(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 566 181**

(51) Int. Cl.:

***C08G 18/10*** (2006.01)
***A01G 31/00*** (2006.01)
***C08G 18/76*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.10.2012** **E 12775706 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.02.2016** **EP 2771377**

(54) Título: **Procedimiento para producir una espuma de poliuretano**

(30) Prioridad:

**28.10.2011 EP 11187197**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**11.04.2016**

(73) Titular/es:

**HUNTSMAN INTERNATIONAL LLC (100.0%)**
**500 Huntsman Way**
**Salt Lake City, UT 84108, US**

(72) Inventor/es:

**MACKEN, JOHAN ANTOINE STEFAAN;**
**MORO, LOREDANA;**
**CLERINX, JOHANNES EDUWARD IRENE MARIE JOSEFA y**
**VANDEVELDE, ANNELIES**

(74) Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

**Observaciones :**

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

**ES 2 566 181 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).

# PROCEDIMIENTO PARA PRODUCIR UNA ESPUMA DE POLIURETANO

## DESCRIPCIÓN

**Descripción**

La presente invención se refiere a un procedimiento para producir una espuma de poliuretano, a un medio de crecimiento para plantas que comprende una espuma de este tipo y al uso de una espuma de este tipo como medio de crecimiento para plantas.

Se conocen medios de crecimiento para plantas que comprenden espumas de poliuretano.

El documento US 3798836 da a conocer una matriz de poliuretano de espuma de células abiertas insoluble en agua que tiene dispersas en la misma partículas termoplásticas.

El documento US 3889417 produce una espuma hidrófila haciendo reaccionar un prepolímero con una gran cantidad de agua. Esta espuma puede usarse en aplicaciones hortícolas. El índice de agua aplicado es de 1300-78000. Se ha dado a conocer un procedimiento similar en el documento WO 96/16099 en el que no se facilita una orientación especial en cuanto al índice de isocianato y el índice de agua; en los ejemplos, el índice de agua era de más de 1700 y el índice de isocianato era de menos de 6. Los prepolímeros usados se producen a partir de polioles que tienen un peso molecular de al menos 1000.

El documento US 3970618 da a conocer un sustrato para cultivar plantas, sustrato que es una espuma hidrófila de poliuretano de baja densidad (18 kg/m$^3$) producida haciendo reaccionar un poliisocianato y un poliol a un bajo índice de NCO, teniendo el poliol un índice de hidroxilo de 900-1800 y siendo el poliisocianato un poliisocianato de tipo diisocianato de tolueno (TDI).

El documento US 5155931 usa una espuma como estera para plantas, espuma que se produce haciendo reaccionar un isocianato orgánico, que es preferiblemente TDI, y un poliol a un índice de NCO de 90-120.

El documento US 6479433 da a conocer un medio de crecimiento hortícola producido haciendo reaccionar un prepolímero y agua en presencia de un material de relleno seleccionado.

El documento US 2005/0131095 da a conocer un procedimiento para la producción de espumas de poliuretano a un índice de NCO de 40-150. No se ha prestado especial atención al índice de agua; en los ejemplos, el índice de NCO era de entre 85-106 y el índice de agua variaba entre 93-120. Sin embargo, en este procedimiento la mezcla de poliol usada tiene un alto contenido en oxietileno global (el 50-90% en peso) y no tiene poliol que tenga un contenido en oxietileno medio (< 50% en peso). Las espumas obtenidas como se ilustra en los ejemplos son espumas flexibles que tienen una resiliencia de al menos el 60% y una desviación por carga de compresión al 40% (CLD) por debajo de 10 kPa.

El documento WO2011/042284 describe espumas de poliuretano flexibles para su uso como sustratos vegetales. Estas espumas tienen una densidad de 25-70 kg/m$^3$, una desviación por carga de compresión al 40% (CLD) de 5-15 kPa y un aumento de volumen en la saturación de agua como máximo del 25%. Estas espumas se producen a un bajo índice de isocianato de 20-70 y a un alto índice de agua de 200-400, lo que significa que hay una enorme competencia entre los componentes reactivos con isocianato en la formulación para reaccionar con los componentes de isocianato disponibles, lo que puede conducir a espumación (del agua de drenaje) cuando la espuma se usa como material de sustrato.

El documento US 5459170 da a conocer métodos para la preparación de espumas de poliuretano flexibles haciendo reaccionar un poliisocianato que contiene al menos el 85% en peso de 4,4'-diisocianato de difenilmetano o una variante líquida del mismo con una composición de poliol que comprende al menos un poli(oxietileno-oxialquileno)poliol. Sin embargo, las espumas obtenidas tienen una captación de agua demasiado alta y muestran demasiado hinchamiento, haciendo que no sean adecuadas como material de sustrato vegetal.

Las espumas de poliuretano descritas anteriormente podrían mejorarse adicionalmente en particular por lo que se refiere a las características de retención y captación de agua (caracterizadas adicionalmente como valores de $pF_0$ y $pF_1$), estabilidad e hinchamiento de la espuma a una saturación de agua del 100% junto con una alta desviación por carga de compresión a baja densidad, la prevención de la espumación y la prevención de la inhibición del crecimiento, en particular de plantas jóvenes (plántulas).

De manera sorprendente, se encontró que todos los efectos secundarios no deseados mencionados anteriormente (por ejemplo, espumación, inhibición del crecimiento,...) pueden evitarse usando una espuma de poliuretano fabricada a un índice de isocianato en el intervalo de 90 hasta 150 en combinación con una selección específica de isocianatos y poliéter-polioles.

Además, las espumas según la invención muestran una excelente dureza que hace que sean en particular muy adecuadas, por ejemplo, para aplicaciones paisajísticas y de techos verdes. Además, las espumas según la invención muestran excelentes características de retención de agua y bajo hinchamiento a una saturación de agua del 100%, lo que hace que sean muy adecuadas para su uso como sustrato de crecimiento para plantas para el fomento de la germinación de semillas y el crecimiento de plántulas.

Por tanto, la presente invención se refiere a una espuma de poliuretano adecuada para el crecimiento de plantas y que tiene una resiliencia como máximo del 40%, una desviación por carga de compresión (CLD) al 40% de al menos 16 kPa, una densidad de núcleo de espumación libre de al menos 20 kg/m$^3$ y un aumento de volumen en la saturación de agua como máximo del 25%.

La espuma de poliuretano según la invención tiene preferiblemente una CLD que es de al menos 20 kPa y más preferiblemente de al menos 25 kPa, una densidad que es 20 hasta 50 kg/m$^3$, una resiliencia que es como máximo del 30% y un aumento de volumen en la saturación de agua como máximo del 20%.

La espuma de poliuretano según la invención tiene en particular buena absorción (captación) de agua y retención de agua. La captación de agua y en particular la retención de agua de una espuma de poliuretano puede medirse mediante la determinación de valores de pF y puede visualizarse por medio de una curva de retención de agua que es una representación gráfica del contenido en agua volumétrico medido retenido en la espuma en el eje Y frente a la subpresión aplicada en el eje X (véase la figura 2A).

La espuma de poliuretano según la invención tiene preferiblemente un valor de $pF_0$ de al menos el 70%, preferiblemente de al menos el 80%, más preferiblemente de al menos el 90% en la que el valor de $pF_0$ se mide tras someter una muestra de espuma saturada con agua que tiene dimensiones de 100 x 120 x 75 mm a una presión de columna de $H_2O$ de 0 cm durante 30 minutos.

La espuma de poliuretano según la invención puede tener un valor de $pF_1$ en el intervalo de entre el 10% y el 90% en la que el valor de $pF_1$ se mide tras someter una muestra de espuma saturada con agua de 100 x 120 x 75 mm a una presión de columna de $H_2O$ de -10 cm durante 24 horas.

La espuma de poliuretano según la invención adecuada para hacer crecer plántulas tiene preferiblemente un valor de $pF_1$ de al menos el 50%, más preferiblemente de al menos el 60% y lo más preferiblemente de al menos el 70% en la que el valor de $pF_1$ se mide tras someter una muestra de espuma saturada de agua de 100 x 120 x 75 mm a una presión de columna de $H_2O$ de -10 cm durante 24 horas.

Una espuma según la invención que tiene valores de $pF_1$ en el intervalo del 50% hasta más del 75% es adecuada de manera ideal como medio de crecimiento para plantas para hacer crecer plántulas. Los medios de crecimiento para plantas según la invención adecuados para hacer crecer plántulas pueden estar en forma de recipientes individuales, también denominados bloques 2 de cultivo (propagación) y se ilustran en la figura 1A. Tales bloques 2 de cultivo pueden colocarse en un medio de crecimiento para plantas más grande según la invención y que pueden estar en forma de una placa 1. Se conoce la combinación de un sistema para el crecimiento de plantas en el que varios bloques 2 de cultivo se colocan sobre una placa 1 como se ilustra en la figura 1B y es adecuada en particular para cultivar verduras, frutas, flores, etc. en invernaderos. Los bloques de cultivo (propagación) según la invención tienen preferiblemente un valor de $pF_1$ en el intervalo del 50% hasta más del 75% mientras que el medio de crecimiento para plantas más grande (placas) según la invención tiene preferiblemente un valor de $pF_1$ en el intervalo del 10% hasta el 50%. La figura 2A ilustra características de pF preferidas para placas y bloques de propagación.

Además, la presente invención se refiere a un procedimiento para producir una espuma de poliuretano.

El procedimiento dado a conocer en la presente invención puede usarse para fabricar los medios de crecimiento para plantas mencionados anteriormente producidos a partir de espuma de poliuretano.

El procedimiento según la presente invención comprende hacer reaccionar a un índice de isocianato de 90-150:

- un poliisocianato que comprende diisocianato de difenilmetano (MDI) y homólogos del mismo que tienen una funcionalidad isocianato de 3 o más en el que la cantidad de diisocianato calculada con respecto a la cantidad total de los diisocianatos y los homólogos es del 20-80% en peso, preferiblemente del 25-70% en peso, y

- un primer polioxietileno-polioxipropileno-poliol que tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio de 2000-12000, un contenido en oxietileno de más del 50% en peso calculado con respecto al peso de este poliol, y

- un segundo polioxietileno-polioxipropileno-poliol que tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio de 2000-6000, un contenido en oxietileno del 20-45% en peso calculado con respecto al peso de este poliol, y

- un contenido en agua de 2-7 pbw (*parts by weight,* partes en peso), y

en el que la razón en peso del primer poliol y del segundo poliol usados oscila entre 60:40 y 20:80.

Se han dado a conocer ampliamente espumas y procedimientos para la producción de espumas de poliuretano. Sin embargo, no se han dado a conocer las espumas y los procedimientos según la presente invención. Las espumas de la presente invención son únicas puesto que combinan buenas propiedades de retención de agua con excelentes características de espuma tales como estabilidad, dureza e hinchamiento de espuma limitado a una saturación de agua del 100%. Las espumas de la presente invención son muy adecuadas para su uso como medio de crecimiento para plantas puesto que tienen buenas propiedades de humectación, retención de agua y liberación de agua.

Se conocen en la técnica los poliisocianatos usado para producir el poliisocianato (prepolímero). Se denominan ampliamente MDI en bruto o polimérico y mezclas de MDI y MDI en bruto o poliméricos.

Los MDI en bruto o poliméricos comprenden MDI y homólogos que tienen una funcionalidad isocianato de 3 o más y se conocen bien en la técnica. Se producen mediante la fosgenación de una mezcla de poliaminas obtenidas mediante la condensación con ácido de anilina y formaldehído. Se conoce bien la fabricación tanto de las mezclas de poliaminas como de las mezclas de poliisocianatos. La condensación de anilina con formaldehído en presencia de ácidos fuertes tales como ácido clorhídrico dan un producto de reacción que contiene diaminodifenilmetano junto con polimetileno-polifenileno-poliaminas de mayor funcionalidad, dependiendo la composición precisa de una manera conocida, entre otros, de la razón de anilina/formaldehído. Los poliisocianatos se producen mediante la fosgenación de las mezclas de poliaminas y las proporciones diversas de diaminas, triaminas y poliaminas superiores dan lugar a proporciones relacionadas de diisocianatos, triisocianatos y poliisocianatos superiores. Las proporciones relativas de diisocianato, triisocianato y poliisocianatos superiores en tales composiciones de MDI en bruto o polimérico determinan la funcionalidad promedio de las composiciones, que es el número promedio de grupos isocianato por molécula. Variando las proporciones de los materiales de partida, la funcionalidad promedio de las composiciones de poliisocianato pueden variarse desde poco más de 2 hasta 3 o incluso mayores. Sin embargo, en la práctica, la funcionalidad isocianato promedio oscila preferiblemente entre 2,3-2,8. El índice de NCO de estos MDI en bruto o poliméricos es de al menos el 30% en peso. El MDI en bruto o polimérico contiene diisocianato de difenilmetano, siendo el resto polimetileno-polifenileno-poliisocianatos de funcionalidad mayor de dos. Si se desea, este MDI en bruto o polimérico puede mezclarse con MDI siempre que el poliisocianato tenga la cantidad requerida de diisocianatos y homólogos que tienen una funcionalidad isocianato de 3 o más. El poliisocianato usado en el procedimiento según la invención comprende el 20-80%, preferiblemente el 25-70%, más preferiblemente el 25-55% en peso de MDI y el 80-20%, preferiblemente el 75-30% y más preferiblemente el 75-45% en peso de homólogos de MDI, teniendo los homólogos una funcionalidad isocianato de 3 o más, en el que se calculan ambas cantidades con respecto a la cantidad total de poliisocianato.

Por ejemplo, tales poliisocianatos pueden producirse mezclando en cantidades relativas apropiadas SUPRASEC® MPR (de Huntsman), un 4,4'-diisocianato de difenilmetano y SUPRASEC® 2185 (de Huntsman), un MDI polimérico que tiene un índice de NCO del 30,7% en peso que comprende aproximadamente el 37,7% en peso de diisocianato. También pueden usarse mezclas de SUPRASEC® 2185 y SUPRASEC® MI 20 (que puede obtenerse de Huntsman), que contienen aproximadamente 80 partes en peso de 4,4'-MDI y aproximadamente 20 partes en peso de 2,4'-MDI y menos de 2 partes en peso de 2,2'-MDI.

El uso de un poliisocianato que tiene una funcionalidad de 3 y más es beneficioso con el fin de de fabricar una espuma de poliuretano para su uso como sustrato de crecimiento para plantas que tiene altos valores de $pF_1$ (valores de $pF_1 > 50\%$) porque los isocianatos que tienen una funcionalidad de 3 y más conducen a espumas con poros relativamente más cerrados (membranas celulares) y tienen por tanto mejores propiedades de retención de agua.

Pueden usarse prepolímeros producidos a partir de los poliisocianatos mencionados anteriormente. El prepolímero tiene preferiblemente un índice de NCO del 10-30% en peso y se produce haciendo reaccionar un poliisocianato que comprende el 20-80% (preferiblemente el 25-55%) en peso de diisocianato de difenilmetano (MDI) y el 80-20% (preferiblemente el 75-45%) en peso de homólogos de este diisocianato, teniendo los homólogos una funcionalidad isocianato de 3 o más, las cantidades calculadas ambas con respecto a la cantidad de poliisocianato, y un poliol que tiene un peso molecular promedio de 62-7000 y una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6. Los polioles adecuados para su uso en el prepolímero de poliisocianato tienen un peso molecular promedio de 62-7000 y una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6. Los ejemplos incluyen etilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, propilenglicol, dipropilenglicol, tripropilenglicol, butanodiol, glicerol, trietanolamina, trimetilolpropano, 1,2,6-hexanotriol, pentaeritritol, sorbitol, polioxietileno-polioles, polioxipropileno-polioles, polioxietileno-polioxipropileno-polioles y mezclas de los mismos. Se prefieren polioles obtenidos mediante la polimerización de óxido de etileno y opcionalmente óxido de propileno en presencia, cuando sea necesario, de iniciadores polifuncionales. Los compuestos iniciadores adecuados contienen una pluralidad de átomos de hidrógeno activos e incluyen agua, butanodiol, etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, dipropilenglicol, etanolamina, dietanolamina, trietanolamina, ciclohexanodimetanol, glicerol, trimetilolpropano, 1,2,6-hexanotriol, pentaeritritol y sorbitol. Pueden

usarse mezclas de iniciadores y/u óxidos cíclicos. Los polioxietileno-polioles de polioxipropileno se obtienen mediante la adición simultánea o secuencial de óxidos de etileno y propileno a iniciadores tal como se describe en detalle en la técnica anterior. Pueden usarse copolímeros al azar, copolímeros de bloque y combinaciones de los mismos. Se prefieren aquéllos que tienen al menos parte y preferiblemente todos los grupos oxietileno en el extremo de la cadena de polímero (con puntas o extremos ocupados). También pueden usarse mezclas de dichos polioles. Polioles preferidos adecuados para su uso en el prepolímero de poliisocianato son polioxietileno-polioles y polioxietileno-polioxipropileno-polioles que tienen una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-4 y lo más preferiblemente de 3, un peso molecular promedio de 250-1000 y un contenido en oxietileno de al menos el 50% en peso, calculado con respecto al peso del poliol. Tales polioles están disponibles comercialmente. Un ejemplo es Poliol 3380 de Perstorp.

También según la invención, pueden hacerse reaccionar previamente parte del poliol 1 y/o el poliol 2 con la totalidad o parte del isocianato. Por tanto, puede usarse parte del poliol 1 y/o 2 para producir una composición de prepolímero de poliisocianato. Por tanto, puede producirse un prepolímero adecuado haciendo reaccionar en primer lugar el poliisocianato según la invención con al menos parte del primer y/o el segundo poliol.

Los prepolímeros de poliisocianato según la invención se producen de manera conocida combinando y mezclando el poliisocianato y el poliol y permitiendo que reaccionen. La razón del poliisocianato y el poliol es tal que tras la reacción se obtiene un prepolímero que tiene un índice de NCO del 10-30% en peso. Si se desea, puede usarse un catalizador que potencia la formación de grupos uretano.

Se usan preferiblemente prepolímeros de poliisocianato para producir la espuma según la invención. El uso de prepolímeros puede ser beneficioso hacia la formación de reticulaciones en la espuma de poliuretano y puede obtenerse una espuma más dura en ese caso.

Los polioles que pueden usarse como primer y segundo poliol incluyen productos obtenidos mediante la polimerización de óxido de etileno y óxido de propileno en presencia, cuando sea necesario, de iniciadores polifuncionales. Los compuestos iniciadores adecuados contienen una pluralidad de átomos de hidrógeno activos e incluyen agua, butanodiol, etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, dipropilenglicol, etanolamina, dietanolamina, trietanolamina, ciclohexanodimetanol, glicerol, trimetilolpropano, 1,2,6-hexanotriol, pentaeritritol y sorbitol. También pueden usarse mezclas de iniciadores. Los polioxietileno-polioxipropileno-polioles se obtienen mediante la adición simultánea o secuencial de óxidos de etileno y propileno a iniciadores tal como se describe en detalle en la técnica anterior. Pueden usarse copolímeros al azar, copolímeros de bloque y combinaciones de los mismos que tienen la cantidad indicada de grupos oxietileno.

El primer poliéter-poliol usado en el procedimiento para la producción de la espuma según la invención tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio de 2000-12000 y un contenido en oxietileno de más del 50% del peso calculado con respecto al peso de este poliol.

Según algunas realizaciones, el primer poliéter-poliol usado en el procedimiento para la producción de la espuma según la invención tiene preferiblemente una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-4 y más preferiblemente de 3, un peso molecular promedio de 2000-8000 y más preferiblemente de 3000-6000 y un contenido en oxietileno de más del 60% en peso calculado con respecto al peso de este poliol.

Según algunas realizaciones, el contenido en insaturación del primer poliéter-poliol puede ser como máximo de 0,03 meq/g, preferiblemente como máximo de 0,02 meq/g, más preferiblemente como máximo de 0,01 meq/g.

El segundo poliéter-poliol usado en el procedimiento para la producción de la espuma según la invención tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio de 2000-6000 y un contenido en oxietileno del 20-45% en peso calculado con respecto al peso de este poliol.

Según algunas realizaciones, el segundo poliéter-poliol usado en el procedimiento para la producción de la espuma según la invención tiene preferiblemente una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-4 y más preferiblemente de 3, un peso molecular promedio de 2000-4000 y un contenido en oxietileno del 20-35% en peso y más preferiblemente del 25-30% en peso calculado con respecto al peso total de este poliol.

Según algunas realizaciones, los grupos oxietileno en el primer y el segundo poliol se distribuyen de manera aleatoria.

Según algunas realizaciones, el contenido en insaturación del segundo poliéter-poliol puede ser como máximo de 0,03 meq/g, preferiblemente como máximo de 0,02 meq/g, más preferiblemente como máximo de 0,01 meq/g.

Según algunas realizaciones, la razón en peso del primer poliol con respecto al segundo poliol usados en el procedimiento para la producción de la espuma según la invención oscila entre 60:40 y 20:80, oscila preferiblemente entre 49:51 y 30:70.

Según algunas realizaciones, la razón en peso del segundo poliéter-poliol usado es preferiblemente de al menos el 50% calculado con respecto al peso total del primer y el segundo poliéter-poliol o, en otras palabras, la razón en peso del primer y el segundo poliol usados oscila entre 49:51 y 20:80, oscila más preferiblemente entre 49:51 y 30:70.

El contenido en oxietileno total es preferiblemente menor del 50% en peso calculado con respecto al peso total del primer y el segundo poliéter.

Según algunas realizaciones, el primer y el segundo poliéter-poliol pueden mezclarse en primer lugar para formar una dispersión estable de poliéter-polioles antes de añadirlos a la composición de poliisocianato.

La razón en peso promedio del contenido en oxietileno en la dispersión estable de poliéter-polioles es preferiblemente de menos del 50% calculado con respecto al peso de la dispersión.

El primer y el segundo poliéter-polioles se conocen en la técnica y/o están disponibles comercialmente. Ejemplos del primer tipo de poliéter-polioles son Daltocel® F442, F444 y F555, todos de Huntsman y que tienen un contenido en oxietileno de más del 60% en peso. Un ejemplo del segundo tipo de poliéter-poliol es Jeffol® G11-56 de Huntsman. Daltocel y Jeffol son marcas comerciales de Huntsman Corporation o una filial de la misma que se ha registrado en uno o más países, pero no en todos.

Según algunas realizaciones, el procedimiento para la producción de la espuma según la presente invención se realiza a un índice de isocianato de 95-120, más preferiblemente a un índice de isocianato de 100-110.

Pueden añadirse además, extendedores de cadena reactivos con isocianato y/o agentes de reticulación que tienen un peso molecular promedio de 60-1999. Ejemplos de tales compuestos son butanodiol, etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, trietilenglicol, dipropilenglicol, etanolamina, dietanolamina, trietanolamina, ciclohexanodimetanol, glicerol, trimetilolpropano, 1,2,6-hexanotriol, pentaeritritol, sorbitol y polioxietileno-polioles, polioxipropileno-polioles, polioxietileno-polioxipropileno-polioles y mezclas de los mismos que tienen un peso molecular promedio de aproximadamente 200, 600 y 1000 y mezclas de tales compuestos. La cantidad usada de esos extendedores de cadena y/o agentes de reticulación es de hasta 20 y preferiblemente de hasta 10 pbw por 100 pbw de la mezcla de poliéter-polioles anterior que tiene un peso molecular promedio de 2000 y más.

Puede añadirse agua a la reacción en tal cantidad que el índice de isocianato esté en el intervalo de 90-150 (preferiblemente 95-120, más preferiblemente 100-110). La cantidad de agua (contenido en agua) usada en el procedimiento según la invención está preferiblemente en el intervalo de 2-7 pbw y más preferiblemente en el intervalo de 3,5-6 pbw.

Puede usarse además un catalizador que potencia la formación de grupos uretano. Preferiblemente se usa en una cantidad del 0,1 - 2% en peso (con respecto a todos los componentes reactivos con isocianato). Tales catalizadores se conocen generalmente en la técnica. Ejemplos son catalizadores de amina, como trietilendiamina, N,N-dimetiletanolamina, bis(N,N-dimetilaminoetil)éter, 2-(2-dimetilaminoetoxi)-etanol, N,N,N'-trimetil-N'-hidroxietilbisaminoetil-éter, N-(3-dimetilaminopropil)-N,N-diisopropanolamina, N,N'-dietilpiperazina y 1-(bis(3-dimetil-aminopropil)amino-2-propanol y compuestos organometálicos como octoato estannoso y dilaurato de dibutilestaño. También pueden usarse mezclas de catalizadores.

Opcionalmente las espumas pueden producirse en presencia de aditivos y agentes auxiliares usados en la técnica de los poliuretanos, como agentes ignífugos, tensioactivos o agentes de expansión, agentes de supresión de humos, agentes colorantes, negro de carbono, agentes antimicrobianos, antioxidantes, agentes de desmoldeo, rellenos y fertilizantes.

Las espumas se producen combinando y mezclando todos los componentes y permitiendo que tenga lugar la reacción. Las espumas pueden producirse según un procedimiento de espumación libre, un procedimiento de moldeo, un procedimiento de producción de material esponjado en bloque, un procedimiento de laminación o un procedimiento de pulverización. Cuando las espumas se producen en un molde, se usa una sobrecarga como máximo del 100%, preferiblemente como máximo del 50%. Cuando se usa un procedimiento de moldeo, las espumas pueden mostrar una morfología ventajosa: cuando dos piezas de la misma espuma se colocan una sobre otra, ambas saturadas con agua, luego la pieza inferior absorberá menos cantidad de agua de la espuma superior que una espuma de la técnica anterior producida sin esta sobrecarga.

Los componentes pueden alimentarse independientemente al cabezal de mezclado de una máquina de formación de espuma. Preferiblemente se mezclan previamente los componentes reactivos con isocianato, opcionalmente junto con los aditivos y agentes auxiliares usados en la técnica de los poliuretanos, antes de que se mezclen con el poliisocianato.

Las espumas obtenidas mediante el procedimiento de la presente invención tienen una densidad de núcleo de espumación libre global de al menos 20 kg/m$^3$ y preferiblemente de 20-50 kg/m$^3$, una resiliencia como máximo del

40% y preferiblemente como máximo del 30% y un aumento de volumen en la saturación de agua como máximo del 25% y preferiblemente como máximo del 20%.

Las espumas obtenidas mediante el procedimiento de la presente invención tienen preferiblemente una desviación por carga de compresión (CLD) al 40% que es de al menos a 16 kPa, más preferiblemente de más de 20 kPa.

Las espumas obtenidas mediante el procedimiento de la presente invención pueden tener una desviación por carga de compresión (CLD) al 40% de hasta 200 kPa.

Las espumas obtenidas mediante el procedimiento de la presente invención tienen además una absorción de agua, un nivel de flujo de aire y una apertura de célula que hace que sean adecuadas en particular para su uso como medio de crecimiento para plantas.

Las espumas obtenidas mediante el procedimiento de la presente invención pueden usarse en invernaderos para cultivar flores, frutas, verduras y otra vegetación adecuada así como para cultivar vegetación adecuada en muros verdes y techos verdes y otras aplicaciones relacionadas con la gestión de ahorro de agua para plantas.

Para su uso en invernaderos, la espuma de la presente invención puede complementarse además mediante un sistema de riego por goteo al que pueden suministrarse nutrientes adicionales.

Para su uso en techos verdes y cobertura paisajística, la espuma de la presente invención puede complementarse además mediante un sistema impermeable basado en poliurea en bruto (por ejemplo Tecnocoat P-2049). Para su uso en techos verdes, las espumas obtenidas mediante la presente invención puede mejorar el aislamiento de la cubierta de un edificio. Una capa adicional de aislamiento térmico puede mejorar además la eficiencia energética y puede reducir los costes de calefacción y refrigeración hasta el 5%.

Además el uso de la espuma de la presente invención en techos verdes, muros verdes y cobertura paisajística puede reducir la contaminación acústica gracias a la amortiguación del sonido y disminuirá el número de superficies “duras” disponibles para la reverberación del sonido.

La espuma de sustrato hidrófilo de la presente invención se caracteriza por la capacidad para gestionar y retener agua de manera muy eficaz. La espuma puede usarse en diversos grosores y perfiles para satisfacer las necesidades finales del usuario final.

Las principales ventajas de la espuma de la presente invención en comparación con sustratos (para cultivo) vegetales existentes son:

• La espuma de la presente invención puede retener hasta 30 veces su peso en agua con hinchamiento limitado (< 25%).

• La espuma de la presente invención tiene características de retención de agua que son comparables con medios de crecimiento para plantas naturales tales como tierra.

• La espuma de la presente invención puede drenar suficientemente la sobrecarga de agua mientras se retiene más del 65% del agua en la espuma.

• La espuma de la presente invención es fácil de manipular e instalar (pueden configurarse diversos grosores y perfiles con el fin de cumplir los requisitos finales del usuario final).

• Debido a su peso ligero (20-50 kg/m$^3$), la espuma de la presente invención es idealmente adecuada para techos verdes sobre edificios más antiguos con propiedades estructurales débiles.

• El uso de la espuma de la presente invención puede mejorar el aislamiento de edificios y por tanto reducir los costes de calefacción y refrigeración en hasta el 5%.

En el contexto de la presente solicitud los siguientes términos tienen el siguiente significado:

1) índice de isocianato o índice de NCO o índice:

la razón de grupos NCO con respecto a átomos de hidrógeno reactivo con isocianato presentes en una formulación, dada como porcentaje:

$$\frac{[\mathrm{NCO}]\mathrm{x}100}{[\text{ hidrógeno activo }]} \quad (\%).$$

En otras palabras el índice de NCO expresa el porcentaje de isocianato realmente usado en una formulación con respecto a la cantidad de isocianato teóricamente requerida para reaccionar con la cantidad de hidrógeno reactivo con isocianato usado en una formulación.

Debe observarse que el índice de isocianato como se usa en el presente documento se considera desde el punto de vista del procedimiento de formación de espuma real que implica al componente de isocianato y los componentes reactivos con isocianato usados en esta etapa de reacción. Sólo se tienen en cuenta los grupos isocianato libres y los hidrógenos reactivos con isocianato libres (incluyendo los del agua) presentes en la etapa de formación de espuma real.

El índice de agua es la razón 100Y/X (%) en la que Y es la cantidad de agua en gramos realmente usada en una formulación y X es la cantidad total de agua en gramos teóricamente necesaria en la misma formulación para obtener un índice de isocianato de 100.

2) La expresión “átomos de hidrógeno reactivo con isocianato” como se usa en el presente documento con el propósito de calcular el índice de isocianato se refiere al total de átomos de hidrógeno de amina y de hidroxilo presentes en las composiciones reactivas en forma de polioles, poliaminas y/o agua. Esto significa que con el propósito de calcular el índice de isocianato en el procedimiento de formación de espuma real se considera que un grupo hidroxilo comprende un hidrógeno reactivo y se considera que una molécula de agua comprende dos hidrógenos activos.

3) La expresión “espumas de poliuretano” como se usa en el presente documento generalmente se refiere a productos celulares tal como se obtienen haciendo reaccionar poliisocianatos con compuestos que contienen hidrógeno reactivo con isocianato, usando agentes espumantes, y en particular incluye productos celulares obtenidos con agua como agente espumante reactivo (que implica una reacción de agua con grupos isocianato produciendo uniones urea y dióxido de carbono y produciendo espumas de poliurea-poliuretano).

4) El término “funcionalidad hidroxilo nominal “ o “funcionalidad nominal” o “funcionalidad hidroxilo” se usa en el presente documento para indicar la funcionalidad (número de grupos hidroxilo por molécula) de la composición de poliol con la suposición de que esa es la funcionalidad (número de átomos de hidrógeno activo por molécula) del/de los iniciador(es) usado(s) en su preparación aunque en la práctica será a menudo algo inferior debido a algo de insaturación terminal. El término “peso equivalente” se refiere al peso molecular por átomo de hidrógeno reactivo con isocianato en la molécula.

5) La palabra “promedio” se refiere a “promedio en número”.

6) La densidad se mide con muestras de espuma producidas en condiciones atmosféricas sin uso de agentes de soplado auxiliares y según la norma ISO 845.

7) Dureza, CLD: desviación por carga de compresión al 40% medida según la norma ISO 3386/1 con la condición de que la dureza se mide con muestras secas y no trituradas durante el primer ciclo.

8) Hinchamiento de espuma, ΔV, es el aumento de volumen de muestras de espuma al 100% de saturación de agua, en %:

$$\Delta V = \frac{V_1 - V_2}{V_2} \times 100(\%)$$

donde $V_2$ es el volumen de la espuma sin captación de agua y $V_1$ es el volumen de la espuma a absorción de agua máxima ambos a 23ºC y el 50% de humedad relativa. Con el fin de determinar $V_1$, se sumerge la espuma en agua durante 24 h a presión ambiental y 23ºC.

9) La resiliencia se mide según la norma ISO 8307 con la condición de que la resiliencia se mide con muestras sin triturar y secas.

10) Los valores de retención de agua se miden en esta invención por medio de valores de pF. En el contexto de la invención los valores de pF corresponden a volúmenes de agua retenidos en la espuma tras sumergir una muestra de espuma en agua durante un periodo predefinido para lograr una muestra de espuma saturada con agua y luego someter la espuma saturada con agua a diferentes subpresiones durante un periodo predefinido. En una curva de pF el contenido en agua volumétrico medido retenido en la espuma se traza en el eje Y, frente a la subpresión aplicada en el eje X (negativo). En la curva pF un valor de $pF_0$ corresponde a un volumen de agua retenida en una muestra de espuma saturada con agua tras someter dicha muestra de espuma durante un periodo predefinido a una presión de columna de $H_2O$ de 0 cm. En la curva pF un valor de $pF_1$ corresponde a un volumen de agua retenida en una muestra de espuma saturada con agua tras someter dicha muestra de espuma durante un periodo predefinido a una presión de columna de $H_2O$ de -10 cm. En la curva pF un valor de $pF_{1,5}$ corresponde a un volumen de agua

retenida en una muestra de espuma saturada con agua tras someter dicha muestra de espuma durante un periodo predefinido a una presión de columna de $H_2O$ de -32 cm.

Valores de $pF_0$ y de $pF_1$ tomados de la curva de pF son adecuados para calcular la retención de agua y por tanto la disponibilidad de agua en una espuma de poliuretano. $pF_0$ y $pF_1$ se definen adicionalmente como

$$pF_0 = \frac{V_u}{V_f} \times 100(\%)$$

$$pF_1 = \frac{V_{r-1}}{V_f} \times 100(\%)$$

donde $V_f$ es el volumen inicial (en ml) de una muestra de espuma (seca), $V_u$ es la captación de agua (lo que significa el volumen de agua retenida en una muestra de espuma saturada con agua tras someter dicha muestra de espuma durante un periodo predefinido a una presión de columna de $H_2O$ de 0 cm) en ml de la muestra de espuma cuando se satura con agua y $V_{r-1}$ es el volumen del agua retenida en ml tras someter la muestra de espuma saturada con agua a una presión de columna de $H_2O$ de -10 cm durante un periodo predefinido.

$V_f$, $V_u$ y $V_{r-1}$ se determinan de la siguiente manera: se corta una muestra de espuma para obtener dimensiones indicadas tales como 100x120x75 mm o 100x120x60 mm (longitud x ancho x altura). Por tanto el $V_f$ de la muestra es de 900 ml o 720 ml. El peso seco de la muestra de espuma se determina a 105ºC. Luego se sumerge la muestra de espuma durante un periodo predefinido de 6 horas a presión atmosférica y 23ºC en un baño de agua de tal manera que 1 cm de la muestra en la dirección de altura se extiende por encima de la superficie de agua.

Luego se sumerge la muestra completamente en el baño de agua durante 18 horas a presión atmosférica y 23ºC. Posteriormente se coloca la muestra sobre un tamiz con una malla de 0,5-1 cm a la misma presión y temperatura y se deja que libere agua durante 30 minutos. Finalmente se determina de nuevo el peso de la muestra de espuma (que contiene el agua restante) y se calcula $V_u$, suponiendo una densidad del $H_2O$ de 1 kg/dm$^3$.

Luego se coloca la muestra saturada con agua durante 24 h en un entorno cerrado a 23ºC y se aplica una presión subatmosférica a la superficie inferior de la muestra (por ejemplo hasta una presión de columna de $H_2O$ de -10 cm medida a partir de la altura media de la muestra de espuma con el fin de medir $pF_1$).

Finalmente se determina de nuevo el peso de la muestra y se calcula el volumen $V_{r-1}$ de agua retenida en la muestra (suponiendo una densidad de agua de 1 kg/dm$^3$).

Un dispositivo que puede usarse para medir valores de pF y adecuado para crear un entorno subatmosférico en la superficie inferior de la muestra es el denominado Sandbox que puede obtenerse de la empresa holandesa Eijkelkamp (www.eijkelkamp.com) y se usa para determinaciones de pF.

El cálculo del contenido en agua en base a volumen también se describe en la norma ISO 11274 para muestras de tierra tras someter las muestras de tierra a una presión métrica (véase la sección 5.5) y también puede aplicarse para calcular el contenido en agua en las muestras de espuma de la presente invención. La presión métrica se refiere en el presente documento a la subpresión aplicada en cm de columna de $H_2O$.

11) Capacidad de tampón de agua (WBC, %) puede definirse como $pF_0$- $pF_{1,5}$ (también denominado en la técnica anterior $\Phi_0$ - $\Phi_{32}$), donde

$$pF_0 = \Phi_0 = \frac{V_u}{V_f} x100(\%)$$

y

$$pF_{1.5} = \Phi_{32} = \frac{V_{r-1.5}}{V_f} x100(\%),$$

y donde $V_f$ es el volumen inicial (en ml) de una muestra de espuma (seca), $V_u$ es la captación de agua (en ml) de la muestra de espuma cuando se satura con agua y $V_{r-1,5}$ es el volumen del agua retenida tras someter la muestra de espuma saturada con agua a una presión de columna de $H_2O$ de -32 cm durante un periodo predefinido en ml. $V_f$, $V_u$ y $V_{r-1,5}$ se determinan como se describió en el punto 10).

12) La insaturación de la mezcla de poliol que se usa en el procedimiento según la presente invención, expresada en meq/g (miliequivalentes de grupos insaturados por gramo de poliol), se determina mediante la norma ISO 17710.

La invención se ilustra adicionalmente con los siguientes ejemplos.

Ejemplos 1-8

Se produjeron espumas permitiendo que las formulaciones indicadas reaccionasen en condiciones de espumación libre (excepto el ejemplo 6 que compara muestras moldeadas frente a de espumación libre).

Se usan los siguientes componentes:

Poliisocianato 1: un prepolímero que tiene un índice de NCO del 26,82% en peso, preparado haciendo reaccionar 93 pbw de Suprasec® 2185 de Huntsman y 7 pbw de P3380 de Perstorp un polioxietileno-poliol iniciado con trimetilolpropano que tiene un índice de OH de 382 mg de KOH/g. Este polímero es en particular muy adecuado para la producción de espuma de sustrato con un valor de $pF_1$ de >70% para su uso en bloques de propagación.

Poliisocianato 2 es un prepolímero obtenidos haciendo reaccionar 54 pbw de Suprasec® 2185 y 36 pbw Suprasec® MPR y 10 pbw de poliol 3380 (a polioxietileno-triol de Perstorp que tiene un índice de OH de 382 mg de KOH/g) y que tiene un índice de NCO de aproximadamente el 25,9% en peso. Este prepolímero es en particular muy adecuado para la producción de espuma de sustrato con un valor de $pF_1$ en el intervalo del 10 - 60% para su uso en esteras de cultivo.

Poliisocianato 3 es Suprasec® 2185 de Huntsman (no prepolímero).

Poliisocianato 4 es un prepolímero obtenido haciendo reaccionar 30 pbw de 4,4'MDI y 70 pbw de un polioxietileno iniciado con triol que tiene residuos de oxipropileno y oxietileno al azar con un contenido en oxietileno del 75% en peso. El prepolímero tiene un índice de NCO de aproximadamente el 7,85% en peso.

Poliol 1: Daltocel® F555, un poliéter-poliol de Huntsman que tiene un índice de OH de aproximadamente 28 mg de KOH/g, un contenido en oxietileno de aproximadamente el 77% en peso (con respecto a poliol). Poliol 1 es adecuado para su uso como primer poliéter-poliol tal como se menciona en esta invención.

Poliol 2: Jeffol® G 11-56 (también similar a Daltocel® F450 comercialmente disponible, un poliéter-poliol de Huntsman), un polioxietileno-polioxipropileno-poliol que tiene un índice de OH de aproximadamente 56 mg de KOH/g, un contenido en oxietileno en el intervalo del 25-30% en peso (con respecto al poliol) y un peso molecular promedio de aproximadamente 3000. Poliol 2 es adecuado para su uso como segundo poliéter-poliol tal como se menciona en esta invención.

Poliol 3: Daltocel® F442, un poliéter-poliol de Huntsman que tiene una funcionalidad nominal de 3, un índice de OH de aproximadamente 42 mg de KOH/g y que comprende grupos oxietileno y oxipropileno, siendo la cantidad de grupos oxietileno de aproximadamente el 75% en peso (con respecto al poliol). Poliol 3 es adecuado para su uso como primer poliéter-poliol tal como se menciona en esta invención.

Poliol 4: Daltocel® F489, un poliéter-poliol de Huntsman que tiene una funcionalidad nominal de 3, un índice de OH de aproximadamente 28 mg de KOH/g y que comprende grupos oxietileno y oxipropileno, siendo la cantidad de grupos oxietileno de aproximadamente el 27,5% en peso (con respecto al poliol).

Catalizador 1: Jeffcat® DPA de Huntsman

Catalizador 2: Jeffcat® ZF-10, de Huntsman.

Tensioactivo 1: Tegostab® B8724LF, de Evonik

Tensioactivo 2: Dabco® DC 198, de Air Products

Suprasec, Daltocel, Jeffol y Jeffcat son marcas comerciales de Huntsman Corporation o una filial de la misma que se han registrado en uno o más, pero no todos, los países.

Se sometieron las espumas a pruebas físicas con el fin de determinar la densidad, la resiliencia, la dureza (CLD), la estabilidad de la espuma dimensional o el hinchamiento ($\Delta V$), valores de retención de agua ($pF_0$, $pF_{0,7}$, $pF_1$, $pF_{1,5}$, $pF_2$). Los valores de retención de agua se miden con muestras de espuma sin triturar que tienen dimensiones de 100x120x75 mm a menos que se indique lo contrario.

Las cantidades en las formulaciones se dan siempre en partes en peso (pbw).

Ejemplo 1: comparación con espumas de sustrato vegetal del estado de la técnica producidas a partir de poliuretano y fabricadas a un índice de isocianato bajo

En la tabla 1 las espumas 1 y 2 son espumas de sustrato vegetal del estado de la técnica producidas a partir de poliuretano y fabricadas a un índice de isocianato bajo. Por tanto, las espumas 1 y 2 son ejemplos comparativos, las espumas 3 y 4 son según la invención. En primer lugar se trituró la espuma 1 antes de llevar a cabo mediciones de pF con el fin de abrir las células en la espuma (de lo contrario la espuma está demasiado cerrada y no absorberá agua), no es necesario triturar de antemano las espumas 2, 3 y 4.

Ejemplo 2: valores de retención de agua

En la tabla 2, las espumas 5 y 6 son espumas de sustrato vegetal del estado de la técnica producidas a partir de poliuretano y fabricadas a un índice de isocianato bajo. La lana de roca es un sustrato de crecimiento para plantas disponible comercialmente basado en fibras minerales. Por tanto, las espumas 5 y 6 de lana de roca son ejemplos comparativos, las espumas 7 y 8 son según la invención y se producen en una máquina dispensadora a baja presión. En primer lugar se trituró la espuma 5 (comparable a la espuma 1 de la técnica anterior en el ejemplo 1) antes de llevar a cabo mediciones de pF con el fin de abrir las células en la espuma (de lo contrario la espuma está demasiado cerrada y no absorberá agua).

La figura 2B ilustra la curva de pF para los sustratos vegetales mencionados en la tabla 2. Los valores de pF se miden con muestras que tienen dimensiones de 100x100x60 mm (longitud x ancho x altura). Para la espuma 5 los datos de pF en la figura 2B se originan a partir de muestras trituradas.

Ejemplo 3: efecto de razones de poliéter-poliol y composición usada para fabricar las espumas de poliuretano según la invención

En la tabla 3 las espumas 9-17 son espumas producidas a partir de poliuretano y fabricadas usando los componentes reactivos según la invención pero a diferentes razones de componentes reactivos con poliisocianato (poliéter-polioles). Las espumas 10, 11, 12, 13 y 14 se producen usando las formulaciones (razones) según la invención, las espumas 9, 15, 16 y 17 se producen usando diferentes razones y por tanto son ejemplos comparativos. La espuma 9 tiene un valor de $pF_0$ demasiado bajo y por tanto no tiene buena retención de agua para el crecimiento de plantas, las espumas 16 y 17 se colapsaron y la espuma 15 tuvo una estructura celular más gruesa.

Ejemplo 4: efecto del contenido en agua en el procedimiento usado para fabricar las espumas de poliuretano según la invención

En la tabla 4 todas las espumas se fabrican según la invención usando la misma composición de isocianato y a un índice de isocianato idéntico de 110. Las espumas 18, 20 y 22 son espumas producidas con 5,5 pbw de agua y las espumas 19, 21 y 23 son espumas producidas con 6,5 pbw de agua. Las espumas fabricadas usando una cantidad de agua mayor conducen a espumas que tienen menos hinchamiento.

Ejemplo 5: efecto de la composición de isocianato en el procedimiento usado para fabricar las espumas de poliuretano según la invención

En la tabla 5 todas las espumas se fabrican según la invención usando la misma composición de poliéter-poliol pero con una composición de isocianato diferente. Las espumas 24, 25, 27 y 28 son espumas producidas usando un prepolímero de poliisocianato. Las espumas 26 y 29 son espumas producidas con una composición de poliisocianato que no es un prepolímero. Las espumas fabricadas usando un isocianato de prepolímero tienen una dureza más alta. Las espumas producidas usando una composición de isocianato de prepolímero son mejores para fabricar medios de crecimiento para plantas para plántulas debido a su mejor capacidad de retención de agua (valores de $pF_1$).

Ejemplo 6: efecto del moldeo durante la fabricación de las espumas de poliuretano según la invención

En la tabla 6 todas las espumas se fabrican usando las mismas formulaciones (según la invención). La cantidad de sobrecarga fue del 0% (sin moldeo, procedimientos de espumación libre), del 30%, del 45% y del 55%.

Ejemplo 7: formulación típica usada para fabricar las espumas según la invención y adecuada como medios de crecimiento para plantas

En la tabla 7 se muestran formulaciones típicas que son adecuadas para fabricar las espumas según la invención. Las espumas 34-39 tienen todas valores de retención de agua muy buenos y son muy adecuadas para su uso como medios de crecimiento para plantas. El valor de $pF_1$ alto ($pF_1$ > 50%) hace que espumas sean en particular adecuadas para hacer crecer plántulas (alta demanda de agua). Las espumas en la tabla 7 se producen en una

máquina dispensadora a baja presión a gran escala (lo que puede dar como resultado una espuma ligeramente más de “célula abierta” en comparación con espumas a escala de laboratorio mezcladas a mano).

Ejemplo 8: resultados de crecimiento

Se cultivaron semillas de pepino en la espuma comparativa 1 así como en las espumas 7 y 8 que son según la invención (véase la tabla 2 para formulaciones). Tras 21 días se cortaron las plantas por encima de la espuma de sustrato y luego se determinó el peso de las plantas (véase la tabla 8). Las espumas según la invención dan plantas con peso de planta aumentado significativo en comparación con plantas cultivadas sobre la espuma comparativa 1.

Tabla 1: Comparación de espumas de sustrato vegetal del estado de la técnica producidas a partir de PU y fabricadas a índice de NCO bajo

| Ejemplo | Espuma 1 | Espuma 2 | Espuma 3 | Espuma 4 |
|---|---|---|---|---|
| | 28012-1-17 | HM 130511-1 | VM 250811-8 | VM 250811-9 |
| Poliisocianato 1, pbw | - | - | 92,1 | - |
| Poliisocianato 2, pbw | 38,4 | - | - | 95,1 |
| Poliisocianato 4, pbw | - | 100 | - | - |
| Poliol 1 (F555), pbw | - | - | 37 | 37 |
| Poliol 2 (Jeffol® G11 56), pbw | - | - | 60 | 60 |
| Poliol 3 (F442), pbw | 7,9 | - | - | - |
| Poliol 4 (F489), pbw | 48 | - | - | - |
| Catalizador 1, pbw | 0,3 | - | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | 0,02 | - | 0,1 | 0,1 |
| Tensioactivo 1, pbw | 0,25 | - | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | - | - | 2 | 2 |
| Agua, pbw | 5,1 | 30 | - | - |
| Índice de isocianato | 39 | 6 | 100 | 100 |
| Índice de agua | 280 | 1773 | 100 | 100 |
| Resiliencia, % | 25,4 | 43,2 | 14,9 | 15,2 |
| Densidad, sin triturar, kg/m$^3$ | 33,7 | 74 | 37 | 31,4 |
| CLD al 40%, sin triturar, seco, kPa | 11,25 | 3,4 | 50,86 | 33,07 |
| ΔV, sin triturar, % | 12,98 | 71 | 13,63 | 15,43 |
| $pF_0$, sin triturar, % | 41,5 | 92,3 | 85 | 88 |
| $pF_0$, triturado, % | 76 | - | - | - |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, % | 40,8 | 88 | 82 | 82 |
| $pF_{0,7}$, triturado, % | 47 | - | - | - |
| $pF_1$, sin triturar, % | 38,8 | 72,8 | 75 | 49 |
| $pF_1$, triturado, % | 14 | - | - | - |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, % | 38,7 | 32,4 | 21 | 13 |
| $pF_{1,5}$, triturado, % | 14 | - | - | - |
| $pF_2$, sin triturar, % | 38,4 | 31,2 | 20 | 13 |
| $pF_2$, triturado, % | 13 | - | - | - |
| WBC ($pF_0$-$pF_{1,5}$), sin triturar, % | 2,8 | 59,9 | 64 | 75 |
| WBC ($pF_0$-$pF_{1,5}$), triturado, % | 69,9 | - | - | - |
| (-) significa no presente o sin medir | | | | |

Tabla 2: valores de pF para diferentes sustratos de crecimiento para plantas.

| Ejemplo | Lana de roca | Espuma 5 | Espuma 6 | Espuma 7 | Espuma 8 |
|---|---|---|---|---|---|
| - | - | 28012-1-17 | HM130511-1 | CV2123 | CV2142 |
| Poliisocianato 1, pbw | - | - | - | - | 102,5 |
| Poliisocianato 2, pbw | - | 38,4 | - | 114,6 | - |
| Poliisocianato 4, pbw | - | - | 100 | - | - |
| Poliol 1 (F555), pbw | - | - | - | 37 | 37 |
| Poliol 2 (Jeffol®G11-56), pbw | - | - | - | 60 | 60 |
| Poliol 3 (F442), pbw | - | 7,9 | - | - | - |
| Poliol 4 (F489), pbw | - | 48 | - | - | - |
| Catalizador 1, pbw | - | 0,3 | - | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | - | 0,02 | - | 0,2 | 0,2 |
| Tensioactivo 1, pbw | - | 0,25 | - | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | - | - | - | 2 | 2 |
| Agua, pbw | - | 5,1 | 30 | 4,5 | 4,5 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Índice de isocianato | - | 39 | 6 | 120 | 110 |
| Índice de agua | - | 280 | 1773 | - | - |
| Resiliencia, % | - | 25,4 | 43,2 | 18 | 22,1 |
| Densidad, sin triturar, kg/m$^3$ | - | 33,7 | 74 | 29,1 | 29,3 |
| CLD al 40%, sin triturar, seco, kPa | - | 11,25 | 3,4 | 24,8 | 41,7 |
| ΔV, sin triturar, % | - | 12,98 | 71 | 16,4 | 10,9 |
| $pF_0$, sin triturar, %<br>$pF_0$, triturado, % | 96<br>- | 41,5<br>76 | 92,3<br>- | 94<br>- | 96<br>- |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, %<br>$pF_{0,7}$, triturado, % | 94<br>- | 40,8<br>47 | 88<br>- | 85<br>- | 95<br>- |
| $pF_1$, sin triturar, %<br>$pF_1$, sin triturar, % | 63<br>- | 38,8<br>14 | 72,8<br>- | 20<br>- | 88<br>- |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, %<br>$pF_{1,5}$, triturado, % | 3<br>- | 38,7<br>14 | 32,4<br>- | 10<br>- | 12<br>- |
| $pF_2$, sin triturar, %<br>$pF_2$, triturado, % | 3<br>13 | 38,4<br>- | 31<br>- | -<br>- | -<br>- |
| WBC ($pF_0$ - $pF_{1,5}$), sin triturar, %<br>WBC ($pF_0$ - $pF_{1,5}$), triturado, % | 89<br>- | 2,8<br>69,9 | 59,9<br>- | 84<br>- | 83,86<br>- |
| (-) significa no presente o sin medir | | | | | |

Tabla 3: Efecto de la razón de poliéter-poliol

| Espuma n.º | Espuma 9 | Espuma 10 | Espuma 11 | Espuma 12 | Espuma 13 | Espuma 14 | Espuma 15 | Espuma 16 | Espuma 17 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | VM120811-3 | VM120811-4 | VM 170811-1 | VM 120811-2 | VM190811-1 | VM190811-2 | VM190811-3 | VM190811-4 | VM190811-5 |
| Poliisocianato 1, pbw | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Poliisocianato 2, pbw | 107,5 | 106,6 | 105,7 | 104,8 | 104 | 103,1 | 102,2 | 101,3 | 100,4 |
| Poliol 1 (F555), pbw | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| Poliol 2 (Jeffol® G11-56), pbw | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 | 40 | 30 | 20 | 10 |
| Poliol 3 (F442), pbw | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Poliol 4 (F489), pbw | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Catalizador 1, pbw | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Tensioactivo 1, pbw | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Agua, pbw | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Índice de isocianato | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Índice de agua | 89,2 | 89,3 | 89,4 | 89,4 | 89,0 | 89,6 | 89,7 | 89,8 | 89,8 |
| Resiliencia | 16 | 16,5 | 16,6 | 16 | 15,7 | 16,9 | ** 16,4 | * | * |
| Densidad, sin triturar, kg/m$^3$ | 26,7 | 28,6 | 31,6 | 33 | 34,3 | 36 | ** 38,7 | * | * |
| CLD al 40%, sin triturar, seco, kPa | 28,9 | 26,0 | 42,2 | 41,0 | 39,5 | 33,6 | ** 30,8 | * | * |
| ΔV, sin triturar, % | 8,4 | 7,0 | 9,1 | 12,0 | 14,8 | 16,3 | ** 22,2 | * | * |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $pF_0$, sin triturar, % | 43 | 72,5 | 91,5 | 87,1 | 85 | 76,1 | ** 56 | * | * |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, % | - | 71,6 | 88,9 | 73,9 | 73,2 | 64,5 | ** | * | * |
| $pF_1$, sin triturar, % | 27,8 | 69,0 | 68,8 | 25 | 19 | 22,1 | ** | * | * |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, % | - | 26,0 | 13,7 | 11,6 | 13,4 | 20,8 | ** | * | * |
| $pF_2$, sin triturar, % | - | 24,3 | 13,8 | 11,5 | 13,3 | 20,2 | ** | * | * |
| WBC ($pF_0$ - $pF_{1,5}$), sin triturar, % | - | 46,5 | 78 | 76 | 72 | 55 | ** | * | * |
| (*) significa espumas colapsadas (**) significa espuma que tiene estructura de célula gruesa, (-) significa no presente o sin medir | | | | | | | | | |

Tabla 4: Efecto del contenido en agua

| Espuma n.º | Espuma 18 | Espuma 19 | Espuma 20 | Espuma 21 | Espuma 22 | Espuma 23 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | VM240811-4 | VM240811-5 | VM240811-6 | VM250811-1 | VM250811-4 | VM250811-5 |
| Poliisocianato 1, pbw | - | - | - | - | - | - |
| Poliisocianato 2, pbw | 125,5 | 145,2 | 124,6 | 144,4 | 122,8 | 142,6 |
| Poliol 1 (F555), pbw | 30 | 30 | 40 | 40 | 60 | 60 |
| Poliol 2 (Jeffol® G11-56), pbw | 70 | 70 | 60 | 60 | 40 | 40 |
| Poliol 3 (F442), pbw | - | - | - | - | - | - |
| Poliol 4 (F489), pbw | - | - | - | - | - | - |
| Catalizador 1, pbw | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Tensioactivo 1, pbw | - | - | - | - | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Agua, pbw | 5,5 | 6,5 | 5,5 | 6,5 | 5,5 | 6,5 |
| Índice de isocianato | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 | 110 |
| Índice de agua | 89,6 | 89,8 | 89,7 | 89,9 | 89,8 | 90 |
| Resiliencia | 13,0 | 10,9 | 15,2 | 14,1 | 17,4 | 18,5 |
| Densidad, sin triturar, $kg/m^3$ | 24,6 | 22,5 | 25,8 | 23,1 | 26,9 | 23,6 |
| CLD al 40%, sin triturar, seco, kPa | 47,0 | 67,8 | 39,6 | 56,1 | 50,7 | 58,1 |
| ΔV, sin triturar, % | 7,9 | 5,7 | 8,5 | 6,1 | 12,8 | 10,4 |
| $pF_0$, sin triturar, % | 74,7 | 71,9 | 89,3 | 78,1 | 80,8 | 73,2 |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, % | 73,2 | 70,5 | 87,7 | 76,5 | 78,5 | 68,2 |
| $pF_1$, sin triturar, % | 61,6 | 64,9 | 40,9 | 61,7 | 59,1 | 48,6 |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, % | 12,7 | 21,3 | 10,4 | 14,3 | 18,5 | 19,5 |
| $pF_2$, sin | 12,2 | 20,8 | 10,1 | 13,5 | 17,7 | 17,8 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| triturar, % | | | | | | |
| WBC ($pF_0$ - $pF_{1,5}$), sin triturar, % | 62,0 | 50,6 | 78,9 | 63,8 | 62,3 | 53,7 |
| (-) significa no presente o sin medir | | | | | | |

Tabla 5: Efecto de composición de poliisocianato

| Espuma n.º | Espuma 24 | Espuma 25 | Espuma 26 | Espuma 27 | Espuma 28 | Espuma 29 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | VM250811-8 | VM250811-9 | VM250811-10 | VM250811-11 | VM250811-12 | VM250811-13 |
| Poliisocianato 1, pbw | 92,1 | - | - | 101,3 | - | - |
| Poliisocianato 2, pbw | - | 95,1 | - | - | 104,6 | - |
| Poliisocianato 3, pbw | - | - | 80,4 | - | - | 88,5 |
| Poliol 1 (F555), pbw | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Poliol 2 (Jeffol® G11-56), pbw | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Poliol 3 (F442), pbw | - | - | - | - | - | - |
| Poliol 4 (F489), pbw | - | - | - | - | - | - |
| Catalizador 1, pbw | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Tensioactivo 1, pbw | - | - | - | - | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Agua, pbw | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Índice de isocianato | 100 | 100 | 100 | 110 | 110 | 110 |
| Índice de agua | 100 | 100 | 100 | 89,5 | 89,5 | 89,5 |
| Resiliencia | 13,3 | 14,9 | 22,3 | 11 | 15,2 | 16,9 |
| Densidad, sin triturar, kg/m$^3$ | 37 | 31,4 | 27,6 | 37 | 31,8 | 28,4 |
| CLD al 40%, sin triturar, seco, kPa | 50,86 | 33,07 | 22,28 | 67,76 | 42,99 | 30,5 |
| ΔV, sin triturar, % | 14,2 | 16,3 | 14,9 | 11,8 | 9,3 | 11,4 |
| $pF_0$, sin triturar, % | 91,3 | 87,1 | 83,5 | 86,7 | 84,5 | 85,4 |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, % | 91,3 | 85 | 75 | 85,4 | 81,4 | 82,2 |
| $pF_1$, sin triturar, % | 85 | 40,5 | 20 | 82,7 | 43,7 | 33,4 |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, % | 12,4 | 10,9 | 7 | 14,1 | 12,1 | 9,1 |
| $pF_2$, sin triturar, % | 12,2 | 10,8 | 6,8 | 13,9 | 11,9 | 8,9 |
| WBC ($pF_0$-$pF_{1,5}$), sin triturar, % | 78,9 | 76,2 | 76,5 | 72,6 | 72,4 | 76,3 |
| (-) significa no presente o sin medir | | | | | | |

Tabla 6: Efecto del moldeo sobre características de espuma

| Espuma n.º | Espuma 30 280912-1 | Espuma 31 VM190912-2 | Espuma 32 VM190912-5 | Espuma 33 VM190912-4 |
|---|---|---|---|---|
| % de sobrecarga | Sin moldeo | 30 | 45 | 55 |
| Poliisocianato 1, pbw | - | - | - | - |
| Poliisocianato 2, pbw | 95,1 | 95,1 | 95,1 | 95,1 |
| Poliisocianato 3, pbw | - | - | - | - |
| Poliol 1 (F555), pbw | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Poliol 2 (Jeffol® G11-56), pbw | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Poliol 3 (F442), pbw | - | - | - | - |
| Poliol 4 (F489), pbw | - | - | - | - |
| Catalizador 1, pbw | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| Tensioactivo 1, pbw | - | - | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | 2 | 2 | 1,5 | 1,5 |
| Agua, pbw | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Índice de isocianato | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Resiliencia | 16,6 | 22,5 | 21,0 | 19,5 |
| Densidad, sin triturar, kg/m$^3$ | 32,9 | 39,1 | 43,4 | 46,5 |
| CLD al 40%, sin triturar, seco, kPa | 35,1 | 48,2 | 68,2 | 75,4 |
| ΔV, sin triturar, % | 14,0 | 17,1 | 18,3 | 21,7 |
| $pF_0$, sin triturar, % | 84,3 | 75,6 | 77,8 | 74,1 |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, % | 80,2 | 72,6 | 76,2 | 73,0 |
| $pF_1$, sin triturar, % | 38,8 | 57,8 | 67,2 | 65,8 |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, % | 9,7 | 12,6 | 13,9 | 13,9 |
| (-) significa no presente o sin medir | | | | |

Tabla 7: Fórmulas típicas adecuadas para fabricar la espuma según la invención (medios de crecimiento para plantas).

| Espuma n.º | Espuma 34 CV2128 | Espuma 35 CV2129 | Espuma 36 CV2130 | Espuma 37 CV2120 | Espuma 38 CV2144 | Espuma 39 CV2123 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| % de sobrecarga | No | No | No | No | No | No |
| Poliisocianato 1, pbw | 92,0 | 101,4 | 110,6 | - | - | - |
| Poliisocianato 2, pbw | - | - | - | 95,2 | 104,7 | 114,2 |
| Poliol 1 (F555), pbw | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Poliol 2 (Jeffol® G11-56), pbw | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Catalizador 1, pbw | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | - | - | 0,2 | - | 0,2 | 0,2 |
| Tensioactivo 2, pbw | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Agua, pbw | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 | 4,5 |
| Índice de isocianato | 100 | 110 | 120 | 100 | 110 | 120 |
| Índice de agua | 100 | 89,5 | 80,9 | 100 | 89,5 | 80,9 |
| Resiliencia | 14,1 | 13,4 | 14,2 | 14,6 | 15,1 | 16,6 |
| Densidad, sin triturar, kg/m$^3$ | 33,7 | 33,1 | 32,3 | 30,9 | 28,4 | 30,9 |
| CLD al 40%, | 37 | 41,7 | 47,7 | 20,9 | 23,5 | 24,8 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| sin triturar, seco, kPa | | | | | | |
| ΔV, sin triturar, % | 19,1 | 12,4 | 14,9 | 23,5 | 18,8 | 10,5 |
| $pF_0$, sin triturar, % | 95,9 | 96,2 | 96 | 86,7 | 89,5 | 92,6 |
| $pF_{0,7}$, sin triturar, % | 95,1 | 95,4 | 94,3 | 45,4 | 52,1 | 58,7 |
| $pF_1$, sin triturar, % | 41,8 | 64,6 | 62,3 | 12,1 | 17,7 | 25,7 |
| $pF_{1,5}$, sin triturar, % | 10,8 | 11,9 | 12,8 | 5,3 | 6,8 | 10,1 |
| $pF_2$, sin triturar, % | 9,3 | 8 | 6,6 | 5,1 | 6,4 | 9,7 |
| WBC ($pF_0$ - $pF_{1,5}$), sin triturar, % | 85 | 84,3 | 83,2 | 81,3 | 82,7 | 82,4 |
| (-) significa no presente o sin medir | | | | | | |

Tabla 8: Resultados de prueba de crecimiento.

| | | LLP 1169 C | LLP 1170 C |
|---|---|---|---|
| | Espuma 1 | Espuma 7 | Espuma 8 |
| Poliisocianato 1, pbw | 38,4 | 114,2 | |
| Poliisocianato 2, pbw | - | - | 101,4 |
| Poliol 1, (F555), pbw | - | 38 | 38 |
| Poliol 2, (Jeffol® G11-56), pbw | - | 62 | 62 |
| Poliol 3, (F442), pbw | 7,9 | - | - |
| Poliol 4, (F489), pbw | 48 | - | - |
| Catalizador 1, pbw | 0,3 | 1 | 1 |
| Catalizador 2, pbw | 0,02 | 0,1 | 0,1 |
| Tensioactivo 1, pbw | 0,25 | - | - |
| Tensioactivo 2, pbw | - | 2 | 2 |
| Agua | 5,1 | 4,5 | 4,5 |
| Índice | 39 | 120 | 110 |
| Índice de agua | 276,8 | 80,9 | 89,5 |
| Fecha de siembra | 7-10-2011 | 7-10-2011 | 7-10-2011 |
| Fecha de trasplante | 12-10-2011 | 12-10-2011 | 12-10-2011 |
| Cosecha | 25-10-2011 | 25-10-2011 | 25-10-2011 |
| Peso de plantas promedio (g) | 1,7 | 8,1 | 7,9 |
| Rendimiento relativo (*) (%) | 21 | 100 | 97,5 |
| (-) significa no presente o sin medir<br>(*) rendimiento relativo con respecto al peso de planta promedio de la espuma 7 | | | |

**REIVINDICACIONES**

1. Medio de crecimiento para plantas producido a partir de una espuma de poliuretano que tiene una resiliencia (medida según la norma ISO 8307 con muestras secas y sin triturar) de como máximo el 40%, una desviación por carga de compresión (CLD) al 40% (medida según la norma ISO 3386/1 durante el primer ciclo con muestras secas y sin triturar) de al menos 16 kPa, una densidad de núcleo de espumación libre (medida según la norma ISO 845 en condiciones atmosféricas sin uso de agentes de soplado auxiliares) de al menos 20 kg/m$^3$ y un aumento de volumen en la saturación de agua de como máximo el 25% (medido según el método dado a conocer en la descripción).

2. Medio de crecimiento para plantas según la reivindicación 1, en el que la CLD es de al menos 20 kPa, preferiblemente al menos 25 kPa, la densidad de núcleo de espumación libre es de desde 20 hasta 50 kg/m$^3$, la resiliencia es de como máximo el 30% y el aumento de volumen es de como máximo el 20%.

3. Medio de crecimiento para plantas según las reivindicaciones anteriores, en el que el volumen de agua retenida en la espuma que tiene un tamaño de 100 x 120 x 75 mm (expresado como $pF_0$) saturada con agua y sometida a una presión de columna de $H_2O$ de 0 cm es de al menos el 70% y en el que el volumen de agua retenida en la espuma que tiene un tamaño de 100 x 120 x 75 mm (expresado como $pF_1$) saturada con agua y sometida a una presión de -10 cm $H_2O$ es del 10-90%, en el que $pF_0$ y $pF_1$ se definen además como

$$pF_0 = \frac{V_u}{V_f} \times 100(\%)$$

$$pF_1 = \frac{V_{r-1}}{V_f} \times 100(\%)$$

donde:

- $V_f$ es el volumen (en ml) de la muestra de espuma,

- $V_u$ es la absorción de agua (en ml) de la muestra de espuma saturada con agua y sometida a una presión de columna de $H_2O$ de 0 cm durante 30 min (en ml),

- $V_{r-1}$ es el volumen del agua retenida en la muestra de espuma saturada con agua y sometida a una presión de columna de $H_2O$ de -10 cm durante 24 h (en ml).

4. Medio de crecimiento para plantas según las reivindicaciones anteriores, en el que $pF_0$ es preferiblemente de al menos el 80%, más preferiblemente al menos el 90%.

5. Medio de crecimiento para plantas según las reivindicaciones anteriores para su uso como sustrato vegetal para el crecimiento de plántulas y/o para su uso como bloques de propagación en el que $pF_1$ es de al menos el 50%, más preferiblemente al menos el 60% y lo más preferiblemente al menos el 70%.

6. Procedimiento para la producción de la espuma de poliuretano según las reivindicaciones anteriores que comprende hacer reaccionar a un índice de isocianato de 90-150:

- un poliisocianato que comprende diisocianato de difenilmetano (MDI) y homólogos del mismo que tienen una funcionalidad isocianato de 3 o más en el que la cantidad de diisocianato calculada con respecto a la cantidad total de los diisocianatos y los homólogos está en el intervalo del 20-80%, preferiblemente en el intervalo del 25-70% en peso, y

- un primer polioxietileno-polioxipropileno-poliol que tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio en número de 2000-12000, un contenido en oxietileno de más del 50% en peso calculado con respecto al peso de este poliol, y

- un segundo polioxietileno-polioxipropileno-poliol que tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio en número de 2000-6000, un contenido en oxietileno del 20-45% en peso calculado con respecto al peso de este poliol, y

- contenido en agua de 2-7 partes en peso, y en el que la razón en peso del primer y el segundo poliol usados oscila entre 60:40 y 20:80.

7. Procedimiento para producir una espuma según la reivindicación 6, en el que el índice de isocianato es preferiblemente de 95-120 y más preferiblemente 100-110.

8. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones 6 y 7, en el que la cantidad de diisocianato calculada con respecto a la cantidad total de los diisocianatos y los homólogos es del 25-55% en peso

9. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que el poliisocianato es un prepolímero que tiene un índice de NCO del 10-30% en peso y producido haciendo reaccionar en primer lugar el poliisocianato con un poliol que tiene un peso molecular promedio en número de 62-7000 y preferiblemente 250-1000, una funcionalidad hidroxilo nominal promedio en número de 2-6, preferiblemente 2-4 y más preferiblemente 3 y un contenido en oxietileno de al menos el 50%.

10. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en el que el poliisocianato es un prepolímero que tiene un índice de NCO del 10-30% en peso y producido haciendo reaccionar en primer lugar el poliisocianato con al menos parte del primer y/o el segundo poliol.

11. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-10, en el que el primer poliéter-poliol tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio en número de 2-4 y preferiblemente 3, un peso molecular promedio en número de 2000-8000 y preferiblemente 3000-6000, un contenido en oxietileno de más del 60% en peso calculado con respecto al peso de este poliol y en el que el segundo polioxietileno-polioxipropileno-poliol tiene una funcionalidad hidroxilo nominal promedio de 2-4 y preferiblemente 3, un peso molecular promedio en número de 2000-4000, un contenido en oxietileno del 20-35% en peso calculado con respecto al peso de este poliol y en el que el contenido en agua es de 3,5-6 partes en peso y en el que los grupos oxietileno en el primer y el segundo poliol están distribuidos preferiblemente al azar.

12. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-11, en el que el contenido total de oxietileno es preferiblemente inferior al 50% en peso calculado con respecto al peso total del primer y el segundo poliéter.

13. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-12, en el que la razón en peso del primer y el segundo poliol usado oscila preferiblemente entre 49:51 y 20:80, más preferiblemente entre 49:51 y 30:70.

14. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-13, en el que el primer y el segundo poliéter-poliol se mezclan en primer lugar para formar una dispersión estable de poliéter-polioles antes de añadirlos al poliisocianato.

15. Procedimiento para producir una espuma según la reivindicación 14, en el que la razón de peso promedio del contenido en oxietileno en la dispersión estable de poliéter-polioles es inferior al 50% calculado con respecto al peso de la dispersión.

16. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-15, que comprende además la adición de extendedores de cadena y/o agentes de reticulación reactivos con isocianato que tienen un peso molecular promedio en número de 60-1999 y otros agentes auxiliares y aditivos.

17. Procedimiento para producir una espuma según cualquiera de las reivindicaciones 6-16, en el que la espuma se produce en un molde con una sobrecarga de como máximo el 100%, preferiblemente como máximo el 50%.

18. Uso de una espuma producida según cualquiera de las reivindicaciones anteriores 6-17, como medio de crecimiento para plantas en invernaderos, en techos verdes, en muros verdes y/o varias aplicaciones paisajísticas.

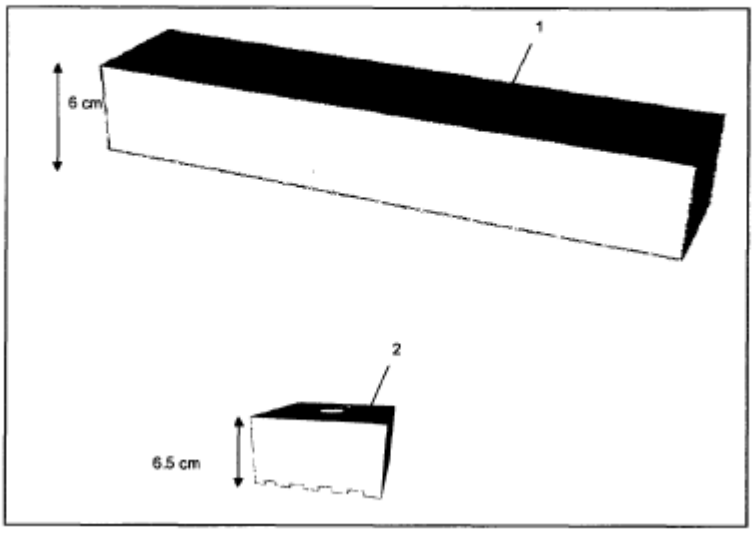


Figura 1A

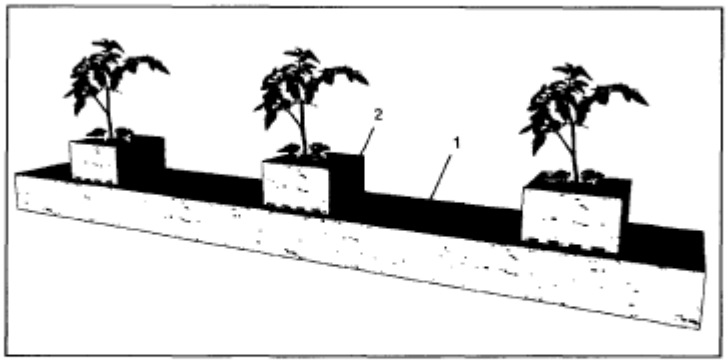


Figura 1B

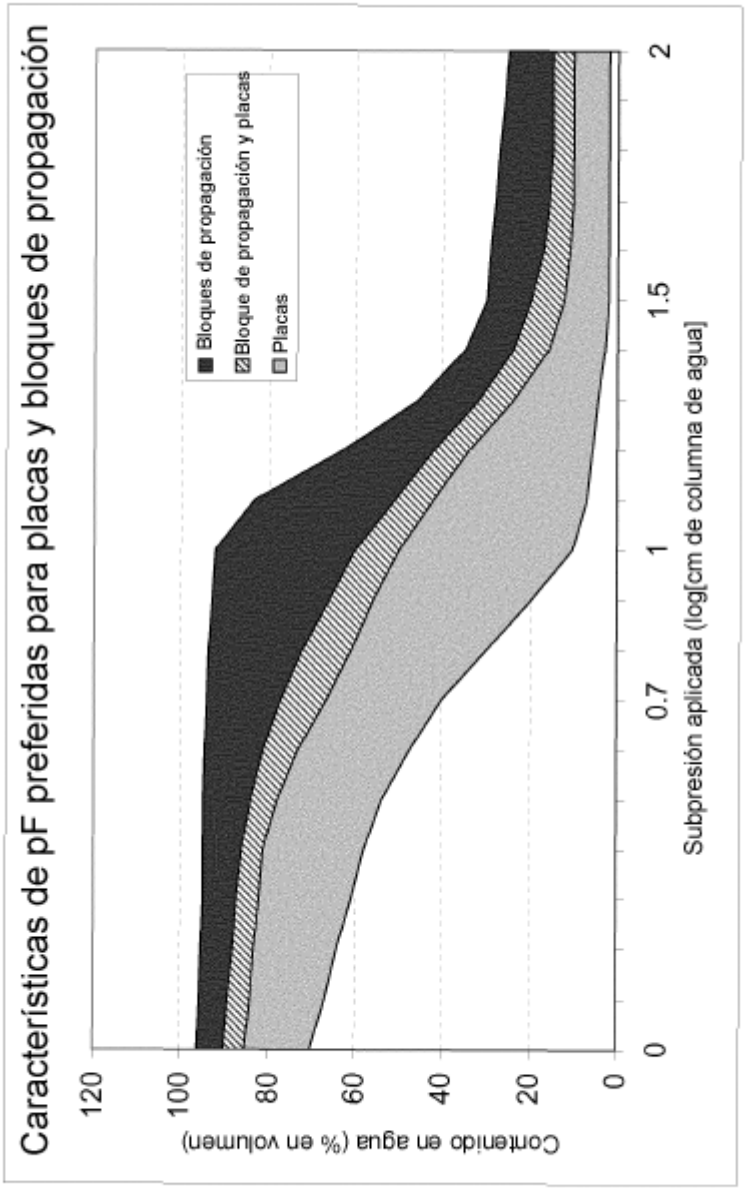
Características de pF preferidas para placas y bloques de propagación
Bloques de propagación
Bloque de propagación y placas
Placas
Contenido en agua (% en volumen)
120
100
80
60
40
20
0
0
0.7
1
1.5
2
Subpresión aplicada (log[cm de columna de agua]

Figura 2A

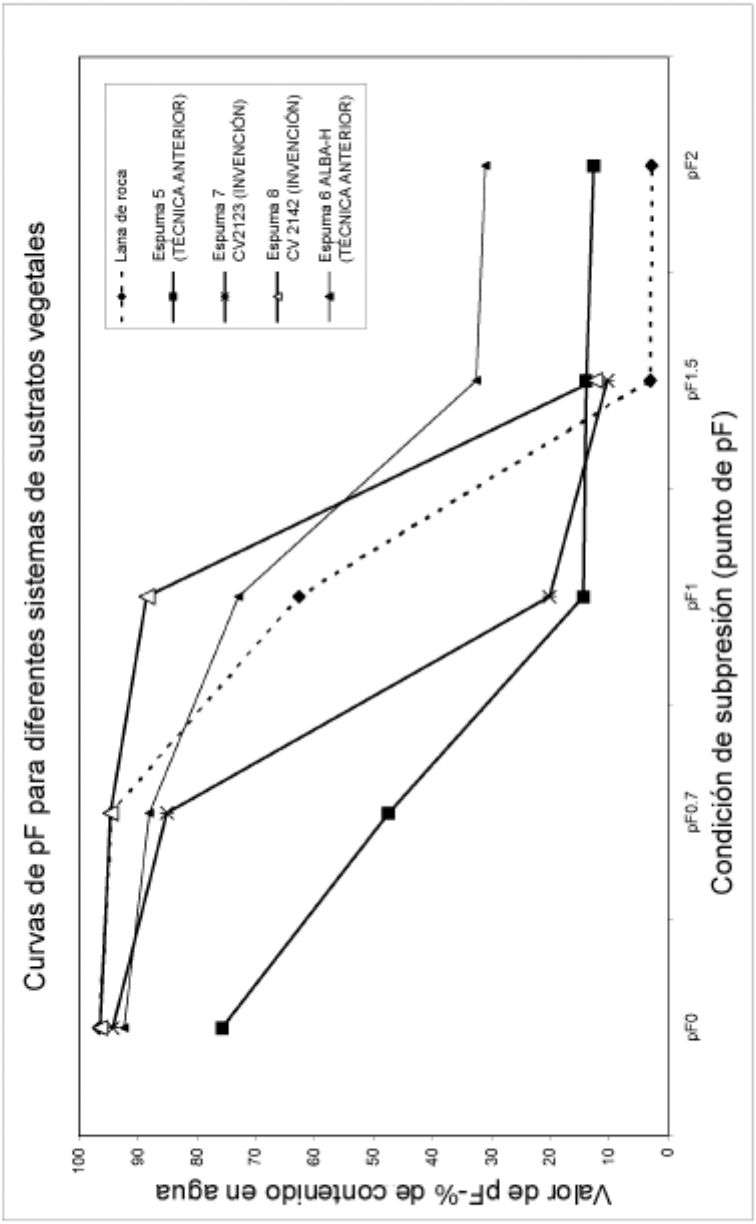
Curvas de pF para diferentes sistemas de sustratos vegetales
Valor de pF-% de contenido en agua
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
pF0
pF0.7
pF1
pF1.5
pF2
Condición de subpresión (punto de pF)
Lana de roca
Espuma 5 (TÉCNICA ANTERIOR)
Espuma 7 CV2123 (INVENCIÓN)
Espuma 8 CV 2142 (INVENCIÓN)
Espuma 6 ALBA-H (TÉCNICA ANTERIOR)

Figura 2B