5</sup>R<sup>6</sup>R<sup>7</sup>, donde cada R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup> y R<sup>7</sup> pueden estar seleccionados entre alquilos, cicloalquilos, heterocicloalquilos, arilos, heteroarilos y arilos sustituidos. El alquilo puede incluir alquilos ramificados y no ramificados que tienen de 1 átomo de carbono a 15 átomos de carbono o de 1 átomos de carbono a 8 átomos de carbono. Los alquilos ilustrativos pueden incluir uno o más de metilo, etilo, n-propilo, isopropilo, n-butilo, sec-butilo, t-butilo, pentilo, hexilo, etilhexilo e isómeros de los mismos. Los cicloalquilos pueden incluir de 3 átomos de carbono a 7 átomos de carbono. Los cicloalquilos ilustrativos pueden incluir ciclopentilo, ciclopentilo sustituido, ciclohexilo y ciclohexilo sustituido. El término "arilo" hace referencia a un sustituyente aromático que contiene un anillo aromático o múltiples anillos aromáticos que están condensados de forma conjunta, unidos covalentemente, o ligados a un grupo común tal como un resto metileno o etileno. Grupos arilo más específicos pueden incluir un anillo aromático o dos o tres anillos aromáticos ligados o condensados, por ejemplo, fenilo, naftilo, bifenilo, antraceno o fenantrenilo. Los sustituyentes arilo pueden incluir de 1 átomo de carbono a 20 átomos de carbono. La expresión "que contiene heteroátomo", como en "grupo cicloalquilo que contiene heteroátomo", hace referencia a una molécula o fragmento molecular en el que uno o más átomos de carbono están sustituidos por un átomo diferentes de carbono, por ejemplo, nitrógeno, oxígeno, azufre, fósforo, boro o silicio. De forma similar, el término "heteroarilo" hace referencia a cualquier sustituyente que contenga un heteroátomo. El término "sustituido", como en "arilos sustituidos", hace referencia a una molécula o fragmento molecular en el que al menos un átomo de hidrógeno ligado a un átomo

de carbono está sustituido con uno o más sustituyentes que es/son grupo(s) funcional(es) tal(es) como hidroxilo, alcoxi, alquiltio, fosfino, amino, halo y sililo. Las aminas terciarias ilustrativas pueden incluir trimetilamina, trietilamina, trietanolamina o cualquier mezcla de los mismos. Las aminas terciarias poliméricas ilustrativas pueden incluir poli(N-metilalil amina), poli(N-dimetilvinil amina), copolímeros de N-dimetilvinil amina o cualquier mezcla de los mismos.

5 Los fosfatos ilustrativos pueden ser o incluir fosfato de potasio, fosfato de sodio, fosfato de amonio o cualquier mezcla de los mismos. Los bisulfitos ilustrativos pueden incluir bisulfito de sodio. Los metabisulfitos ilustrativos pueden ser o incluir metabisulfito de sodio, metabisulfito de potasio o una combinación o mezcla de los mismos. Las cianamidas ilustrativas pueden incluir cianamida, cianamida de calcio, hidrógeno cianamida de sodio o cualquier mezcla de los mismos.

15 El catalizador, si se combina con un medio líquido, puede tener una concentración total de sólidos de 0,001 % en peso a un 99,9 % en peso. Por ejemplo, si el catalizador se combina con un medio líquido, la mezcla del catalizador y el medio líquido puede tener una concentración de sólidos de un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, un 1 % en peso, o de un 2 % en peso a un 4 % en peso, un 5 % en peso, un 6 % en peso, un 7 % en peso o un 8 % en peso, basado en el peso combinado del catalizador y el medio líquido.

20 La cantidad de catalizador presente en la composición de aglutinante puede variar de forma amplia. Por ejemplo, la cantidad de catalizador en la composición de aglutinante puede ser de un 0,01 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, un 1 % en peso, o de un 3 % en peso a un 8 % en peso, un 10 % en peso, un 12 % en peso, un 14 % en peso, un 17 % en peso o un 20 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres, donde el catalizador es un componente o parte del precursor de radicales libres. En otro ejemplo, la cantidad de catalizador en la composición de aglutinante puede ser de un 1 % en peso a un 5 % en peso, de un 3 % en peso a un 13 % en peso, de un 0,1 % en peso a un 9 % en peso, de un 1 % en peso a un 7 % en peso, de un 7 % en peso a un 15 % en peso, o de un 0,2 % en peso a un 15 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado y el precursor de radicales libres, donde el catalizador es un componente o parte del precursor de radicales libres. En otro ejemplo, cuando el precursor de radicales libres incluye tanto el catalizador como un oxidante, por ejemplo, un oxidante inorgánico, la cantidad de catalizador en la composición de aglutinante puede ser de un 0,0001 % en peso, un 0,001 % en peso, un 0,01 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,13 % en peso, o de un 0,15 % en peso a un 0,17 % en peso, un 0,2 % en peso, un 0,23 % en peso, un 0,25 % en peso, un 0,27 % en peso, un 0,3 % en peso, un 0,35 % en peso, un 0,4 % en peso, un 0,5 % en peso, un 1 % en peso, un 2 % en peso, un 3 % en peso, un 4 % en peso, un 5 % en peso, un 6 % en peso, un 7 % en peso, un 8 % en peso, un 9 % en peso o un 10 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado, el precursor de radicales libres y el oxidante. En otro ejemplo, la cantidad de catalizador en la composición de aglutinante puede ser de un 0,01 % en peso a un 2 % en peso, de un 0,17 % en peso a un 0,37 % en peso, de un 0,19 % en peso a un 0,31 % en peso, de un 0,2 % en peso a un 0,29 % en peso, de un 0,05 % en peso a un 1,5 % en peso, o de un 0,2 % en peso a un 2 % en peso, de un 0,5 % en peso a un 3,5 % en peso, de un 1,3 % en peso a un 2 % en peso, de un 0,8 % en peso a un 2,4 % en peso, o de un 1,4 % en peso a un 1,7 % en peso, basado en el peso combinado del compuesto insaturado, el precursor de radicales libres y un oxidante.

40 La composición de aglutinante puede tener una viscosidad de 1 cP, 20 cP, 100 cP, 1.000 cP, 5.000 cP, o de 10.000 cP a 50.000 cP, 100.000 cP, 200.000 cP o 300.000 cP a una temperatura de 25 °C. Por ejemplo, la composición de aglutinante puede tener una viscosidad de 20 cP a 50.000 cP, de 500 cP a 25.000 cP, de 15.000 cP a 45.000 cP, o de 3.000 cP a 40.000 cP a una temperatura de 25 °C. La viscosidad de la composición de aglutinante y/o cualquier otra composición comentada y descrita en la presente memoria se puede determinar usando un viscosímetro a una temperatura de 25 °C. Por ejemplo, un viscosímetro apropiado puede ser el modelo de viscosímetro DV-II, disponible en Brookfield Engineering Laboratories, con un pequeño adaptador de muestra, por ejemplo, un husillo del número 3. El pequeño adaptador puede permitir el enfriamiento o calentamiento de la muestra por medio de la camisa de la cámara para mantener la temperatura de la muestra que rodea al husillo en una valor de 25 °C.

50 El pH de la composición de aglutinante puede ser ácido, neutro o básico. Por ejemplo, el pH de la composición de aglutinante puede ser de 0,5, 2, 3 o de 4 a 7, 7,5, 8, 8,5 o 9. Por ejemplo, la composición de aglutinante puede tener un pH de 1,5 a 9, de 2,5 a 7, de 1 a 5, de 5 a 8, o de 3 a 6. El pH de la composición de aglutinante se puede ajustar a cualquier pH deseado por medio de la combinación de uno o más compuestos, uno o más compuestos ácidos, o una combinación de uno o más compuestos de base y uno o más compuestos ácidos.

60 Los compuestos básicos ilustrativos que se pueden usar para ajustar el pH de la composición de aglutinante pueden incluir hidróxidos, carbonatos, amoníaco, aminas o cualquier combinación de los mismos. Los hidróxidos ilustrativos pueden incluir hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de amonio (por ejemplo, amoníaco acuoso), hidróxido de litio, hidróxido de cesio o cualquier mezcla de los mismos. Los carbonatos ilustrativos pueden incluir carbonato de sodio, bicarbonato de sodio, carbonato de potasio, carbonato de amonio o cualquier mezcla de los mismos. Las aminas ilustrativas pueden incluir trimetilamina, trietilamina, trietanolamina, diisopropiletamina (base de Hunig), piridina, 4-dimetilaminopiridina (DMAP), 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octano (DABCO) o cualquier mezcla de los mismos.

65 Los compuestos de ácido ilustrativos que se pueden usar para ajustar el pH de la composición de aglutinante pueden incluir uno o más ácidos minerales, uno o más ácidos orgánicos, una o más sales de ácido, o cualquier mezcla de los

mismos. Los ácidos minerales ilustrativos pueden incluir ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico o cualquier mezcla de los mismos. Los ácidos orgánicos ilustrativos pueden incluir ácido acético, ácido fórmico, ácido cítrico, ácido oxálico, ácido úrico, ácido láctico o cualquier mezcla de los mismos. Las sales de ácido ilustrativas pueden incluir sulfato de amonio, sodio, bisulfato de sodio, metabisulfito de sodio o cualquier mezcla de los mismos.

5 Como se usa en el presente documento, el término "lignocelulosa" hace referencia a un material que incluye lignina y celulosa, hemicelulosa, o una combinación de celulosa y hemicelulosas. Los sustratos de lignocelulosa pueden ser o incluir paja, heno, cáñamo, seda de algodón, trigo, bambú, hierba sabai, paja de arroz, hojas de plátano, morera (por ejemplo, fibra de rafia), hojas de abacá, hojas de piña, hojas de hierba de esparto, fibras del género Hesperaloe de la familia de yute Agavaceae, carrizos de agua salada, hojas de palmera, lino, cáscaras de nuez molidas, maderas duras, maderas blandas, aglomerados reciclados tales como aglomerado de alta densidad, aglomerado de densidad media, aglomerado de baja densidad, tableros de virutas de madera orientadas, tableros de aglomerado, fibras animales (por ejemplo, lana o pelo), productos de papel reciclados (por ejemplo, periódicos, cartón, cajas de cereales y revistas) o cualquier mezcla de los mismos. Las maderas apropiadas incluyen maderas blandas y/o maderas duras. Los tipos ilustrativos de madera pueden incluir aliso, fresno, álamo, tilo americano, haya, abedul, cedro, cerezo, cottonwood, ciprés, olmo, abeto, eucalipto, almez, nogal, arce, roble, pacana, pino, chopo, secoya, sasafrás, picea, sicómoro, nogal, sauce o cualquiera de sus mezclas.

20 El material de partida, a partir del cual pueden estar constituidos o pueden proceder los sustratos de lignocelulosa, se puede conformar, reducir o formar con las dimensiones apropiadas por medio de diversos procesos tales como astillado, trituración, molienda de martillos, desgarro, desmenuzado y/o escamación. Otros procesos para la producción de sustratos pueden incluir biselado, corte, formación de láminas y/o aserrado. Las formas apropiadas de los sustratos de lignocelulosa pueden incluir briquetas, escamas, obleas, fibras, raspaduras, serrín o polvo, chapas discretas o similares. Otros sustratos de lignocelulosa apropiados pueden incluir briquetas de madera, fibras de madera, escamas de madera, hebras de madera, obleas de madera, raspaduras de madera, partículas de madera, chapas discretas de madera o cualquier mezcla de los mismos.

30 La configuración particular de los sustratos puede estar basada, al menos en parte, en el producto deseado. Por ejemplo, las partículas tales como briquetas, fibras, raspaduras, serrín o polvo, o similares se pueden usar para la producción de tableros de aglomerado o tableros de fibras. Los sustratos pueden tener una longitud de 0,05 mm, 0,1 mm, de 0,2 mm a 1 mm, 5 mm, 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm, 50 mm o 100 mm. En otro ejemplo, las chapas discretas, por ejemplo, capas o láminas de madera, se pueden usar para la producción de contrachapado o maderas de chapas discretas laminadas. Las chapas discretas pueden tener un espesor de 0,8 mm, 0,9 mm, 1 mm, de 1,1 mm o 1,2 m a 3 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm, 9 mm o 10 mm.

35 Los sustratos de lignocelulosa pueden un líquido sobre y/o dentro de los sustratos. Por ejemplo, los sustratos de lignocelulosa pueden tener una concentración de líquidos, por ejemplo, un contenido de humedad, de un 1 % en peso, un 2 % en peso, un 3 % en peso, un 4 % en peso, o de un 5 % en peso a un 7 % en peso, un 8 % en peso, un 9 % en peso, un 10 % en peso, un 11 % en peso o un 12 % en peso en peso seco del sustrato de lignocelulosa. En otro ejemplo, los sustratos de lignocelulosa pueden tener una concentración de líquido de un 1 % en peso a un 10 % en peso, de un 2 % en peso a un 4 % en peso, de un 2 % en peso a un 3 % en peso, de un 3 % en peso a un 6 % en peso, de un 5 % en peso a un 10 % en peso, de un 6 % en peso a un 8 % en peso, o de un 4 % en peso a un 9 % en peso. Los sustratos de lignocelulosa pueden ser frescos, por ejemplo, no tratados o secados, o secados y/o tratados. Por ejemplo, los sustratos de lignocelulosa y/o el material de partida a partir del cual proceden los sustratos de lignocelulosa pueden estar al menos parcialmente secos. En otro ejemplo, los sustratos de lignocelulosa se pueden lavar y/o lixiviar con un medio acuoso tal como agua.

50 Volviendo a la mezcla, en una o más realizaciones, los componentes de la composición de aglutinante se pueden añadir independientemente o, se pueden combinar, con los sustratos de lignocelulosa para producir la mezcla o la mezcla resinada. Por ejemplo, el compuesto que tiene dos o más enlaces de carbono-carbono insaturados se puede combinar con los sustratos lignocelulósicos para producir una mezcla intermedia. El precursor de radicales libres se puede combinar con la mezcla intermedia para producir la mezcla o suministro resinado. En otro ejemplo, el precursor de radicales libres se puede combinar con los sustratos de lignocelulosa para producir la mezcla intermedia y el compuesto que tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados se puede combinar con la mezcla intermedia para producir la mezcla o el suministro resinado. En otro ejemplo, el compuesto que tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados y el precursor de radicales libres se pueden combinar, por ejemplo, se pueden añadir a, los sustratos de lignocelulosa simultáneamente para producir la mezcla o suministro resinado. De forma similar, si el precursor de radicales libres incluye dos o más componentes, por ejemplo, un oxidante y un catalizador, el catalizador se puede combinar con los sustratos de lignocelulosa como mezcla con el oxidante, independientemente con los sustratos de lignocelulosa, con el compuesto insaturado, o cualquier combinación del mismo.

60 Los componentes de la mezcla se pueden poner en contacto unos con otros por medio de cualquier método apropiado. Por ejemplo, los sustratos de lignocelulosa pueden estar en un recipiente y el precursor de radicales libres, compuesto insaturado y/o catalizador se pueden pulverizar sobre los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el precursor de radicales libres y el compuesto insaturado se pueden verter o se pueden cepillar sobre los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, los sustratos de lignocelulosa se pueden dirigir, transportar, introducir o desplazar al interior de un

recipiente que ya contiene uno cualquiera o más de otros componentes de la composición de aglutinante. Dicho de otra forma, los sustratos de lignocelulosa se pueden bañar, sumergir o poner en contacto con el precursor de radicales libres, el prepolímero insaturado o cualquier mezcla de los mismos.

5 La cantidad de compuesto insaturado en la mezcla puede variar de forma amplia. Por ejemplo, la cantidad de compuesto insaturado en la mezcla puede ser de un 0,01 % en peso a un 50 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de compuesto insaturado en la mezcla puede ser de un 0,05 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, un 1 % en peso, un 2 % en peso, un 3 % en peso, un 5 % en peso, o de un 7 % en peso a un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso o un 30 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de compuesto insaturado en la mezcla puede ser de un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, un 1 % en peso, un 3 % en peso, o de un 5 % en peso a un 10 % en peso, un 13 % en peso, un 15 % en peso, un 17 % en peso o un 20 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de compuesto insaturado en la mezcla puede ser de un 1 % en peso a un 15 % en peso, de un 5 % en peso a un 15 % en peso, de un 8 % en peso a un 13 % en peso, de un 7 % en peso a un 12 % en peso, o de un 5 % en peso a un 25 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de compuesto insaturado en la mezcla puede ser de al menos un 0,5 % en peso, al menos un 1 % en peso, al menos un 1,5 % en peso, al menos un 2 % en peso, al menos un 2,5 % en peso, al menos un 3 % en peso, al menos un 3,5 % en peso, al menos un 4 % en peso, al menos un 4,5 % en peso, al menos un 5 % en peso, al menos un 5,5 % en peso, al menos un 6 % en peso, al menos un 6,5 % en peso, al menos un 7 % en peso, o de al menos un 7,5 % en peso a un 8 % en peso, un 9 % en peso, un 10 % en peso, un 12 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, un 40 % en peso, un 45 % en peso o un 50 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa.

25 La cantidad de precursor de radicales libres presente en la mezcla puede depender, al menos en parte, de la composición particular del precursor de radicales libres, los sustratos de lignocelulosa y/o el compuesto insaturado particular y, por tanto, puede variar de forma amplia. Por ejemplo, la cantidad de precursor de radicales en la mezcla puede ser de un 0,05 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, o de un 1 % en peso a un 50 % en peso, un 100 % en peso, un 150 % en peso o un 200 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de precursor de radicales en la mezcla puede ser de un 1 % en peso, un 5 % en peso, un 10 % en peso, o de un 20 % en peso a un 80 % en peso, un 100 % en peso, un 120 % en peso o un 150 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el precursor de radicales puede estar presente en la mezcla en una cantidad de un 0,1 % en peso a un 30 % en peso, de un 1 % en peso a un 20 % en peso, de un 5 % en peso a un 50 % en peso, de un 10 % en peso a un 70 % en peso, de un 0,5 % en peso a un 25 % en peso, de un 3 % en peso a un 6 % en peso, o de un 2 % en peso a un 8 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el precursor de radicales puede estar presente en la mezcla en una cantidad de un 0,1 % en peso, de un 10 % en peso, de un 1 % en peso a un 12 % en peso, de un 2 % en peso a un 9 % en peso, de un 3 % en peso a un 9 % en peso, de un 5 % en peso a un 15 % en peso, de un 4 % en peso a un 6 % en peso, de un 8 % en peso a un 20 % en peso, o de un 2 % en peso a un 10 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad del precursor de radicales libres puede estar presente en la mezcla en una cantidad de al menos un 0,1 % en peso, al menos un 0,3 % en peso, al menos un 0,5 % en peso, al menos un 0,7 % en peso, al menos un 1 % en peso, al menos un 1,3 % en peso, al menos un 1,5 % en peso, al menos un 1,7 % en peso, al menos un 2 % en peso, al menos un 2,3 % en peso, o de al menos un 2,5 % en peso a un 5 % en peso, un 7 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, un 40 % en peso, un 45 % en peso, un 50 % en peso, un 60 % en peso, un 70 % en peso, un 80 % en peso, un 90 % en peso, un 100 % en peso, un 120 % en peso, un 140 % en peso o un 100 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa.

50 En al menos una realización específica, el precursor de radicales libres puede ser o incluir un oxidante inorgánico, y la cantidad de oxidante inorgánico en la mezcla puede ser un 0,05 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,5 % en peso, o de un 1 % en peso a un 50 % en peso, un 100 % en peso, un 150 % en peso o un 200 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el oxidante inorgánico puede estar presente en la mezcla en una cantidad de 1 % en peso, un 5 % en peso, un 10 % en peso, o de un 20 % en peso a un 80 % en peso, un 100 % en peso, un 120 % en peso o un 150 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el oxidante inorgánico puede estar presente en la mezcla en una cantidad de un 0,1 % en peso a un 30 % en peso, de un 1 % en peso a un 20 % en peso, de un 5 % en peso a un 50 % en peso, de un 10 % en peso a un 70 % en peso, de un 0,5 % en peso a un 25 % en peso, de un 3 % en peso a un 6 % en peso, o de un 2 % en peso a un 8 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el oxidante inorgánico puede estar presente en la mezcla en una cantidad de un 0,1 % en peso a un 10 % en peso, de un 1 % en peso a un 12 % en peso, de un 2 % en peso a un 9 % en peso, de un 3 % en peso a un 9 % en peso, de un 5 % en peso a un 15 % en peso, de un 4 % en peso a un 6 % en peso, de un 8 % en peso a un 20 % en peso, o de un 2 % en peso a un 10 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, el oxidante inorgánico puede estar presente en la mezcla en una cantidad de al menos un 0,1 % en peso, al menos un 0,3 % en peso, al menos un 0,5 % en peso, al menos un 0,7 % en peso, al menos un 1 % en peso, al menos un 1,3 % en peso, al menos un 1,5 % en peso, al menos un 1,7 % en peso, al menos un 2 % en peso, al menos un 2,3 % en peso, o de al menos un 2,5 % en peso a un 5 % en peso, un 7 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, un 40 % en peso, un 45 % en peso, un 50 % en peso, un 60 % en peso, un 70 %

en peso, un 80 % en peso, un 90 % en peso, un 100 % en peso, un 120 % en peso, un 140 % en peso o un 100 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En al menos una realización específica, el oxidante inorgánico puede ser agua oxigenada.

5 La cantidad de catalizador o catalizador de precursor de radicales libres, si está presente en la mezcla, por ejemplo, como componente del precursor de radicales libres, puede variar de forma amplia. Por ejemplo, la cantidad de catalizador en la mezcla puede ser de un 0,00001 % en peso, un 0,0001 % en peso, un 0,001 % en peso, un 0,01 % en peso, un 0,05 % en peso, un 0,07 % en peso, un 0,1 % en peso, un 0,11 % en peso, un 0,12 % en peso, un 0,13 % en peso, un 0,14 % en peso, o de un 0,15 % en peso a un 0,25 % en peso, un 0,27 % en peso, un 0,3 % en peso, 10 un 0,33 % en peso, un 0,35 % en peso, aproximadamente un 0,37 % en peso, un 0,4 % en peso, un 0,43 % en peso, un 0,45 % en peso, un 0,47 % en peso, un 0,5 % en peso, un 0,6 % en peso, un 0,7 % en peso, un 0,8 % en peso, un 0,9 % en peso, un 1 % en peso, un 2 % en peso, un 3 % en peso, un 4 % en peso, un 5 % en peso o un 6 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de catalizador en la mezcla puede ser de un 0,01 % en peso a un 1,5 % en peso, de un 0,1 % en peso a un 1,3 % en peso, de un 0,05 % en peso a un 0,5 % en peso, o de un 0,07 % en peso a un 0,4 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de catalizador en la mezcla puede ser de un 0,001 % en peso a un 0,5 % en peso, de un 0,15 % en peso a un 0,35 % en peso, de un 0,1 % en peso a un 0,4 % en peso, de un 0,1 % en peso a un 2 % en peso, de un 0,05 % en peso a un 3 % en peso, o de un 0,05 % en peso a un 0,35 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa.

20 El pH de la mezcla puede ser ácido, neutro o básico. Por ejemplo, el pH de la mezcla puede ser de 0,5, 2, 3 o de 4 a 7, 7,5, 8, 8,5 o 9. Por ejemplo, la mezcla puede tener un pH de 1,5 a 9, de 2,5 a 7, de 1 a 5, de 5 a 8, o de 3 a 6. El pH de la mezcla se puede ajustar a cualquier valor de pH deseado por medio de la combinación de uno o más compuestos de base y/o uno o más compuestos ácidos. Los compuestos básicos apropiados y/o los compuestos 25 ácidos pueden incluir los comentados y descritos anteriormente y en algún otro punto de la presente memoria.

Opcionalmente, se pueden combinar una o más sales con los sustratos de lignocelulosa, el precursor de radicales libres, el catalizador, el prepolímero insaturado y/o la composición de aglutinante. La cantidad de sal en la mezcla, si existe, puede ser de un 1 % en peso, un 2 % en peso, o de un 3 % en peso a un 10 % en peso, un 20 % en peso o un 30 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa. Los cationes metálicos ilustrativos incluyen Al, Ca, K, Na, Cu, Zn, Mg, Mn, Ba y/o cationes de Li. Los aniones apropiados incluyen carbonatos, cloruros, nitratos, silicatos, acetatos, formiatos, sulfatos, fosfatos y/u otras formas. Las sales ilustrativas pueden incluir, por ejemplo, 30 carbonato de calcio y/o nitrato de sodio.

35 Si uno o más de los componentes comentados y descritos en la presente memoria incluyen dos o más compuestos diferentes, los dos o más compuestos diferentes pueden estar presentes en cualquier relación uno con respecto al otro. Dicho de otra forma, si la mezcla incluye un primer y segundo tipo de sustrato de lignocelulosa, catalizador, el precursor de radicales libres y/o el prepolímero insaturado, la cantidad de primero y segundo componentes puede estar presente en cualquier relación deseada. Por ejemplo, si el precursor de radicales libres incluye un primer 40 precursor de radicales libres y un segundo precursor de radicales libres, la mezcla puede tener una composición de precursor de radicales libres que incluya el primer precursor de radicales libre en una cantidad de un 1 % en peso a un 99 % en peso, y por el contrario, de un 99 % en peso a un 1 % en peso del segundo precursor de radicales libres, basado en el peso total del primer y segundo precursores de radicales libres. En otro ejemplo, la cantidad del primer precursor de radicales libre puede ser de un 5 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, un 20 % en peso, un 45 25 % en peso, un 30 % en peso, un 35 % en peso, un 40 % en peso, o de un 45 % en peso a un 60 % en peso, un 65 % en peso, un 70 % en peso, un 75 % en peso, un 80 % en peso, un 85 % en peso, un 90 % en peso o un 95 % en peso, basado en el peso total del primer y segundo precursores de radicales libres.

50 La mezcla se puede calentar para generar el producto de composite que contiene lignocelulosa o el "producto de composite". Por ejemplo, la mezcla se puede calentar a una temperatura de 60 °C, 90 °C, 120 °C, 150 °C o de 160 °C a 170 °C, 200 °C, 230 °C, 260 °C o 300 °C para generar el producto de composite. En otro ejemplo, la mezcla se puede calentar a una temperatura de al menos 60 °C, al menos 70 °C, al menos 80 °C, al menos 90 °C, al menos 100 °C, al menos 110 °C, al menos 120 °C, al menos 130 °C o al menos de 140 °C a 150 °C, 155 °C, 160 °C, 165 °C, 170 °C, 180 °C, 200 °C, 225 °C, 250 °C, 275 °C o 300 °C. En otro ejemplo, la mezcla se puede calentar a una 55 temperatura de 140 °C a 200 °C, de 155 °C a 175 °C, de 160 °C a 210 °C, de 160 °C a 175 °C o de 145 °C a 225 °C.

En una o más realizaciones, la mezcla se puede calentar al aire. En una o más realizaciones, la mezcla se puede calentar en una atmósfera que es inerte o no reactiva con la mezcla o una atmósfera sustancialmente inerte. Si la mezcla se calienta en una atmósfera sustancialmente inerte, la cantidad de oxígeno puede ser de menos de un 5 % en moles, menos de un 3 % en moles, menos de un 1 % en moles, menos de un 0,5 % en moles, menos de un 0,1 % en moles de oxígeno. Los gases inertes apropiados pueden incluir nitrógeno, argón o una mezcla de los mismos.

65 El calentamiento de la mezcla puede provocar o favorecer el curado al menos parcial de la mezcla para producir el producto de composite. Como se usa en el presente documento, se pretende que los términos y expresiones "curado", "al menos parcialmente curado", y términos y expresiones similares hagan referencia al cambio estructural y/o morfológico que tiene lugar en la mezcla, tal como por medio de reacción química covalente (reticulación), interacción

iónica o agregación, transformación de fase o inversión y/o enlace de hidrógeno cuando se somete la mezcla a condiciones suficientes, por ejemplo, se calienta de forma suficiente, para provocar las propiedades de un sustrato poroso, flexible, tal como una manta o malla no tejida o de sustratos de lignocelulosa y/o un sustrato rígido o semi-rígido, tal como madera u otra lámina o cartón que contiene lignocelulosa, a la cual se ha aplicado una cantidad efectiva de la composición de aglutinante, a modificar.

Cuando se calienta la mezcla, ésta puede contener al menos una parte del precursor de radicales libres inicialmente añadido y presente en la mezcla. Dicho de otra forma, al menos una parte del precursor de radicales libres puede permanecer sin reaccionar o, de lo contrario, en la misma forma que cuando se combina con los componentes adicionales de la mezcla. Por ejemplo, si el precursor de radicales libres incluye uno o más oxidantes, por ejemplo, agua oxigenada ( $H_2O_2$ ), al menos una parte del oxidante en forma de agua oxigenada puede estar presente cuando se inicia o comienza el calentamiento de la mezcla. En una o más realizaciones, la mezcla puede contener al menos un 1 %, al menos el 5 %, al menos un 10 %, al menos el 11 %, al menos el 13 %, al menos el 15 %, al menos el 20 %, al menos el 25 %, al menos el 30 %, al menos el 35 %, al menos el 40 %, al menos el 45 %, al menos el 50 %, al menos el 55 %, al menos el 60 %, al menos un 65 % o al menos un 70 % de la cantidad total del precursor de radicales libres inicialmente presente en la mezcla, por ejemplo, la cantidad total de precursor de radicales libres combinado con la pluralidad de sustratos de lignocelulosa y el uno o más compuestos que tienen dos o más enlaces carbono-carbono insaturados, cuando se calienta la mezcla. En otro ejemplo, la mezcla puede contener de 1 % a un 100 %, de un 11 % a un 95 %, de un 15 % a un 85 %, de un 20 % a un 90 %, de un 30 % a un 80 %, de un 11 % a un 100 %, de un 35 % a un 75 %, de un 40 % a un 70 %, de un 50 % a un 70 %, de un 60 % a un 80 %, de un 65 % a un 85 % o de un 30 % a un 95 % de la cantidad total del precursor de radicales libres inicialmente presente en la mezcla cuando se calienta la mezcla. En al menos un ejemplo específico, si la mezcla puede incluir un 5 % en peso de precursor de radicales libres, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa cuando se forma inicialmente la mezcla y cuando se calienta la mezcla a una temperatura de 60 °C o más, al menos un 11 % del precursor de radicales libres puede estar presente en la mezcla. Dicho de otra forma, si la mezcla contiene un 5 % en peso de uno o más precursores de radicales libres, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa, tras la preparación o formación de la mezcla, cuando se comienza o inicia el calentamiento, la mezcla puede tener una concentración de precursor de radicales libres de al menos un 11 % de 5 % en peso inicial o un 0,55 % en peso, basado en el peso seco de los sustratos de lignocelulosa.

En una o más realizaciones, la cantidad de uno o más precursores de radicales libres presentes cuando se calienta la mezcla, por ejemplo, hasta una temperatura de 60 °C a 300 °C, puede ser de al menos un 0,5 % en peso, al menos un 0,7 % en peso, al menos un 1 % en peso, al menos un 1,2 % en peso, al menos un 1,5 % en peso, al menos un 1,7 % en peso, al menos un 2 % en peso, al menos un 2,2 % en peso, al menos un 2,5 % en peso, al menos un 2,7 % en peso, al menos un 3 % en peso, al menos un 3,2 % en peso, al menos un 3,5 % en peso, al menos un 3,7 % en peso, al menos un 4 % en peso, al menos un 4,2 % en peso, al menos un 4,5 % en peso, al menos un 4,7 % en peso o al menos un 5 % en peso, basado en el peso seco de la pluralidad de los sustratos de lignocelulosa. Por ejemplo, la cantidad de uno o más precursores de radicales libres presentes cuando se calienta la mezcla puede ser de un 1 % en peso, un 1,5 % en peso, un 1,6 % en peso, un 1,8 % en peso, o de un 2,1 % en peso a más de un 5 % en peso, un 7 % en peso, un 10 % en peso, un 15 % en peso, 20 % en peso o más, basado en el peso seco de la pluralidad de los sustratos de lignocelulosa. En otro ejemplo, la cantidad de uno o más precursores de radicales libres presentes cuando se calienta la mezcla puede ser de un 1 % en peso a un 10 % en peso, de un 1,5 % en peso a un 7 % en peso, de un 2 % en peso a un 6 % en peso, de un 2,5 % en peso a un 8 % en peso, de un 3 % en peso a un 5,5 % en peso, de un 4 % en peso a un 6,5 % en peso, de un 2,2 % en peso a un 11 % en peso, o de un 2,3 % en peso a un 6,3 % en peso, basado en el peso seco de la pluralidad de los sustratos de lignocelulosa.

La mezcla se puede calentar tan pronto como se forma la mezcla. La mezcla se puede mantener, a una temperatura menor de 60 °C durante un período de tiempo antes del calentamiento de la mezcla a una temperatura de al menos 60 °C. Al menos una forma de reacción exotérmica entre los componentes de la mezcla se puede ralentizar y/o evitar sustancial y/o significativamente, de manera que la mezcla no aumenta significativamente de temperatura hasta poder llevar a cabo el calentamiento de la misma, con el fin de seleccionar un precursor de radicales libres o mezcla de precursores de radicales libres. En otras palabras, la temperatura de la mezcla, sin calentamiento externo dirigido a la mezcla, puede permanecer libre o sustancialmente libre del desarrollo de una exoterma mediante la selección apropiada de un precursor(es) de radicales libres. La temperatura particular de la mezcla durante el período de tiempo antes del calentamiento puede depender, al menos en parte, de la temperatura ambiental donde se ubica la mezcla. En una o más realizaciones, la mezcla se puede mantener a una temperatura de menos de 60 °C sin ninguna retirada intencionada de calor a partir de la misma. En una o más realizaciones, la mezcla se puede mantener a una temperatura de menos de 60 °C sin ninguna retirada de calor a partir de la misma, por ejemplo, la mezcla se puede ubicar dentro de un dispositivo de refrigeración y/o un fluido refrigerado, tal como se puede dirigir aire enfriado hacia la mezcla y/o se puede hacer pasar a través de la misma. En una o más realizaciones, la mezcla se puede mantener a una temperatura menor de 60 °C por medio del control o ajuste de la concentración de agua de la mezcla. Por ejemplo, el aumento de la concentración de agua de la mezcla puede reducir, inhibir o evitar que la mezcla experimente una reacción exotérmica.

Antes del calentamiento de la mezcla hasta una temperatura de al menos 60 °C, la mezcla se puede mantener a una temperatura menor de 60 °C, menor de 55 °C, menor de 50 °C, menor de 45 °C, menor de 40 °C, menor de 35 °C o

menor de 30 °C durante al menos 10 minutos, al menos 13 minutos, al menos 15 minutos, al menos 17 minutos, al menos 20 minutos, al menos 23 minutos, al menos 25 minutos, al menos 27 minutos, al menos 30 minutos, al menos 33 minutos, al menos 35 minutos, al menos 37 minutos, al menos 40 minutos, al menos 43 minutos, al menos 45 minutos, al menos 47 minutos, al menos 50 minutos, al menos 53 minutos, al menos 55 minutos, al menos 57 minutos o al menos 60 minutos. Por ejemplo, la mezcla se puede mantener a una temperatura menor de 60 °C durante al menos 10 minutos a 30 minutos, al menos 15 minutos a 35 minutos, al menos 20 minutos a 40 minutos, al menos 18 minutos a 45 minutos, o al menos 15 minutos a 40 minutos antes del calentamiento de la mezcla a una temperatura de al menos 60 °C. En otro ejemplo, la mezcla se puede mantener a una temperatura menor de 60 °C durante al menos a 10 minutos, 30 minutos, 45 minutos, 1 hora, 2 horas, 3 horas, 5 horas, 12 horas, 18 horas, 24 horas o 30 horas antes del calentamiento de la mezcla a una temperatura de al menos 60 °C.

Antes del calentamiento de la mezcla hasta una temperatura de al menos 60 °C, la cantidad de energía generada a partir de la mezcla debido a reacción(es) exotérmica(s) entre los componentes de la mezcla puede ser menor de 20 cal/g de la mezcla, menor de 18 cal/g de la mezcla, menor de 16 cal/g de la mezcla, menor de 15 cal/g de la mezcla, menor de 14 cal/g de la mezcla o menor de 13,8 cal/g de la mezcla. Por ejemplo, antes del calentamiento de la mezcla hasta una temperatura de al menos 60 °C, la cantidad de energía generada a partir de la mezcla debido a reacción(es) exotérmica(s) entre los componentes de la mezcla puede ser menor de 14 cal/g, menor de 13,5 cal/g, menor de 13 cal/g, menor de 12,5 cal/g, menor de 12 cal/g, menor de 11,5 cal/g, menor de 11 cal/g, menor de 10,5 cal/g, menor de 10 cal/g, menor de 9,5 cal/g, menor de 9 cal/g, menor de 8,5 cal/g, menor de 8 cal/g, menor de 7,5 cal/g, menor de 7 cal/g, menor de 6,5 cal/g, menor de 6 cal/g, menor de 5,5 cal/g, menor de 5 cal/g, menor de 4,5 cal/g, menor de 4 cal/g, menor de 3,5 cal/g, menor de 3 cal/g, menor de 2,5 cal/g, menor de 2 cal/g, menor de 1,5 cal/g, menor de 1 cal/g o menor de 0,5 cal/g de la mezcla.

Los productos de composite ilustrativos comentados y descritos en la presente memoria pueden incluir tableros de aglomerado, tableros de fibras tales como tableros de fibras de densidad media (MDF) y/o tableros de fibras de alta densidad (HDF), contrachapado tales como contrachapado de madera dura y/o contrachapado de madera blanda, tableros de virutas de madera orientadas (OSB), maderas de chapas discretas laminadas (*laminated veneer lumber*, LVL), tableros de chapas discretas laminadas (*laminated veneer boards*, LVB) o pavimentos de madera sometidos a estudio técnico. Los productos de composite con forma de panel, lámina, tablero o similar pueden estar en forma de un prisma rectangular que incluye seis superficies externas, por ejemplo, tres pares de superficies que miran en sentido opuesto. El primer par de superficies que miran en sentido opuesto del producto de composite pueden incluir una primera superficie "superior" y una segunda superficie opuesta o "inferior". El segundo y tercer pares de superficies que miran en sentido opuesto del producto de composite se pueden denominar "superficies laterales" que tienen un área superficial menor que el área superficial de la primera y segunda superficies. Como tal, los productos de composite con forma de panel, lámina, tablero o similares pueden tener un espesor diverso, donde el espesor promedio es la longitud o distancia entre la primera y segunda superficies.

Si el producto de composite está en forma de panel, lámina, tablero o similar, la mezcla se puede calentar durante un tiempo de 5 segundos por milímetro (s/mm), 10 s/mm, 12 s/mm o de 15 s/mm a 17 s/mm, 19 s/mm, 21 s/mm, 23 s/mm, 25 s/mm, 27 s/mm, 30 s/mm, 35 s/mm, 40 s/mm, 50 s/mm o 60 s/mm, donde la longitud hace referencia al espesor medio del producto de composite. Por ejemplo, la mezcla se puede calentar durante un tiempo de 7 s/mm a 27 s/mm, de 9 s/mm a 24 s/mm, de 11 s/mm a 22 s/mm, de 8 s/mm a 20 s/mm, de 14 s/mm a 18 s/mm, de 6 s/mm a 14 s/mm, de 10 s/mm a 18 s/mm, o de 10 s/mm a 16 s/mm, donde la longitud hace referencia al espesor medio del producto de composite. En otro ejemplo, la mezcla se puede calentar durante un tiempo menor de 22 s/mm, menor de 20 s/mm, menor de 18 s/mm, menor de 17 s/mm, menor de 16 s/mm, menor de 15 s/mm, menor de 14 s/mm, menor de 13 s/mm o menor de 12 s/mm, donde la longitud hace referencia al espesor medio del producto de composite. En un ejemplo específico, un producto de composite en forma de panel, lámina, tablero o similar y que tiene un espesor de 15 mm y sometido a un tiempo de calentamiento total de 4 minutos correspondería al calentamiento de la mezcla durante 16 s/mm. En al menos un ejemplo específico, la mezcla se puede calentar a una temperatura de 160 °C a 170 °C durante un tiempo de 13 s/mm a 19 s/mm.

Opcionalmente, se puede aplicar presión a la mezcla antes, durante y/o después de calentar la mezcla para generar el producto de composite. Por ejemplo, si la forma del producto de composite deseado o estructura es un panel, lámina, tablero o similar, una cantidad de mezcla suficiente para generar un producto de composite de tamaño deseado, se puede transportar, dirigir, colocar, introducir, disponer o ubicar dentro de una prensa capaz de comprimir la mezcla antes de que ésta se caliente y/o cuando la mezcla se calienta. La prensa puede ser una prensa abierta o una prensa cerrada. En al menos una realización específica, se puede usar una prensa abierta para comprimir la mezcla cuando ésta se calienta, por ejemplo, a una temperatura de 100 °C a 250 °C. En otro ejemplo, la mezcla se puede someter a extrusión a través de una boquilla (proceso de extrusión) y se puede calentar para generar el producto de composite. La mezcla se puede comprimir a presión de 0,5 MPa, 1 MPa, 3 MPa o de 5 MPa a 7 MPa, 9 MPa u 11 MPa.

Prensas abiertas ilustrativas pueden ser como se comenta y describe en las patentes de Estados Unidos Nos: 4.017.248; 5.337.655; 5.611.269; 5.950.532; 6.098.532; y 6.782.810. De manera adecuada, comercialmente disponibles, las prensas abiertas incluyen la prensa CONTIROLL® disponible en Siempelkamp y la prensa CPS disponible en Dieffenbacher.

El producto de composite puede tener una densidad de 0,5 g/cm<sup>3</sup>, 0,55 g/cm<sup>3</sup>, 0,6 g/cm<sup>3</sup>, 0,63 g/cm<sup>3</sup>, 0,65 g/cm<sup>3</sup>, 0,67 g/cm<sup>3</sup>, o de 0,7 g/cm<sup>3</sup> a 0,75 g/cm<sup>3</sup>, 0,77 g/cm<sup>3</sup>, 0,8 g/cm<sup>3</sup>, 0,83 g/cm<sup>3</sup>, 0,85 g/cm<sup>3</sup>, 0,88 g/cm<sup>3</sup>, 0,9 g/cm<sup>3</sup>, 0,93 g/cm<sup>3</sup>, 0,95 g/cm<sup>3</sup>, 0,97 g/cm<sup>3</sup>, 1 g/cm<sup>3</sup>, 1,05 g/cm<sup>3</sup>, 1,1 g/cm<sup>3</sup>, o 1,2 g/cm<sup>3</sup>. Por ejemplo, el producto de composite puede tener una densidad de 0,5 g/cm<sup>3</sup> a 1 g/cm<sup>3</sup>, de 0,7 g/cm<sup>3</sup> a 0,75 g/cm<sup>3</sup>, de 0,65 g/cm<sup>3</sup> a 0,85 g/cm<sup>3</sup>, de 0,65 g/cm<sup>3</sup> a 0,8 g/cm<sup>3</sup>, de 0,67 g/cm<sup>3</sup> a 0,77 g/cm<sup>3</sup>, o de 0,64 g/cm<sup>3</sup> a 0,8 g/cm<sup>3</sup>. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,88 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,85 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,83 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,8 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,79 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,78 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,77 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,76 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,75 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,74 g/cm<sup>3</sup>, o menor de 0,73 g/cm<sup>3</sup> y al menos 0,5 g/cm<sup>3</sup>, al menos 0,55 g/cm<sup>3</sup>, al menos 0,6 g/cm<sup>3</sup>, al menos 0,65 g/cm<sup>3</sup> o al menos 0,7 g/cm<sup>3</sup>.

El producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de 0,1 MPa, 0,2 MPa, 0,3 MPa, 0,35 MPa, 0,4 MPa, 0,5 MPa, 0,6 MPa, 0,7 MPa, 0,8 MPa, 0,9 MPa, 1 MPa o de 1,1 MPa a 1,5 MPa, 2 MPa, 2,5 MPa, 3 MPa, 3,5 MPa, 4 MPa o 5 MPa. Por ejemplo, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de 0,35 MPa 5,5 MPa, de 0,4 MPa a 4,6 MPa, de 0,48 MPa a 3,8 MPa, de 0,6 MPa a 3,2 MPa, de 0,8 MPa a 2,6 MPa, o de 0,5 MPa a 2,1 MPa. En otro ejemplo, El producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de 0,5 MPa 2 MPa, de 0,6 MPa a 1,6 MPa, de 1 MPa a 1,7 MPa, de 0,6 MPa a 1,2 MPa, o de 0,55 MPa a 1,5 MPa. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,3 MPa, al menos 0,33 MPa, al menos 0,35 MPa, al menos 0,38 MPa, al menos 0,41 MPa, al menos 0,45 MPa, al menos 0,48 MPa, al menos 0,51 MPa, al menos 0,55 MPa, al menos 0,58 MPa, al menos 0,62 MPa, al menos 0,65 MPa, al menos 0,69 MPa, al menos 0,72 MPa, al menos 0,76 MPa o al menos 0,79 MPa. La fuerza interna de enlace para cada ejemplo se puede determinar de acuerdo con el procedimiento de ensayo proporcionado en ASTM D1037-06a.

En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,4 MPa y puede contener un 3 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,4 MPa y puede contener al menos un 3 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,4 MPa y puede contener un 3 % en peso o menos del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de 0,5 MPa y puede contener un 3,5 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,5 MPa y puede contener al menos un 3,5 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,5 MPa y puede contener un 3,5 % en peso o menos del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,6 MPa y puede contener un 4 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,6 MPa y puede contener un 4 % en peso o menos del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,8 MPa y puede contener un 6 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,8 MPa y puede contener un 6 % en peso o menos del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,85 MPa y puede contener un 6 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 0,85 MPa y puede contener un 6 % en peso o menos del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 1,1 MPa y puede contener un 8 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 1,1 MPa y puede contener al menos un 8 % en peso del compuesto insaturado. En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una fuerza interna de enlace de al menos 1,1 MPa y puede contener un 8 % en peso o menos del compuesto insaturado.

En una o más realizaciones, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,8 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,79 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,78 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,77 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,76 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,75 g/cm<sup>3</sup>, menor de 0,74 g/cm<sup>3</sup>, o menor de 0,73 g/cm<sup>3</sup> y una fuerza interna de enlace de al menos 0,35 MPa, al menos 0,4 MPa, al menos 0,48 MPa, al menos 0,51 MPa, al menos 0,55 MPa, al menos 0,58 MPa, al menos 0,62 MPa, al menos 0,65 MPa o al menos 0,690 MPa. En al menos un ejemplo específico, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,8 g/cm<sup>3</sup> y una fuerza interna de enlace de al menos 0,48 MPa. En al menos otro ejemplo específico, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,8 g/cm<sup>3</sup> y una fuerza interna de enlace de al menos 0,69 MPa. En al menos otro ejemplo específico, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,73 g/cm<sup>3</sup> y una fuerza interna de enlace de al menos 0,48 MPa. En otro ejemplo, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,73 g/cm<sup>3</sup> y una fuerza interna de enlace de al menos 0,58 MPa. En otro ejemplo, el producto de composite puede tener una densidad menor de 0,77 g/cm<sup>3</sup> y una fuerza interna de enlace de al menos 0,58 MPa.

Los productos de composite tales como tableros de aglomerado, tableros de fibras, contrachapado y tableros de virutas de madera orientadas, pueden tener un espesor promedio de 1,5 mm, 5 mm, o de 10 mm a 30 mm, 50 mm, 100 mm,

200 mm, o 300 mm. Los productos de composite tales como tableros de aglomerado, tableros de fibras, contrachapado y tableros de virutas de madera orientadas pueden tener una longitud de 0,1 m, 0,5 m, 1 m, 1,2 m, 1,8 m, 2,4 m, 3 m o 3,6 m. Los productos de composite también pueden tener una anchura de 0,1 m, 0,5 m, 1 m, 1,2 m, 1,8 m, 2,4 m o 3 m.

5 Las mezclas comentadas y descritas en la presente memoria pueden estar libres o esencialmente libres de formaldehído para su uso en la producción de productos de composite, por ejemplo, productos de madera tales como tableros de aglomerado y contrachapado. Como se usa en el presente documento, la expresión "esencialmente libre de formaldehído" significa que la mezcla no incluye o contiene ningún formaldehído añadido intencionadamente o  
10 compuestos que puedan descomponerse, reaccionar o formar formaldehído. Dicho de otra forma, la expresión "esencialmente libre de formaldehído" significa que la mezcla no contiene formaldehído o compuestos que puedan formar formaldehído, pero puede incluir formaldehído presente como impureza. En consecuencia, dependiendo del(de los) aldehído(s) multifuncional(es) usado(s) para producir las mezclas comentadas y descritas en la presente memoria, se puede hacer referencia a la mezcla como "sin formaldehído añadido" o mezcla "NAF".

15 Los productos de composite comentados y descritos en la presente memoria pueden exhibir un bajo nivel de emisión de formaldehído. Un ensayo apropiado para determinar la emisión de formaldehído a partir de un producto de composite puede incluir ASTM D6007-02 y AST E1333-10. Por ejemplo, los productos de composite pueden exhibir una emisión de formaldehído de cero. En otro ejemplo, los productos de formaldehído pueden exhibir una emisión de  
20 formaldehído de menos de 1 parte por millón (ppm), menos de 0,9 ppm, menos de 0,08 ppm, menos de 0,07 ppm, menos de 0,06 ppm, menos de 0,05 ppm, menos de 0,04 ppm, menos de 0,03 ppm, menos de 0,02 ppm, menos de 0,01 ppm o menos de 0,005 ppm.

25 El producto de composite puede cumplir o exceder las normas de emisión de formaldehído requeridas por California Air Resources Board (CARB) Fase 1 (menos de 0,1 partes por millón "ppm" de formaldehído para tableros de aglomerado) y Fase 2 (menos de 0,09 ppm de formaldehído para tableros de aglomerado). Los productos de composite comentados y descritos en la presente memoria también pueden cumplir o exceder las normas de emisión de formaldehído requeridas por la JIS/JAS F\*\*\* Japonesa (no supera 0,5 mg/l de formaldehído para tableros de aglomerado), JIS/JAS F\*\*\*\* Japonesa (no supera 0,3 mg/l de formaldehído para tableros de aglomerado), normas E1  
30 Europea y E2 Europea.

### Ejemplos

35 Con el fin de proporcionar una mejor comprensión de la discusión anterior, se presentan los siguientes ejemplos no limitantes. Aunque los ejemplos pueden ir destinados a realizaciones específicas, no deben interpretarse como limitantes de la invención en modo alguno. Todas las partes, proporciones y porcentajes están en peso, a menos que se indique lo contrario.

40 Se prepararon seis prepolímeros insaturados (Prepolímeros A-F) y paneles de tableros de aglomerado con prepolímeros insaturados como parte de la composición de aglutinante. Más particularmente, Se usaron los prepolímeros A-F para preparar paneles de tableros de aglomerado de los Ejemplos 1-2, 3-4, 5-6, 7-9, 10-13 y 14-15, respectivamente. Se usaron todos los prepolímeros en 24 horas desde la síntesis.

45 Se sintetizó el prepolímero A partir de pentaeritritol y anhídrido maleico. Se añadieron anhídrido maleico (205,8 g, 2,1 moles, adquirido en Across) y pentaeritritol (95,2 g, 0,7 moles, adquirido en Acros) a un matraz de fondo redondo de 3 bocas de 500 ml equipado con un agitador magnético, un termopar y un condensador de reflujo. Se calentó la mezcla de reaccionantes desde temperatura ambiente hasta 60 °C y transcurridos 30 minutos se aumentó la temperatura a 120 °C. Se agitó la mezcla de reacción a 120 °C durante 1 horas y la mezcla de reaccionantes se volvió gradualmente en una solución de color amarillo claro. Se enfrió la mezcla de reacción al aire hasta menos de 100 °C y se añadió  
50 agua para preparar una solución al 75 % en peso. El análisis de RMN <sup>13</sup>C del polímero (no diluido en agua) mostró que no había pentaeritritol libre, pentaeritritol monosustituido 1,4 %, pentaeritritol disustituido 13,3 %, pentaeritritol trisustituido 44,4 % y pentaeritritol tetrasustituido 41,1 %.

Se sintetizó el prepolímero B a partir de glicerol y ácido itacónico. Se añadieron ácido itacónico (800 g, 6,15 moles, muestra de Cargill), glicerol (800, 8,69 moles, adquirido en Aldrich), Fascat 4201 (1,6 g, de Archema Inc.) e hidroquinona (1,6 g de Aldrich) a un reactor de vidrio de 1 l equipado con un agitador mecánico, un termopar, una trampa para humedad con una válvula de tres vías y un condensador de reflujo de conducto frío. Se llevó a cabo la reacción bajo purga constante de nitrógeno. Durante el transcurso de 1 hora, se calentó la mezcla de reacción desde temperatura ambiente hasta 182 °C cuando el agua comenzó a recogerse en la trampa para humedad. Se calentó la mezcla de reacción durante la hora siguiente a 202 °C momento en el que se había recogido 174,5 g de agua condensada. Se colocó el reactor de vidrio en un baño de hielo y se enfrió a menos de 100 °C. Tras el enfriamiento a menos de 100 °C, se mezclaron 533 g de solución acuosa de agua oxigenada al 50 % (adquirida en Degussa) con el producto de reacción enfriado. El producto, prepolímero B, se almacenó en un recipiente de plástico.

Se sintetizó el prepolímero C a partir de glicerol y anhídrido maleico. Se añadieron anhídrido maleico (645 g, 6,58 moles, adquirido en Fisher), glicerol (855 g, 9,3 moles, adquirido en Aldrich), Fascat 4201 (1,5 g, adquirido en Archema Inc.) e hidroquinona (1,5 g adquirida en Aldrich) a un reactor de vidrio de 1 l equipado con un agitador mecánico, un termopar, una trampa para humedad con una válvula de tres vías y un condensador de reflujo de conducto frío. Durante el transcurso de 20 minutos, se calentó la mezcla de reacción desde temperatura ambiente hasta 72 °C, período durante el cual el anhídrido maleico se fundió. Cuando la temperatura de la reacción alcanzó 72 °C, se retiró la manta calefactora y se permitió que la reacción experimentara la exoterma desde 72 °C a 115 °C. Cuando la temperatura alcanzó 115 °C, se sustituyó la manta calefactora y se calentó la mezcla de reacción a 158 °C cuando el agua comenzó a recogerse en la trampa para humedad. Se calentó la mezcla de reacción a 206 °C, momento en el que se habían recogido 98,1 g de agua condensada. Se colocó el reactor de vidrio en un baño de hielo y se enfrió a menos de 100 °C. Tras el enfriamiento a menos de 100 °C, se mezclaron 118 g de agua con el producto de reacción enfriado para rebajar la viscosidad de la solución. El producto, Prepolímero C, se almacenó en un recipiente de plástico.

Se sintetizó el prepolímero D a partir de glicerol y anhídrido maleico. Se añadieron anhídrido maleico (783 g, 8 moles, adquirido en Fisher), glicerol (734 g, 8 moles, adquirido en Aldrich), y Fascat 4201 (1,5 g, de Archema Inc.) a un reactor de vidrio de 1 l equipado con un agitador mecánico, un termopar, una trampa para humedad con una válvula de tres vías y un condensador de reflujo de conducto frío. Durante el transcurso de 20 minutos, se calentó la mezcla de reacción desde temperatura ambiente hasta 80 °C, período durante el cual el anhídrido maleico se fundió. Cuando la temperatura de la reacción alcanzó 80 °C, se retiró la manta calefactora y se permitió que la mezcla de reacción alcanzara la exoterma a 164 °C, momento en el que el agua comenzó a destilar a partir de la mezcla de reacción. La pérdida de agua enfrió la mezcla a 155 °C. Se sustituyó la manta calefactora, y se mantuvo la mezcla de reacción en 155 °C, pero no se recogió más agua. La cantidad total de agua recogida fue de 5,4 g. Se colocó el reactor de vidrio en un baño de hielo y se enfrió a menos de 100 °C. Tras el enfriamiento a menos de 100 °C, se combinaron 360 g de la mezcla de reacción con 120 g de solución acuosa al 50 % de agua oxigenada (adquirida en Degussa). Se almacenó prepolímero D en un recipiente de plástico.

Se sintetizó el prepolímero E a partir de poliglicerol y anhídrido maleico. Se añadió poliglicerol (908 g, adquirido en Cargill), a una caldera de resina de 2 litros. Se calentó el poliglicerol a una temperatura de 65 °C y se añadieron 518 g de anhídrido maleico en forma de polvo (Aldrich Chemicals). Se permitió que la mezcla de reacción alcanzara la exoterma a aproximadamente 90 °C durante 30 minutos. Se añadió una segunda carga de 420 g de anhídrido maleico y se permitió que la temperatura alcanzara la exoterma a 105 °C durante 30 minutos y se mantuvo a 105 °C durante 90 minutos adicionales. Se controló el alcance de la reacción por medio de espectroscopia de infrarrojos. Cuando la mayoría del anhídrido maleico hubo reaccionado (desaparición de las bandas de anhídrido en el espectro de IR), se enfrió la reacción a aproximadamente 70 °C seguida de adición de 720 g de agua. Posteriormente, se agitó la mezcla hasta que todo el poliéster se hubo disuelto para producir el Prepolímero E. Se almacenó el prepolímero E en un recipiente de plástico.

Se sintetizó el prepolímero F a partir de poliglicerol, maltodextrina y anhídrido maleico: Se añadieron poliglicerol (280 g, adquirido en Cargill) y 200 g de maltodextrina (ADM) a una caldera de resina. Se elevó la temperatura de la mezcla a aproximadamente 65 °C. Se añadieron 450 g de anhídrido maleico a la suspensión blanca resultante en cuatro partes durante 3 horas. Durante el transcurso de estas adiciones, se elevó gradualmente la temperatura de la reacción hasta 115 °C y se mantuvo durante 30 minutos adicionales. Se controló el progreso de la reacción por medio de espectroscopia de infrarrojos. Cuando la mayoría del anhídrido maleico hubo reaccionado (desaparición de las bandas de anhídrido en el espectro de IR), se enfrió la reacción a aproximadamente 70 °C seguida de adición de 250 g de agua. Se agitó la mezcla de reacción hasta disolver todo el poliéster. Se almacenó el prepolímero F en un recipiente de plástico.

Para todos los ejemplos (Ej. 1-15), se colocaron 2.100 gramos de partículas de madera de calidad de superficie (Pino Amarillo del Sur) en un mezclador de 0,0283 m<sup>3</sup>. Las partículas de madera tuvieron un contenido de humedad de un 5 % en peso a un 7 % en peso. Los componentes de la composición de aglutinante se añadieron posteriormente a las partículas de madera en forma de una bruma fina. Se añadieron los componentes en el siguiente orden: a) de un 4 % en peso a un 8 % en peso del prepolímero de poliéster insaturado (un 70-85 % ac.), b) de un 2 % en peso a un 4,5 % en peso de agua oxigenada (50 % ac.) y c) un 0,17 % en peso de sulfato de hierro, con todas las cantidades basadas en el peso seco de las partículas de madera. El suministro resinado tuvo un contenido de humedad de un 13 % en peso a un 16 % en peso y se mezcló durante 2 minutos tras la adición del sulfato de hierro. Se colocó el suministro

resinado en una forma de 40,64 cm x 40,64 cm x 5,08 cm y se comprimió hasta paradas configuradas para producir un panel que tenía un espesor de 1,58 cm +/- 0,2 cm durante 4 min a 165,5 °C (tiempo total de presión de 240 s incluido un tiempo de cierre de 30 s, tiempo de prensado de 180 s a aproximadamente 8.273,7 y a un tiempo de eliminación de gas de 30 s). Posteriormente, se enfriaron las muestras de tableros de aglomerado a temperatura ambiente y se sometió a ensayo la fuerza interna de enlace (IB) de acuerdo con ASTM D1037-06a.

Ejemplo	Prepolímero	% de Carga (Peso Seco de Partículas de Madera)			Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	IB (MPa)
		Prepolímero	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> <sup>3</sup>	FeSO <sub>4</sub>		
1	A	4,5	2,0	0,1	0,82	0,82
2	A	8,0	2,0	0,1	0,85	1,33
3	B	4,0	2,0	0,1	0,80	0,72
4	B	8,0	2,0	0,1	0,79	0,99
5	C	5,5	2,0	0,1	0,82	0,77
6	C	8,0	2,0	0,1	0,82	0,88
7	D	4,5	4,5	0,1	0,82	0,38
8	D	5,5	2,0	0,1	0,81	0,43
9	D	8,0	2,0	0,1	0,81	0,61
10	E	4,0	2,0	0,1	0,79	0,61
11	E	8,0	2,0	0,1	0,83	1,11
12	E <sup>1</sup>	4,0	2,0	0,1	0,82	0,71
13	E <sup>1</sup>	8,0	2,0	0,1	0,85	1,53
14	F	6,0	2,0	0,1	0,81	0,81
15	F <sup>2</sup>	6,0	2,0	0,1	0,81	0,83
1. Incluye TMPTA al 20 % como aditivo						
2. Incluye TMPTA al 5 % como aditivo						
3. Carga total de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (se tiene en cuenta el H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> usada como diluyente)						

Como se muestra en la tabla 1, se prepararon paneles de tableros de aglomerado que tenían una densidad de 0,79 g/cm a 0,85 g/cm y una fuerza interna de enlace de 0,38 MPa hasta 1,53 MPa.

Se han descrito determinadas realizaciones y características usando un conjunto de límites superiores numéricos y un conjunto de límites inferiores numéricos. Debería apreciarse que se contemplan los intervalos que incluyen la combinación de cualesquiera dos valores, por ejemplo, la combinación de cualquier valor inferior con cualquier valor superior, la combinación de cualesquiera dos valores superiores, y/o la combinación de cualesquiera dos valores superiores, a menos que se indique lo contrario. Determinados límites inferiores, límites superiores e intervalos aparecen en una o más de las reivindicaciones siguientes.

Diversos términos se han definido con anterioridad. En el sentido de que un término usado en una reivindicación no se haya definido anteriormente, debería otorgarse la definición más amplia que las personas de la técnica pertinente hayan otorgado al término, como quede reflejado en al menos una publicación impresa o patente expedida.

## REIVINDICACIONES

1. Una composición de aglutinante, que comprende:  
 al menos un compuesto insaturado que tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados, en la que al menos  
 5 uno de los enlaces carbono-carbono insaturados es un enlace-pi que no está conjugado con un resto aromático y es capaz de adición por radicales libres, y donde el compuesto insaturado comprende dicitopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poli(acrilato), un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquiera mezcla de los mismos; y  
 10 al menos un precursor de radicales libres, donde una relación en peso de al menos un precursor de radicales libres con respecto a al menos un compuesto insaturado es de al menos 0,23:1 a 10:1 y donde el al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de uno o más oxidantes inorgánicos y uno o más catalizadores.
- 15 2. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde el uno o más oxidantes inorgánicos comprenden agua oxigenada y el uno o más catalizadores comprenden un catalizador que contiene hierro.
3. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de agua oxigenada y uno o más catalizadores que contienen hierro y donde el uno o más catalizadores que contienen hierro comprenden ferricianuro de potasio, sulfato de hierro (II), sulfato de hierro (III), un complejo de hierro de ácido etilendiamino tetracético, un complejo de hierro de ácido etilendiamino-N,N'-disuccínico, un complejo de hierro de ácido dietilentriamino pentacético, un complejo de hierro de ácido bis(2-aminoetiléter)-N,N,N',N'-tetracético de etilen glicol, un complejo de hierro de ácido trans-1,2-diaminociclohexanotetracético o cualquier mezcla de los mismos.
- 20 4. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde la relación en peso del al menos un precursor de radicales libres con respecto al menos un compuesto insaturado que es de al menos 0,3:1 a 4:1.
- 30 5. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde al menos un compuesto insaturado comprende dicitopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poli(acrilato) o cualquier mezcla de los mismos.
- 35 6. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde el al menos un compuesto insaturado comprende un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado; un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquiera mezcla de los mismos.
- 40 7. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde el al menos un compuesto insaturado comprende un prepolímero de poliéster insaturado, y donde el prepolímero de poliéster insaturado comprende un producto de reacción de un poliol y un poliacido o un poliol y un anhídrido.
8. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde el al menos un compuesto insaturado comprende un prepolímero de poliamida insaturada, y donde el prepolímero de poliamida insaturada comprende un producto de reacción de una poliamina y un poliacido o una poliamina y un éster.
- 45 9. La composición de aglutinante de la reivindicación 1, donde el enlace de carbono-carbono susceptible de adición por radicales libres es un carbonilo  $\alpha,\beta$ -insaturado, y donde la relación en peso de al menos un precursor de radicales libres con respecto al menos un compuesto insaturado es de al menos 0,3:1 a 5:1.
- 50 10. Un método de preparación de un producto compuesto, que comprende:  
 combinar una pluralidad de sustratos de lignocelulosa, al menos un compuesto insaturado y al menos un precursor de radicales libres para producir una mezcla, donde:  
 el al menos un compuesto insaturado tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados,  
 55 al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado es un enlace pi que no está conjugado con un resto aromático y es susceptible de adición por radicales libres,  
 el compuesto insaturado comprende dicitopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol, diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poli(acrilato), un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquier mezcla de los mismos, y  
 60 una relación en peso del al menos un precursor de radicales libres con respecto a al menos un compuesto insaturado que es de al menos 0,23:1 a 10:1; y  
 calentar la mezcla a una temperatura de 60 °C a 300 °C para producir un producto de compositite.
- 65 11. El método de la reivindicación 10, donde al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de agua

- 5 oxigenada y uno o más catalizadores que contienen hierro y donde el uno o más catalizadores que contienen hierro comprenden ferricianuro de potasio, sulfato de hierro (II), sulfato de hierro (III), un complejo de hierro de ácido etilendiamino tetracético, un complejo de hierro de ácido etilendiamino-N,N'-disuccínico, un complejo de hierro de ácido dietilentriamino pentacético, un complejo de hierro de ácido bis(2-aminoetiléter)-N,N,N',N'-tetracético de etilen glicol, un complejo de hierro de ácido trans-1,2-diaminociclohexanotetracético o cualquier mezcla de los mismos.
- 10 12. El método de la reivindicación 10, donde el al menos un compuesto insaturado comprende un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado, o cualquier mezcla de los mismos, y donde la relación en peso del al menos un precursor de radicales libres con respecto al menos un compuesto insaturado es de al menos 0,3:1 a 5:1.
- 15 13. El método de la reivindicación 10, que además comprende mantener la mezcla a una temperatura menor de 60 °C durante al menos 10 minutos antes de calentar la mezcla hasta la temperatura de 60 °C a 300 °C para generar el producto de composite, y donde al menos un 11 % en peso de uno o más precursores de radicales libres está presente cuando la mezcla se calienta hasta al menos 60 °C.
- 20 14. Un producto de composite, que comprende una pluralidad de sustratos de lignocelulosa y al menos una composición de aglutinante parcialmente curada, donde la composición de aglutinante, antes de al menos un curado parcial, comprende al menos un compuesto insaturado y al menos un precursor de radicales libres, donde:  
 el compuesto insaturado tiene dos o más enlaces carbono-carbono insaturados,  
 al menos uno de los enlaces carbono-carbono insaturado es un enlace pi que no está conjugado con un resto  
 aromático y es susceptible de adición por radicales libres,  
 el compuesto insaturado comprende dicilopentadieno, diacrilato de etilen glicol, dimetacrilato de etilen glicol,  
 diacrilato de dietilen glicol, dimetacrilato de dietilen glicol, diacrilato de poli(etilen glicol), dimetacrilato de poli(etilen  
 25 glicol), triacrilato de trimetilolpropano, tetracrilato de pentaeritritol, triacrilato de pentaeritritol, almidón de poliacrilato, un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquier mezcla de los mismos, y  
 una relación en peso de al menos un precursor de radicales libres con respecto a al menos un compuesto  
 30 insaturado que es de al menos 0,23:1 a 10:1 y donde el al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de uno o más oxidantes inorgánicos y uno o más catalizadores.
- 35 15. El producto de composite de la reivindicación 14, donde:  
 el al menos un compuesto insaturado comprende un prepolímero de poliéster insaturado, un prepolímero de  
 poliéter insaturado, un prepolímero de poliamida insaturado, un prepolímero de poliuretano insaturado o cualquier  
 mezcla de los mismos,  
 el al menos un precursor de radicales libres comprende una mezcla de agua oxigenada y uno o más catalizadores  
 que contienen hierro, y  
 el uno o más catalizadores que contienen hierro comprenden ferricianuro de potasio, sulfato de hierro (II), sulfato  
 40 de hierro (III), un complejo de hierro de ácido etilendiamino tetracético, un complejo de hierro de ácido etilendiamino-N,N'-disuccínico, un complejo de hierro de ácido dietilentriamino pentacético, un complejo de hierro de ácido bis(2-aminoetiléter)-N,N,N',N'-tetracético de etilen glicol, un complejo de hierro de ácido trans-1,2-diaminociclohexanotetracético o cualquier mezcla de los mismos.