

FERTILIZANTES GRANULARES Y MÉTODOS PARA PREPARARLOS

CAMPO TÉCNICO

[0001] La presente divulgación se refiere en general a fertilizantes granulares y a los métodos de fabricación y uso de los mismos. Más específicamente, la presente divulgación se refiere a gránulos de fertilizante recubiertos con un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua, una capa de liberación controlada, una capa de recubrimiento opcional y una capa de tratamiento de superficie externa.

ANTECEDENTES

[0002] Si bien ha habido mejoras significativas en la producción de fertilizantes de liberación controlada, todavía hay una necesidad de más avances en lo que se refiere a los cultivos que se cultivan en condiciones de inundación. Por ejemplo, muchos de los fertilizantes recubiertos actualmente en el mercado comparten un rasgo indeseable común: flotan. Una vez que los gránulos recubiertos comienzan a flotar, la corriente de agua y/o el viento transportan el fertilizante a áreas bajas en población de plantas, y las áreas de mayor población de plantas no pueden aprovechar los beneficios proporcionados por el fertilizante de liberación controlada. Los polímeros y la cera que generalmente forman las barreras exteriores de los fertilizantes son muy hidrófobos y harán que los gránulos se vuelvan flotantes. Grandes cantidades de fertilizantes recubiertos una vez distribuidos uniformemente en el campo de un agricultor se reubican en la elevación más baja del área. Esta ocurrencia indeseable es muy común cuando los agricultores intentan usar fertilizantes recubiertos en campos pre-inundados o post-inundados.

[0003] En consecuencia, sigue siendo necesario evitar que los fertilizantes recubiertos floten y se desplacen debido a la corriente del agua y el viento.

RESUMEN

[0004] Los problemas expuestos anteriormente, así como otros, son abordados por las siguientes invenciones, aunque debe entenderse que no todas las realizaciones de las invenciones descritas en este documento abordarán cada uno de los problemas descritos anteriormente. La presente divulgación proporciona gránulos recubiertos y métodos para hacer los gránulos recubiertos que facilitan hundirse y/o adherirse a la superficie subyacente (como el suelo). Los gránulos recubiertos incluyen un agente gelificante que sirve para anclar los gránulos recubiertos a la superficie del suelo y reduce la posibilidad de reubicación debido al laminado. Algunas realizaciones del gránulo incluyen un agente humectante exterior, como un surfactante, que facilita el hundimiento.

[0005] En un primer aspecto, se proporciona un gránulo de fertilizante recubierto, el gránulo de fertilizante recubierto incluye un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua, un recubrimiento que comprende una capa de uretano impregnada con un polímero súper absorbente, en el que la capa de uretano se forma a partir de un producto de reacción de uno o ambos de (i) un poliol mezclado con el polímero súper absorbente y reaccionado con isocianato, y/o ii) un isocianato mezclado con el polímero superabsorbente que reaccionó con poliol; una capa de liberación controlada dispuesta entre el núcleo y el recubrimiento; y una capa de tratamiento superficial dispuesta sobre el recubrimiento que incluye un surfactante y un solvente.

[0006] En un segundo aspecto, se proporciona un gránulo recubierto, el gránulo recubierto incluye un núcleo que incluye un compuesto soluble en agua; un recubrimiento que incluye un agente gelificante; una capa de liberación controlada entre el núcleo y el recubrimiento; y una capa de tratamiento superficial dispuesta sobre el recubrimiento que

incluye un surfactante y un solvente.

[0007] En un tercer aspecto, se proporciona un gránulo recubierto, el gránulo recubierto que incluye un recubrimiento de uretano impregnado con un polímero absorbente y un núcleo, en el que el recubrimiento de uretano se forma a partir de un producto de reacción de uno o ambos de: (i) un poliol mezclado con el polímero absorbente y reaccionado con isocianato; y ii) un isocianato mezclado con el polímero absorbente que reaccionó con poliol. En una realización, el gránulo incluye un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua. En otra realización, el gránulo incluye una capa de tratamiento superficial dispuesta sobre el recubrimiento formado a partir de un surfactante y un solvente.

[0008] En un cuarto aspecto, se proporciona un gránulo de fertilizante que incluye un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua, una capa de liberación controlada dispuesta alrededor del núcleo; y una capa de tratamiento superficial dispuesta sobre la capa de liberación controlada que incluye un surfactante y un disolvente.

[0009] En cualquiera de los aspectos anteriores, el surfactante puede ser un etoxilato de alcohol, un surfactante a base de silicona o una combinación de los mismos. En otra realización, el surfactante puede ser alquilpoliglucósido, éster de sorbitán etoxilado, alcohol polihídrico o una combinación de los mismos. En otra realización, el surfactante es una mezcla de alquil poliglucósido, éster de sorbitán etoxilado y alcohol polihídrico. En cualquiera de los aspectos anteriores, el disolvente puede ser tripropilenglicol.

[0010] En un quinto aspecto, se proporciona un método para hacer un gránulo de fertilizante recubierto, el método que incluye proporcionar un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua; aplicar una capa de liberación controlada dispuesta

sobre el núcleo; aplicar un recubrimiento sobre la capa de liberación controlada, el recubrimiento incluye una capa de uretano impregnada con un polímero súper absorbente, en el que la capa de uretano se forma a partir de un producto de reacción de uno o ambos de (i) un poliol mezclado con el polímero súper absorbente que reaccionó con isocianato, y/o (ii) un isocianato mezclado con el polímero súper absorbente que reaccionó con poliol; y aplicar una capa de tratamiento de la superficie exterior sobre el recubrimiento, la capa de tratamiento de la superficie exterior que incluye un surfactante y un disolvente.

[0011] En un sexto aspecto, se proporciona un método para producir un gránulo de liberación controlada, donde el método incluye proporcionar un núcleo que incluye un compuesto soluble en agua; aplicar una capa de liberación controlada sobre el núcleo; aplicar un recubrimiento de un agente gelificante sobre la capa de liberación controlada; y aplicar una capa de tratamiento superficial exterior sobre el recubrimiento.

[0012] En un séptimo aspecto, se proporciona un método para hacer un gránulo recubierto, el método incluye la aplicación de una capa de uretano impregnada con un polímero súper absorbente sobre un núcleo, en el que la capa de uretano se forma a partir de un producto de reacción de uno o ambos de: (i) un poliol mezclado con el polímero súper absorbente y reaccionado con isocianato; y ii) un isocianato mezclado con el polímero superabsorbente y reaccionado con poliol.

[0013] En un octavo aspecto, se proporciona un método para hacer un gránulo de fertilizante, el método incluye la aplicación de una capa de liberación controlada sobre un núcleo, donde el núcleo incluye un material fertilizante soluble en agua; y la aplicación de una capa de tratamiento superficial sobre la capa de liberación controlada que incluye un surfactante y un disolvente.

[0014] En cualquiera de los métodos anteriores para hacer un gránulo recubierto o fertilizante, el surfactante puede ser un etoxilato de alcohol, un surfactante a base de silicona o una combinación de los mismos. En otra realización, el surfactante puede ser alquilpoliglucósido, éster de sorbitán etoxilado, alcohol polihídrico o una combinación de los mismos. En otra realización, el disolvente puede ser tripropilenglicol.

[0015] En un noveno aspecto, se proporciona un gránulo recubierto o fertilizante producido por cualquiera de los métodos descritos anteriormente.

[0016] En un décimo aspecto, se proporciona un método para liberar fertilizante, donde el método incluye la aplicación del gránulo recubierto o fertilizante a un suelo, en el que el suelo está pre-inundado o post-inundado durante un período de tiempo mientras el gránulo recubierto está presente, y en el que el agente gelificante se hidrata, formando así un gel que ayuda en la fijación del suelo.

[0017] En un undécimo aspecto, se proporciona un método para cultivar una planta, el método incluye colocar el gránulo recubierto o fertilizante de cualquiera de las reivindicaciones anteriores cerca de la planta para permitir una liberación controlada del fertilizante.

[0018] La presente divulgación también está dirigida a un gránulo de fertilizante recubierto, que incluye:

un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua; un recubrimiento que incluye una capa de uretano impregnada con un agente gelificante; una capa de liberación controlada dispuesta entre el núcleo y el recubrimiento; y una capa de tratamiento superficial dispuesta sobre el recubrimiento e incluyendo un surfactante y un disolvente. En una realización, la capa de uretano se forma a partir de un producto de reacción de uno o ambos de (i) un poliol

mezclado con el agente gelificante y reaccionado con isocianato, y/o (ii) un isocianato mezclado con el agente gelificante que reaccionó con poliol. En otra realización, el surfactante incluye etoxilato de alcohol, un surfactante a base de silicona o una combinación de los mismos. En otra realización, al menos un surfactante incluye alquil poliglucósido, éster de sorbitán etoxilado, alcohol polihídrico o una combinación de los mismos. En otra realización, el surfactante incluye una mezcla de alquil poliglucósido, éster de sorbitán etoxilado y alcohol polihídrico. El disolvente puede seleccionarse entre dipropilenglicol, tripropilenglicol, glicerina, carbonato de propileno, aceite vegetal y combinaciones de los mismos.

[0019] En algunos aspectos, el agente gelificante es un polímero súper absorbente. En otra realización, el agente gelificante incluye al menos uno de poliacrilamida, poliacrilato, almidón vegetal, arcilla de bentonita o arcilla de montmorillonita. El agente gelificante puede incluir un polímero absorbente de agua con una capacidad de retención de agua de al menos unos 20 g de agua por g de polímero absorbente.

[0020] En otros aspectos, el material fertilizante soluble en agua incluye un nutriente primario que incluye urea, sulfato de amonio, nitrato de calcio, fosfato diamónico, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, nitrato de sodio, superfosfato simple, superfosfato triple, fosfato de calcio, fosfato monopotásico, fosfato dipotásico, pirofosfato tetrapotásico, metafosfato de potasio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, sulfato de potasio o combinaciones de los mismos. En otro aspecto, el material fertilizante soluble en agua incluye además un nutriente secundario que incluye sulfato de calcio, cloruro de calcio, carbonato de calcio, silicato de calcio, fosfato de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, óxido de magnesio, carbonato de magnesio, azufre elemental, sulfato de amonio o

combinaciones de los mismos.

[0021] La presente divulgación también se refiere a un gránulo de fertilizante, que incluye: un núcleo que incluye un material fertilizante soluble en agua; una capa de tratamiento superficial que incluye un tensioactivo y un disolvente; y una capa de liberación controlada dispuesta entre el núcleo y la capa de tratamiento superficial, en la que la capa de liberación controlada incluye al menos una capa de uretano y al menos una capa de cera. En una realización, la capa de liberación controlada incluye una pluralidad de capas alternas de uretano y cera. En otra realización, el espesor de la capa de liberación controlada es de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 150 μm . En otra realización, el gránulo de fertilizante incluye además un recubrimiento dispuesto entre la capa de liberación controlada y la capa de tratamiento superficial.

[0022] La presente divulgación también está relacionada con un método para hacer un gránulo de fertilizante recubierto, que incluye: proporcionar un núcleo que incluya un material fertilizante soluble en agua; aplicar una capa de liberación controlada dispuesta sobre el núcleo para formar un núcleo de liberación controlada; aplicar un recubrimiento sobre el núcleo de liberación controlada para formar un núcleo recubierto, en el que el recubrimiento incluye una capa de uretano impregnada con un agente gelificante; y aplicar una capa de tratamiento superficial sobre el núcleo recubierto, donde la capa de tratamiento de la superficie exterior incluye un surfactante y un disolvente.

[0023] En un aspecto, la capa de uretano se forma a partir de un producto de reacción de uno o ambos de (i) un poliol mezclado con el agente gelificante y reaccionado con isocianato, y/o (ii) un isocianato mezclado con el agente gelificante que reaccionó con poliol. En otro aspecto, el agente gelificante incluye un polímero súper absorbente. En otro aspecto,

el material fertilizante soluble en agua incluye un pesticida soluble en agua. En otro aspecto, el disolvente se selecciona entre dipropilenglicol, tripropilenglicol, glicerina, carbonato de propileno, aceite vegetal y combinaciones de los mismos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0024] Se pueden determinar otras características y ventajas a partir de la siguiente descripción detallada que se proporciona en relación con las figuras que se describen a continuación:

[0025] La FIG. 1 es un diagrama que muestra las capas de un gránulo recubierto de acuerdo con una realización ejemplar de la presente divulgación.

[0026] La FIG. 2 muestra un gránulo recubierto antes de la formación de una capa/recubrimiento encapsulante gelatinoso.

[0027] La FIG. 3 muestra un gránulo recubierto con la capa/recubrimiento encapsulante gelatinoso de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0028] A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) utilizados en este documento tienen el mismo significado que comúnmente entiende alguien con conocimientos ordinarios en el arte de esta divulgación. Además, se entenderá que los términos, como los definidos en los diccionarios de uso común, deben interpretarse como que tienen un significado que es consistente con su significado en el contexto de la descripción y no deben interpretarse en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que así se defina expresamente en este documento. Las funciones o construcciones bien conocidas pueden no describirse en detalle para mayor brevedad o claridad.

[0029] Los términos "alrededor de" y "aproximadamente" significarán en general un grado aceptable de error o variación para la cantidad medida dada la naturaleza o precisión de las mediciones. Los grados típicos y ejemplares de error o variación están dentro del 20 por ciento (%), preferiblemente dentro del 10%, más preferiblemente dentro del 5%, y aún más preferiblemente dentro del 1% de un valor o rango de valores dado. Las cantidades numéricas dadas en esta descripción son aproximadas a menos que se indique lo contrario, lo que significa que el término "alrededor de" o "aproximadamente" puede inferirse cuando no se indica expresamente.

[0030] La terminología utilizada en este documento tiene el propósito de describir realizaciones particulares únicamente y no pretende ser limitante. Tal como se usan en este documento, las formas singulares "un", "una" y "el/la" están destinadas a incluir también las formas plurales (es decir, "al menos una"), a menos que el contexto indique claramente lo contrario.

[0031] Los términos "primero", "segundo" y similares se utilizan aquí para describir varias características o elementos, pero estas características o elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos solo se utilizan para distinguir una característica o elemento de otra característica o elemento. Por lo tanto, una primera característica o elemento discutido a continuación podría denominarse una segunda característica o elemento, y de manera similar, una segunda característica o elemento discutido a continuación podría denominarse una primera característica o elemento sin apartarse de las enseñanzas de la presente divulgación.

[0032] Términos como "al menos uno de A y B" deben entenderse como "solo A, solo B, o ambos A y B". La misma interpretación debe aplicarse a listas más largas (por ejemplo,

"al menos una de A, B y C").

[0033] El término "consistiendo esencialmente de" significa que, además de los elementos recitados, lo que se reclama también puede contener otros elementos (etapas, estructuras, ingredientes, componentes, etc.) que no afectan negativamente la operatividad de lo que se reclama para su propósito previsto como se indica en esta divulgación. Este término excluye otros elementos que afecten negativamente la operatividad de lo que se reclama para su propósito previsto como se indica en esta divulgación, incluso si esos otros elementos podrían mejorar la operatividad de lo que se reclama para algún otro propósito.

[0034] El término "puede" tal como se usa en este documento se refiere a características que son opcionales (es decir, "puede o no"), y no debe interpretarse para limitar lo que se describe.

[0035] El término "sobre" tal como se usa aquí se refiere a alguna capa, recubrimiento o componente, que está más lejos del centro del gránulo que otro. Por ejemplo, "X está sobre Y" debe interpretarse en el sentido de que X está más lejos del centro del gránulo que Y. X puede estar en contacto directo con Y ("directamente sobre"), o puede haber una distancia intermedia/y o componentes. Se contempla que cualquier instancia del término "sobre" podría limitarse a "directamente sobre".

[0036] Debe entenderse que cualquier elemento dado de las realizaciones divulgadas de la invención puede estar incorporado en una sola estructura, un solo paso, una sola sustancia o similar. Del mismo modo, un elemento dado de la realización revelada puede estar incorporado en múltiples estructuras, pasos, sustancias o similares.

[0037] GRÁNULOS RECUBIERTOS

[0038] La presente divulgación proporciona gránulos recubiertos que pueden

hundirse cuando se dejan caer en agua estancada, resistir el movimiento a medida que el agua pasa sobre el gránulo, o ambos. Los gránulos recubiertos descritos en este documento también pueden producir una capa encapsulante gelatinosa para proporcionar una resistencia a la reubicación mediante la fijación del suelo. En algunas realizaciones, los gránulos recubiertos pueden tener un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 0,10 mm a aproximadamente 20 mm. En otra realización, los gránulos recubiertos pueden tener un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 1.0 mm a aproximadamente 5.0 mm. En otra realización, los gránulos recubiertos pueden tener un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 2,5 mm a aproximadamente 4,0 mm.

[0039] En una realización, alrededor del 80 por ciento a aproximadamente el 100 por ciento en peso de los gránulos recubiertos (basado en el peso total de los gránulos recubiertos) caen dentro de los tamaños de partícula anteriores. A modo de ejemplo, en este aspecto, alrededor del 80 por ciento a aproximadamente el 100 por ciento en peso de los gránulos recubiertos tienen un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 0.1 mm a aproximadamente 20 mm, aproximadamente 1.0 mm a aproximadamente 5.0 mm, o 2.5 mm a aproximadamente 4.0 mm dependiendo de la realización. En otra realización, alrededor del 85 por ciento a aproximadamente el 95 por ciento en peso de los gránulos recubiertos (basado en el peso total de los gránulos recubiertos) caen dentro de los tamaños de partícula anteriores. En este aspecto, alrededor del 85 por ciento a aproximadamente el 95 por ciento en peso de los gránulos recubiertos puede tener un tamaño de partícula que varía de aproximadamente 0.1 mm a aproximadamente 20 mm, aproximadamente 1.0 mm a aproximadamente 5.0 mm, o 2.5 mm a aproximadamente 4.0 mm dependiendo de la realización. En otra realización, alrededor del 88 por ciento a aproximadamente el 92 por

ciento en peso de los gránulos recubiertos (basado en el peso total de los gránulos recubiertos) caen dentro de los tamaños de partícula anteriores. En otra realización, alrededor del 90 por ciento a aproximadamente el 98 por ciento en peso de los gránulos recubiertos (basado en el peso total de los gránulos recubiertos) caen dentro de los tamaños de partícula anteriores. En otra realización, alrededor del 92 por ciento a aproximadamente el 100 por ciento en peso de los gránulos recubiertos (basado en el peso total de los gránulos recubiertos) caen dentro de los tamaños de partícula anteriores. En otra realización, la distribución del tamaño de partícula requiere que al menos alrededor del 90 por ciento en peso de los gránulos recubiertos caigan dentro de estos rangos de tamaño.

[0040] La FIG. 1 muestra varias capas de un gránulo recubierto 100 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 1, el gránulo recubierto 100 incluye un núcleo 1. El núcleo 1 puede incluir un compuesto soluble en agua, como un fertilizante o pesticida soluble en agua. En una realización, el núcleo 1 incluye un fertilizante soluble en agua. En esta realización, el fertilizante puede incluir una forma biodisponible soluble de un nutriente primario. Una "forma biodisponible soluble" como se usa aquí se refiere a un elemento o compuesto que es accesible a un organismo para su absorción o adsorción y es capaz de disolverse. El nutriente primario puede ser al menos uno de nitrógeno, fósforo y potasio. Por ejemplo, el nutriente primario puede estar en forma de al menos uno de urea, sulfato de amonio, nitrato de calcio, fosfato diamónico, fosfato monoamónico, nitrato de potasio, nitrato de sodio, superfosfato simple, superfosfato triple, fosfato de calcio, fosfato monopotásico, fosfato dipotásico, pirofosfato tetrapotásico, metafosfato de potasio, cloruro de potasio y sulfato de potasio. En una realización, el nutriente primario puede estar en forma de un fertilizante de urea que tenga al menos 40%

de nitrógeno de peso molecular, más preferiblemente 46% de nitrógeno de peso molecular. El núcleo 1 puede ser al menos alrededor del 5 por ciento en peso del nutriente primario. Otras realizaciones del núcleo pueden tener una concentración mínima de nutrientes primarios de 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 95, 96, 97, 98 y 99 por ciento en peso. Una realización específica del núcleo es el nutriente primario 100 por ciento en peso. En otra realización, el núcleo incluye aproximadamente el 85 por ciento en peso o más del nutriente primario (basado en el peso total del núcleo). En otra realización, el nutriente primario constituye entre aproximadamente el 60 por ciento en peso y aproximadamente el 100 por ciento en peso del núcleo (basado en el peso total del núcleo). En otra realización, alrededor del 70 por ciento en peso a aproximadamente el 99 por ciento en peso del núcleo (basado en el peso total del núcleo) es el nutriente principal. En otra realización, alrededor del 75 por ciento en peso a aproximadamente el 95 por ciento en peso del núcleo (basado en el peso total del núcleo) es el nutriente principal.

[0041] En algunas realizaciones, el núcleo 1 puede ser una fusión homogénea de nitrógeno y uno o ambos de potasio y fósforo. En esta realización, las proporciones de nitrógeno a fósforo a potasio (N:P:K) pueden ser, por ejemplo, 29-3-4, 22-3-14, 22-7-10, 21-7-14, 21-5-10, 20-28-5, 20-11-18, 20-5-10, 18-6-18, 16-4-8, 15-15-15, 15-5-10, 13-13-13, 12-11-18, 12-6-24, 10-10-10, 21-0-21 y 15-0-15.

[0042] En algunas realizaciones, el fertilizante puede incluir una forma biodisponible soluble de un nutriente secundario. El nutriente secundario puede ser al menos uno de calcio, magnesio y azufre. Por ejemplo, el nutriente secundario puede estar en forma de uno o más sulfato de calcio, cloruro de calcio, carbonato de calcio, silicato de calcio, fosfato de calcio, sulfato de magnesio, cloruro de magnesio, óxido de magnesio, carbonato de magnesio,

azufre elemental y sulfato de amonio. Ciertas realizaciones del núcleo 1 pueden ser de aproximadamente 0.5 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso del nutriente secundario (basado en el peso total del núcleo). En realizaciones posteriores, el núcleo 1 puede ser aproximadamente del 5 por ciento en peso a aproximadamente el 10 por ciento en peso del nutriente secundario (basado en el peso total del núcleo). Otras realizaciones del núcleo 1 pueden tener un contenido de nutrientes secundarios de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 o 15 por ciento en peso (basado en el peso total del núcleo). En otra realización, el núcleo incluye aproximadamente el 85 por ciento en peso o más del nutriente secundario (basado en el peso total del núcleo). En otra realización, el nutriente primario constituye entre aproximadamente 1 por ciento en peso a aproximadamente 8 por ciento en peso del núcleo (basado en el peso total del núcleo). En otra realización, alrededor del 1 por ciento en peso a aproximadamente el 6 por ciento en peso del núcleo (basado en el peso total del núcleo) es el nutriente principal. En otra realización, alrededor del 1 por ciento en peso a aproximadamente el 5 por ciento en peso del núcleo (basado en el peso total del núcleo) es el nutriente principal.

[0043] En otras realizaciones, el fertilizante puede incluir un micronutriente. El micronutriente puede incluir uno o más de boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, níquel y zinc. Por ejemplo, el micronutriente puede estar en forma de uno o más de ácido bórico, borato de sodio, tetraborato de sodio, octaborato de sodio, metaborato de sodio, borato de potasio, tetraborato de potasio, octaborato de potasio, metaborato de potasio, cloruros metálicos, quelato de cobre, cloruro de cobre, óxido de cobre, sulfato de cobre, cloruro ferroso, óxido ferroso, sulfato ferroso, cloruro férrico, óxido férrico, sulfato férrico, quelato de manganeso, cloruro de manganeso, óxido de manganeso, sulfato de manganeso,

molibdato de amonio, molibdato de sodio, quelato de níquel, nitrato de níquel, sulfato de níquel, quelato de zinc, cloruro de zinc, óxido de zinc, sulfato de zinc y oxisulfato de zinc. El núcleo 1 puede incluir alrededor del 0,01% en peso a aproximadamente el 5,0% en peso del micronutriente. En otra realización, el núcleo 1 puede incluir aproximadamente 0.1% en peso a aproximadamente 2.0% en peso del micronutriente.

[0044] Como se muestra en la FIG. 1, una capa 2 de pre-recubrimiento puede disponerse opcionalmente sobre el núcleo 1. La capa 2 de pre-recubrimiento se puede utilizar para rellenar y alisar cualquier irregularidad superficial del fertilizante. La capa 2 de pre-recubrimiento mejora la eficiencia del recubrimiento y la funcionalidad del recubrimiento general. En una realización, la capa 2 de pre-recubrimiento incluye una capa de un mineral no reactivo y un aceite reactivo. Por ejemplo, la capa 2 de pre-recubrimiento puede incluir un polvo mineral de carbonato de calcio transportado por un aceite vegetal epoxidado. En otra realización, la capa 2 de pre-recubrimiento puede incluir una capa de cera para ralentizar el mecanismo de difusión y controlar la liberación del fertilizante. La cera puede ser una parafina, vaselina, poliamida, cera microcristalina o mezclas de las mismas. En otra realización, la cera es una mezcla de al menos dos de las siguientes ceras: una cera de olefina, una cera de parafina, una cera de vaselina, una cera de poliamida y una cera microcristalina. En una realización, la capa 2 de pre-recubrimiento se aplica al fertilizante en una cantidad de aproximadamente 0.01 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso (basado en el peso total del gránulo recubierto). En otra realización, la capa 2 de pre-recubrimiento se aplica al fertilizante en una cantidad de aproximadamente 0.25 por ciento en peso a aproximadamente 2 por ciento en peso (basado en el peso total del gránulo recubierto). En otra realización, la capa 2 de pre-recubrimiento se aplica al fertilizante en

una cantidad de aproximadamente 0.5 por ciento en peso a aproximadamente 1 por ciento en peso (basado en el peso total del gránulo recubierto).

[0045] Se puede disponer una capa de liberación controlada para la liberación de nutrientes de fertilizantes sobre el núcleo 1 (o la capa 2 de prerecubrimiento si se utiliza). Como se usa aquí, "capa de liberación controlada" se refiere a una capa diseñada para liberar lentamente cualquiera de los nutrientes fertilizantes descritos anteriormente de una manera controlada prolongada. La capa de liberación controlada puede estar compuesta por una capa de uretano y una capa de cera. Como se ilustra en la FIG. 1, la capa de liberación controlada puede incluir una pluralidad de capas alternas de uretano 3, 5, 7, 9, 11 y capas de cera 4, 6, 8, 10. Mientras que la FIG. 1 ejemplifica el uso de cinco capas de uretano y cuatro capas de cera, se puede usar cualquier número de capas alternas de uretano y cera dependiendo del peso total deseado del recubrimiento. En este sentido, una vez que la capa de liberación controlada (independientemente del número o tipo de capas que se utilicen en ella) se elimine sobre el núcleo 1 (o núcleo 1 con capa previa opcional 2 sobre el mismo), el núcleo de liberación controlada se denominará o denotará como 11a por conveniencia.

[0046] En una realización, la capa de liberación controlada incluye un uretano que tiene una solubilidad de menos de 0,10 g/L en agua desionizada a 100 kPa y 20 °C. La capa de uretano puede ser impermeable al agua o semipermeable. En una realización preferida, la capa de uretano es semipermeable para permitir la difusión del agua y el fertilizante a través de la capa de liberación controlada. La capa de uretano puede formarse haciendo reaccionar un polímero, como el poliol, con un isocianato y curando la capa para formar una capa duradera.

[0047] La capa de cera se puede aplicar entre las capas de uretano. La capa de cera

actúa como un sellador que ayuda en la liberación controlada de los nutrientes del fertilizante. En una realización, la capa de cera incluye una cera de olefina. Por ejemplo, la cera de olefina puede ser una cera de olefina alfa que tiene al menos 20 átomos de carbono, y más preferiblemente al menos 30 átomos de carbono. En otra realización, la cera puede ser una parafina, vaselina, poliamida, cera microcristalina o mezclas de las mismas. En otra realización, la cera es una mezcla de al menos dos de las siguientes ceras: una cera de olefina, una cera de parafina, una cera de vaselina, una cera de poliamida y una cera microcristalina.

[0048] En una realización, la capa de liberación controlada es de aproximadamente 0.01 por ciento en peso a aproximadamente 20 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. Por ejemplo, la capa de liberación controlada es de aproximadamente 5 por ciento en peso a aproximadamente 15 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. Cada capa de la capa de liberación controlada puede ser de aproximadamente 0.2 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. En otra realización, cada capa de la capa de liberación controlada puede ser de aproximadamente 0.3 por ciento en peso a aproximadamente 3 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. En otra realización, cada capa de la capa de liberación controlada puede ser de aproximadamente 0.5 por ciento en peso a aproximadamente 1.5 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto.

[0049] En un aspecto, el espesor de la capa de liberación controlada puede variar de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 150 μm . En otro aspecto, el espesor de la capa de liberación controlada puede variar de aproximadamente 2 μm a aproximadamente 130 μm . En otro aspecto, la capa de liberación controlada tiene un espesor de aproximadamente 5 μm a aproximadamente 100 μm . En otro aspecto, el espesor de la capa de liberación

controlada es de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 75 μm . En otro aspecto, la capa de liberación controlada tiene un espesor de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 100 μm . En otro aspecto, la capa de liberación controlada tiene un espesor de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 50 μm , aproximadamente 2 μm a aproximadamente 20 μm , o aproximadamente 3 μm a aproximadamente 10 μm .

[0050] En algunas realizaciones, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo a una tasa de al menos alrededor del 4 por ciento de la cantidad total de nutrientes en el núcleo por cada siete días. En otra realización, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo a una tasa de al menos alrededor del 7 por ciento de la cantidad total de nutrientes en el núcleo por cada siete días. En otra realización, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo a una tasa de al menos alrededor del 10 por ciento de la cantidad total de nutrientes en el núcleo por cada siete días.

[0051] En otras realizaciones, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante un período de tiempo de al menos siete días. En otra realización, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante un período de tiempo de al menos 21 días. En otra realización, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante un período de tiempo de al menos 35 días. En otra realización, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante un período de tiempo de al menos 56 días. Por ejemplo, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante un período de tiempo de 70 días. En un aspecto, la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante al menos 90 días. En otro aspecto,

la capa de liberación controlada permite que los nutrientes se liberen del núcleo durante 120 días.

[0052] En otros aspectos, después de aproximadamente 7 días, alrededor del 2 por ciento a aproximadamente el 25 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo. Por ejemplo, en una realización, alrededor del 4 por ciento a aproximadamente el 20 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo después de aproximadamente 7 días. En otros aspectos, después de aproximadamente 14 días, alrededor del 5 por ciento a aproximadamente el 55 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo. Por ejemplo, en una realización, alrededor del 15 por ciento a aproximadamente el 55 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo después de aproximadamente 14 días. En otros aspectos, después de aproximadamente 21 días, alrededor del 10 por ciento a aproximadamente el 70 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo. Por ejemplo, en una realización, alrededor del 35 por ciento a aproximadamente el 65 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo después de aproximadamente 21 días. En otros aspectos, después de aproximadamente 70 días, alrededor del 65 por ciento a aproximadamente el 100 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo. Por ejemplo, en una realización, alrededor del 75 por ciento a aproximadamente el 100 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo después de

aproximadamente 70 días. En otros aspectos, después de aproximadamente 90 días, alrededor del 25 por ciento a aproximadamente el 1 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) permanecen en el núcleo. Por ejemplo, en una realización, alrededor del 15 por ciento a aproximadamente el 1 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) permanecen en el núcleo después de aproximadamente 90 días. En otra realización, entre aproximadamente el 90 y el 100 por ciento de los nutrientes (según la cantidad total de nutrientes en el gránulo recubierto) se han liberado del núcleo después de aproximadamente 120 días. En este aspecto, el 100 por ciento de los nutrientes pueden haber sido liberados del núcleo después de unos 120 días.

[0053] Como se muestra en la FIG. 1, se puede aplicar un recubrimiento 12 sobre la capa de liberación controlada compuesta por las capas alternas de uretano 3, 5, 7, 9, 11 y las capas de cera 4, 6, 8, 10. La cera utilizada en cualquiera de las capas de cera del recubrimiento puede ser una cera de olefina. En una realización, la cera puede ser parafina, vaselina, poliamida, cera microcristalina o mezclas de las mismas. En otra realización, la cera es una mezcla de al menos dos de las siguientes ceras: una cera de olefina, una cera de parafina, una cera de vaselina, una cera de poliamida y una cera microcristalina.

[0054] En ciertas realizaciones (y con ciertos tensioactivos utilizados en la capa de tratamiento de la superficie), el recubrimiento 12 proporciona los beneficios de la fijación del suelo y las capacidades de hundimiento. En una realización, el recubrimiento 12 incluye un agente gelificante. El agente gelificante evita ventajosamente una liberación acelerada de fertilizante, que de otro modo puede ocurrir cuando ciertos surfactantes están presentes en el gránulo. Además, el recubrimiento 12 se coloca para permitir la hidratación del agente

gelificante cuando el gránulo recubierto entra en contacto con el agua. Las FIGS. 2 y 3 muestran el gránulo recubierto 100 antes y después de la hidratación del agente gelificante, respectivamente. Como se muestra en la FIG. 3, el agente gelificante en el recubrimiento 12 crea una masa gelatinosa 110 alrededor del fertilizante recubierto al exponerse al agua líquida. En la realización ilustrada del gránulo, el gel encapsulante utiliza sus capacidades de adherencia para evitar la reubicación del fertilizante al tiempo que cambia la forma de las partículas para evitar el rodamiento. Sin querer estar sujeto a ningún modelo hipotético, se contempla que el recubrimiento 12 puede fomentar aún más la formación de una matriz de gel rica en nutrientes, que proporciona una vía para la contención de nutrientes y una mayor resistencia a la volatilización y lixiviación, y que la matriz de gel funciona como medio de crecimiento para microbios solubilizantes de nutrientes que mejoran la salud general del suelo y la planta.

[0055] En algunas realizaciones, cuando se incluye, el agente gelificante en el recubrimiento 12 puede incluir un polímero absorbente de agua. El polímero absorbente tendrá una alta capacidad de retención de agua, por ejemplo, al menos unos 20 g de agua por g de polímero absorbente. El polímero absorbente permite ventajosamente que el gránulo recubierto se adhiera al suelo cuando el polímero absorbente está hidratado. Por ejemplo, el agente gelificante puede contener un polímero súper absorbente. Un "polímero súper absorbente" como se usa aquí se refiere a un polímero que tiene una capacidad de retención de agua de al menos 50 g de agua por g de polímero absorbente. Algunas realizaciones del polímero súper absorbente tienen una capacidad de retención de agua de al menos 100 g de agua por g de polímero absorbente. Otras realizaciones del polímero súper absorbente pueden tener una capacidad de retención de agua de al menos 200 g de agua por g de

polímero absorbente. Otras realizaciones pueden tener una capacidad de retención de agua de al menos 280 g de agua por g de polímero absorbente. En realizaciones aún posteriores, el polímero súper absorbente puede tener una capacidad de retención de agua de al menos 350 g de agua por g de polímero absorbente. En otra realización, el polímero súper absorbente puede tener una capacidad de retención de agua de hasta aproximadamente 500 g de agua por g de polímero absorbente. En otra realización, el polímero súper absorbente puede tener una capacidad de retención de agua de hasta aproximadamente 1000 g de agua por g de polímero absorbente. En este aspecto, el polímero súper absorbente puede tener una capacidad de retención de agua de aproximadamente 50 g a aproximadamente 1000 g de agua por g de polímero absorbente. Por ejemplo, la capacidad de retención de agua del polímero súper absorbente tiene una capacidad de retención de agua de aproximadamente 200 g a aproximadamente 1000 g de agua por g de polímero absorbente.

[0056] El polímero absorbente puede ser un polímero de acrilato, como un polímero de poliacrilato a base de sodio o potasio, un almidón vegetal o un silicato. En una realización, el polímero súper absorbente es un polímero de poliacrilato a base de sodio o potasio. En algunas realizaciones, el polímero súper absorbente puede incluir partículas que tienen un tamaño de partícula de hasta aproximadamente 300 μm . Por ejemplo, el polímero súper absorbente puede incluir partículas que tienen un tamaño de partícula de hasta aproximadamente 200 μm . En otras realizaciones, el polímero súper absorbente puede incluir partículas que tienen un tamaño de partícula de hasta aproximadamente 100 μm . En este aspecto, el polímero súper absorbente puede incluir partículas de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 300 μm , aproximadamente 1 μm a aproximadamente 200 μm , aproximadamente 1 μm a aproximadamente 100 μm , o aproximadamente 1 μm a

aproximadamente 50 μm .

[0057] En otras realizaciones, el agente gelificante en el recubrimiento 12 puede incluir al menos uno de poliacrilamida, poliacrilato, almidón vegetal, arcilla de bentonita y arcilla de montmorillonita. El agente gelificante puede comprender hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. En otra realización, el agente gelificante puede comprender aproximadamente 0.1 por ciento en peso a aproximadamente 1.0 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. En otra realización, el agente gelificante puede comprender aproximadamente 0.2 por ciento en peso a aproximadamente 0.5 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. Las realizaciones específicas del gránulo son 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9 o 1.0 en peso por ciento de agente gelificante.

[0058] El recubrimiento 12 puede estar formado por una capa de uretano impregnada con el agente gelificante. Por ejemplo, el recubrimiento 12 puede estar formado por una capa de uretano impregnada con el polímero súper absorbente. En esta realización, la capa de uretano puede formarse a partir de un producto de reacción de uno o ambos de (i) un poliol mezclado con el agente gelificante, como el polímero súper absorbente, y que reaccionó con isocianato, y/o (ii) un isocianato mezclado con el agente gelificante, como el polímero súper absorbente, y que reaccionó con poliol.

[0059] En un aspecto, el espesor del recubrimiento puede variar de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 100 μm . En otro aspecto, el espesor del recubrimiento puede variar de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 75 μm . En otro aspecto, el recubrimiento tiene un espesor de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 50 μm . En otro aspecto, el espesor del recubrimiento es de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 40 μm . En otro aspecto, el recubrimiento tiene un espesor de

aproximadamente 75 μm o menos. En otro aspecto, el recubrimiento tiene un espesor de aproximadamente 70 μm o menos, aproximadamente 60 μm o menos, o aproximadamente 50 μm o menos.

[0060] El gránulo recubierto 100 puede incluir una capa de tratamiento superficial 13 aplicada sobre el recubrimiento 12, como se muestra en la FIG. 1 (o, en otras realizaciones, directamente sobre la capa de liberación controlada). La capa de tratamiento superficial 13 reduce la tensión superficial del agua, haciendo que el gránulo recubierto se hunda. En una realización, la capa de tratamiento superficial 13 incluye una mezcla de un surfactante y un disolvente. En un aspecto, el surfactante puede incluir al menos uno de un etoxilato de alcohol, un surfactante a base de silicona o una combinación de los mismos. Por ejemplo, el surfactante puede ser un surfactante Niox™ silicone L-5420 o un surfactante etoxilato TDA-6. En otro aspecto, el surfactante puede incluir alquil poliglucósido, éster de sorbitán etoxilado, alcohol polihídrico o una combinación de los mismos. En una realización, el surfactante es una mezcla de alquil poliglucósido, éster de sorbitán etoxilado y alcohol polihídrico. El disolvente puede ser dipropilenglicol, tripropilenglicol, glicerina, carbonato de propileno, aceite vegetal o combinaciones de los mismos. En una realización, el disolvente es dipropilenglicol. En otra realización, el disolvente es tripropilenglicol.

[0061] La mezcla puede incluir alrededor del 25 por ciento en peso a aproximadamente el 100 por ciento en peso del surfactante y hasta aproximadamente el 75 por ciento en peso del solvente. En una realización, la mezcla se compone del surfactante en una cantidad del 100 por ciento en peso. En otra realización, la mezcla puede incluir alrededor del 25 por ciento en peso a aproximadamente el 50 por ciento en peso del surfactante y alrededor del 50 por ciento en peso a aproximadamente el 75 por ciento en

peso del solvente. En otra realización, la mezcla puede incluir alrededor del 35 por ciento en peso a aproximadamente el 50 por ciento en peso del surfactante y alrededor del 50 por ciento en peso a aproximadamente el 65 por ciento en peso del solvente. En otra realización, la mezcla puede incluir alrededor del 50 por ciento en peso a aproximadamente el 65 por ciento en peso del surfactante y alrededor del 35 por ciento en peso a aproximadamente el 50 por ciento en peso del solvente. En otra realización, la mezcla puede incluir alrededor del 50 por ciento en peso a aproximadamente el 75 por ciento en peso del surfactante y alrededor del 25 por ciento en peso a aproximadamente el 50 por ciento en peso del solvente.

[0062] En algunas realizaciones, la capa de tratamiento superficial 13 puede representar aproximadamente el 0.01 por ciento en peso a aproximadamente 5 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. En otra realización, la capa de tratamiento superficial 13 puede representar aproximadamente 0.1 por ciento en peso a aproximadamente 1 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto. En otra realización, la capa de tratamiento superficial 13 puede representar aproximadamente 0.15 por ciento en peso a aproximadamente 0.5 por ciento en peso del peso total del gránulo recubierto.

[0063] En un aspecto, el espesor de la capa de tratamiento superficial puede variar de aproximadamente 0,5 μm a aproximadamente 30 μm . En otro aspecto, el espesor de la capa de tratamiento superficial puede variar de aproximadamente 0,5 μm a aproximadamente 10 μm . En otro aspecto, la capa de tratamiento superficial tiene un espesor de aproximadamente 1 μm a aproximadamente 5 μm .

[0064] El gránulo recubierto final 100 utiliza la capa de liberación controlada de capas alternas de uretano 3, 5, 7, 9, 11 y capas de cera 4, 6, 8, 10 para proporcionar una liberación

controlada de nutrientes del fertilizante. En ciertas realizaciones, el recubrimiento 12 impregnado con el agente gelificante hace que el fertilizante recubierto se adhiera al suelo produciendo una capa gelatinosa encapsulante alrededor de cada partícula individual. En este aspecto, la capa de tratamiento superficial 13 reduce la tensión superficial del agua, haciendo que el fertilizante recubierto se hunda en la superficie del suelo. En una realización, la funcionalidad combinada del gránulo recubierto final 100 tiene las propiedades de liberación controlada de nutrientes fertilizantes, resistencia a la flotación y adhesividad del suelo que garantiza que los gránulos recubiertos permanezcan muy cerca de la planta que se fertiliza. En algunas realizaciones que emplean ciertos tensioactivos en la capa de tratamiento superficial, el agente gelificante puede servir para retardar la liberación de los compuestos solubles que de otro modo podrían liberarse demasiado rápido en presencia de estos ciertos tensioactivos solos.

[0065] En una realización alternativa, se puede formar un gránulo de fertilizante sin un recubrimiento 12. Por ejemplo, en ciertas realizaciones, el gránulo de fertilizante puede incluir un núcleo, una capa de liberación controlada dispuesta alrededor del núcleo y una capa de tratamiento superficial 13 dispuesta sobre la capa de liberación controlada. En este aspecto, la capa de tratamiento superficial 13 puede formarse a partir de un surfactante y un disolvente donde el surfactante es una mezcla de alquil poliglucósido, éster de sorbitán etoxilado y alcohol polihídrico. El solvente puede ser cualquiera de los solventes discutidos anteriormente. Por ejemplo, el disolvente puede ser tripropilenglicol.

[0066] MÉTODOS DE FABRICACIÓN DE LOS GRÁNULOS RECUBIERTOS

[0067] La presente divulgación también proporciona métodos para fabricar los gránulos recubiertos descritos anteriormente. En una realización, el método incluye

proporcionar el núcleo 1 compuesto por el fertilizante. El núcleo 1 se puede cargar a un recubridor para precalentar. En una realización, el núcleo 1 se calienta a una temperatura de aproximadamente 140 °F a aproximadamente 165 °F. En otra realización, el núcleo 1 se calienta a aproximadamente 145 °F a aproximadamente 163 °F. En otra realización, el núcleo 1 se calienta a aproximadamente 150 °F a aproximadamente 162 °F. En otra realización, el núcleo 1 se calienta a aproximadamente 150 °F a aproximadamente 160 °F. Después de calentar el núcleo 1, la capa 2 de pre-recubrimiento opcional se puede aplicar al núcleo 1. Como se mencionó anteriormente, la capa 2 de pre-recubrimiento se puede aplicar a núcleos que tienen superficies irregulares para suavizar la superficie y aumentar la eficiencia del recubrimiento. La capa 2 de pre-recubrimiento se puede aplicar rociando o vertiendo sobre el núcleo 1. En algunas realizaciones, la capa 2 de pre-recubrimiento puede tener una cantidad suficiente de tiempo para fijar con el fin de garantizar una distribución uniforme del recubrimiento. Por ejemplo, la capa 2 de pre-recubrimiento puede permitirse entre 45 segundos y aproximadamente 2 minutos para que se fije para garantizar una distribución uniforme del recubrimiento. En otra realización, la capa 2 de pre-recubrimiento se permite entre 50 segundos y unos 75 segundos para establecerse. En otra realización, la capa 2 de pre-recubrimiento se permite entre 55 segundos y 65 segundos para establecerse.

[0068] El método puede incluir además la aplicación de la capa de liberación controlada formada por una o más capas de uretano 3, 5, 7, 9, 11 y las capas de cera 4, 6, 8, 10 sobre el núcleo 1 o la capa de pre-recubrimiento 2 si se utiliza. En una realización, el método puede incluir la formación de la capa de uretano aplicando un polioliol y un isocianato sobre el núcleo 1 (o, si está presente, la capa 2 de pre-capa) y permitir que la capa se cure durante un período de tiempo de aproximadamente 45 segundos a aproximadamente 2

minutos, aproximadamente 45 segundos a aproximadamente 90 segundos, o aproximadamente 45 segundos a aproximadamente 60 segundos. Después de que se forma la capa de uretano, la capa de cera se puede aplicar sobre la capa de uretano. En algunas realizaciones, se puede permitir que la capa de cera se extienda uniformemente sobre la capa de uretano durante al menos unos 30 segundos. En una realización, se puede permitir que la capa de cera se fije durante unos 30 segundos a unos 90 segundos. En este aspecto, la capa de cera se puede dejar reposar durante unos 30 segundos a unos 60 segundos. El procedimiento para formar la capa de uretano y la capa de cera se puede repetir continuamente para alcanzar el peso y el grosor del recubrimiento deseados.

[0069] Después de la aplicación de la capa de liberación controlada, en algunas realizaciones, el método incluye la aplicación del recubrimiento 12, incluido el agente gelificante, sobre la capa de liberación controlada para garantizar que los gránulos recubiertos tengan capacidades de adherencia al suelo. En otras realizaciones, el método incluye la formación de los gránulos recubiertos sin el recubrimiento 12, es decir, con una capa de tratamiento superficial dispuesta sobre la capa de liberación controlada. Cuando se incluye el recubrimiento, el paso para aplicar el recubrimiento 12 puede incluir mezclar el agente gelificante, como el polímero súper absorbente, con un poliol y hacer reaccionar la mezcla del agente gelificante y el poliol con un isocianato para formar una capa de uretano impregnada con el agente gelificante, como el polímero súper absorbente. En otra realización, el paso para aplicar el recubrimiento 12 puede incluir mezclar el agente gelificante, como el polímero súper absorbente, con un isocianato y hacer reaccionar la mezcla del agente gelificante y el isocianato con un poliol para formar una capa de uretano impregnada con el agente gelificante, como el polímero súper absorbente. En una

realización, después de la aplicación del recubrimiento 12, el método puede incluir permitir que el gránulo recubierto se enfríe a una temperatura de aproximadamente 80 °F a aproximadamente 120 °F, aproximadamente 90 °F a aproximadamente 110 °F, o aproximadamente 95 °F a aproximadamente 105 °F antes de aplicar la capa de tratamiento de superficie 13.

[0070] En algunas realizaciones, el método incluye la aplicación de la capa de tratamiento superficial exterior 13 sobre el recubrimiento 12 (o, en algunas realizaciones, directamente sobre la capa de liberación controlada) para promover el hundimiento cuando se deja caer en agua líquida y la resistencia a la reubicación a medida que el agua líquida pasa sobre gránulos recubiertos. La aplicación de la capa de tratamiento superficial 13 puede ocurrir en un tambor rotativo, licuadora o cualquier otro equipo que fomente el rodado y la caída de partículas adecuados. La aplicación de la capa de tratamiento superficial 13 puede realizarse pulverizando, goteando y/o vertiendo el contenido de la capa de tratamiento superficial 13 sobre gránulos en movimiento, siempre que se logre una cobertura uniforme. Después de un período de tiempo de aproximadamente 30 segundos a aproximadamente 180 segundos, por ejemplo, aproximadamente 45 segundos a aproximadamente 60 segundos, los gránulos recubiertos terminados pueden prepararse para su almacenamiento o embolsado.

[0071] MÉTODOS DE USO

[0072] Los gránulos recubiertos descritos en este documento se pueden usar para liberar fertilizante de manera controlada. La presente divulgación proporciona un método para liberar fertilizante. El método incluye la aplicación del gránulo recubierto descrito en este documento a un suelo que está pre-inundado o post-inundado durante un período de

tiempo mientras el gránulo recubierto está presente. La gelificación del gránulo recubierto se hidrata y, por lo tanto, forma un gel que ayuda en la fijación del suelo. En esta realización, la capa de liberación controlada mantiene su integridad tras la hidratación del agente gelificante y el tratamiento superficial con surfactante/disolvente. Ejemplos de suelos inundados adecuados incluyen un arroz (*Oryza sp.*) arrozal, un pantano de arándanos, un campo de castaños de agua, un campo de espinacas de agua, un campo de berros, un arroz silvestre (*Zinzania sp.*), un campo de caña de azúcar y un campo de taro.

[0073] En otras realizaciones, la presente divulgación proporciona un método para cultivar una planta. El método incluye colocar el gránulo recubierto descrito en este documento cerca de la planta para permitir una liberación controlada del fertilizante. La planta puede ser cualquier planta cultivada. En algunas realizaciones preferidas la planta es el arroz (*Oryza sp.*), arándano, castaño de agua, espinacas de agua, berros, arroz silvestre (*Zinzania sp.*), o taro.

[0074] EJEMPLOS

[0075] Un mezclador para producir los gránulos recubiertos descritos en los ejemplos siguientes incluye un contenedor giratorio independiente de velocidad variable y un rotor mezclador independiente de velocidad variable para garantizar una distribución uniforme del recubrimiento en los gránulos recubiertos. El rotor está compuesto por un eje con cuchillas en ángulo que fomentan la mezcla intensa de partículas. El contenedor y el rotor están controlados por variadores de frecuencia y motores. Un raspador estacionario está montado dentro del contenedor para minimizar la acumulación de recubrimiento y ayuda en la agitación de gránulos. Los componentes básicos del fertilizante se pueden agregar a través de una abertura de entrada. Los componentes del recubrimiento se miden con

precisión y se cargan de forma independiente al recubridor utilizando una serie de tubos abiertos. Los gránulos recubiertos salen por una tolva de puerta abierta/cerrada colocada debajo del recubridor.

[0076] Ejemplo 1: Gránulos recubiertos que contienen urea

[0077] El mezclador se precalentó a una temperatura de aproximadamente 100 °F a aproximadamente 120 °F. Durante el precalentamiento, el contenedor giratorio y el rotor se operaron en el sentido de las agujas del reloj a 6,00 m/s y 1,95 m/s, respectivamente. El mezclador se cargó con 4536 g de urea no recubierta con un diámetro de partícula promedio de 3.0 a 3.5 mm. Se permitió que la urea sin recubrimiento se precalentara a una temperatura de aproximadamente 150 °F a 160 °F. Una vez que la urea no recubierta fue precalentada, los parámetros del mezclador se ajustaron para el proceso de recubrimiento. La bandeja giratoria operaba en el sentido de las agujas del reloj a una velocidad de 12,00 m/s, mientras que el rotor operaba en sentido contrario a las agujas del reloj a una velocidad de 6,00 m/s. El mezclador se cargó con 14,6 g de polioliol, se dejó mezclar durante 30 segundos y luego se cargó con 23,4 g de isocianato. Después de que se permitió que estos componentes rodaran y reaccionaran durante 60 segundos, se agregó una carga de cera de 5,9 g y se permitió rodar 30 segundos adicionales. Se repitieron los pasos de adición de polioliol, isocianato y cera y los tiempos de mezcla. Luego se agregó una carga de polioliol e isocianato para lograr el espesor de recubrimiento deseado para la capa de liberación controlada. Los núcleos recubiertos de liberación controlada se dejaron rodar y curar durante 60 segundos.

[0078] La capa de recubrimiento requerida para lograr las capacidades de adherencia del suelo se produjo cargando primero el mezclador, que contiene los núcleos recubiertos de liberación controlada, con 29,6 g de isocianato y se dejó mezclar durante 30 segundos para

garantizar una cobertura uniforme de todos los núcleos recubiertos. Se añadió una segunda carga de 33,5 g de una mezcla de poliol/polímero, que contenía un 55 % en peso de poliol y un 45 % en peso de polímero súper absorbente. El gránulo recubierto se mezcló durante 60 segundos adicionales antes de que la rotación del mezclador se redujera a 6,00 m/s y la velocidad del rotor se redujera a 1,95 m/s. Los gránulos recubiertos se enfriaron a aproximadamente 100 °F a 110 °F con aire a temperatura ambiente suministrado por un soplador. Los gránulos recubiertos se descargaron del mezclador y se dejaron enfriar a temperatura ambiente.

[0079] El tratamiento superficial para promover el hundimiento de partículas se llevó a cabo cargando una cantidad predeterminada de los gránulos recubiertos a un tambor rotativo que hizo girar suavemente los gránulos a una velocidad de rotación de 28 RPM. Los gránulos recubiertos se trataron con una mezcla de surfactante/disolvente compuesta por un 25 % en peso de surfactante de silicio Nias L-5420 y un 75 % en peso de dipropilenglicol (DPG). Las partículas tratadas se dejaron rodar durante aproximadamente 60 segundos para garantizar una cobertura uniforme antes de ser descargadas del tambor, empaquetadas y etiquetadas.

[0080] Ejemplo 2: Gránulos recubiertos que contienen AMIDAS®

[0081] Un mezclador similar al utilizado en el Ejemplo 1 se operó a la misma temperatura y velocidad de rotación. El mezclador se cargó con 4536 g de AMIDAS®, un sustrato con superficies irregulares y rugosas. Este sustrato requería una capa de pre-recubrimiento. El mezclador se cargó con 23,9 g de una mezcla de pre-recubrimiento que contenía 50 % en peso de aceite de soja epoxidado (ESO) y 50 % en peso de carbonato de calcio. Se permitió un tiempo de rollo de 60 segundos antes de aplicar los mismos pasos de

recubrimiento y tratamientos que los aplicados en el Ejemplo 1. El recubrimiento total fue del 6,5% en peso del producto final.

[0082] Ejemplo 3: Gránulos recubiertos que contienen núcleo de urea con pre-recubrimiento

[0083] Un mezclador similar a los utilizados en los Ejemplos 1 y 2, operado con los mismos parámetros, fue cargado con 4536 g de urea no recubierta. Se aplicó una capa de pre-recubrimiento para mejorar la longevidad del recubrimiento. El mezclador se cargó con 48,0 g de cera fundida. Al mezclador se le permitió un tiempo de laminación de 60 segundos antes de aplicar los mismos pasos de recubrimiento y tratamientos que los aplicados en los Ejemplos 1-2. El recubrimiento total fue del 7,0% en peso del producto final.

[0084] Ejemplo 4: Gránulo recubierto con núcleo de urea

[0085] Un mezclador similar a los descritos en los ejemplos anteriores, operado con el mismo parámetro, se cargó con 4536 g de urea no recubierta. Se permitió que la urea sin recubrimiento se precalentara a una temperatura de aproximadamente 150 °F a 160 °F. La bandeja giratoria operaba en el sentido de las agujas del reloj mientras que el rotor giraba en sentido contrario a las agujas del reloj. El mezclador se cargó con 13,6 g de polioliol, se le permitió mezclar y distribuir uniformemente sobre las superficies de los gránulos durante aproximadamente 30 segundos, y luego se cargó con 21,8 g de isocianato. Después de que se permitió que estos componentes rodaran y reaccionaran durante 60 segundos adicionales, se agregó una carga de cera de 7,9 g y se permitió rodar y reaccionar durante 30 segundos adicionales. Se repitieron los pasos de adición de polioliol, isocianato y cera y los tiempos de mezcla. Luego se agregó una carga de polioliol e isocianato para lograr el espesor de recubrimiento deseado para que el recubrimiento de liberación controlada forme núcleos

recubiertos de liberación controlada. Los núcleos recubiertos de liberación controlada se enfriaron a aproximadamente 100 °F a 110 °F con un aire a temperatura ambiente suministrado por un soplador.

[0086] Una vez que los núcleos recubiertos de liberación controlada se enfriaron a temperatura ambiente y el recubrimiento de liberación controlada reaccionó completamente, 1000 gramos de los núcleos de liberación controlada se cargaron a un tambor de recubrimiento rotativo. El tambor rotativo estaba equipado con componentes internos de varilla antideslizante de 1/4 de pulgada de diámetro que estaban igualmente espaciados alrededor de la circunferencia interior de la carcasa del tambor. Los componentes internos del tambor de varilla antideslizante se instalaron para promover una acción de rodadura de los núcleos recubiertos de liberación controlada y fomentar el contacto de la superficie de partícula a partícula. Los núcleos recubiertos de liberación controlada se precalentaron a una temperatura de aproximadamente 120 °F a 130 °F. Luego se aplicó una capa de recubrimiento cargando primero 1,6 g de isocianato y dejando 60 segundos para garantizar una cobertura uniforme de todos los núcleos recubiertos de liberación controlada, seguido de una segunda carga de 3,4 g de una mezcla de polioli/polímero, que contiene 55 % en peso de polioli y 45 % en peso de polímero súper absorbente. Los gránulos recubiertos se mezclaron durante 180 segundos adicionales para garantizar que el polímero reaccionara completamente y que los gránulos fluyeran libremente. Los gránulos recubiertos se enfriaron a aproximadamente 100 °F a 110 °F con un aire a temperatura ambiente suministrado por un soplador. La velocidad de rotación del tambor fue de 32 RPM.

[0087] A continuación, se llevó a cabo un tratamiento superficial cargando 800 g de

los gránulos recubiertos previamente formados en un tambor rotativo que hizo girar suavemente los gránulos a una velocidad de rotación de 28 RPM. Luego, los gránulos recubiertos se trataron con 2 g de una mezcla de surfactante/disolvente que incluía 40 % en peso de mezcla de surfactante 1A y 60 % en peso de dipropilenglicol (DPG). Las partículas tratadas se dejaron rodar durante aproximadamente 90-120 segundos para garantizar una cobertura uniforme antes de ser descargadas del tambor, empaquetadas y etiquetadas.

[0088] Ejemplo 5: Gránulo tratado superficialmente no flotante con núcleo de urea

[0089] Un mezclador similar a los descritos en los ejemplos anteriores, operado con el mismo parámetro, se cargó con 4536 g de urea no recubierta. Se permitió que la urea sin recubrimiento se precalentara a una temperatura de aproximadamente 150 °F a 160 °F. La bandeja giratoria operaba en el sentido de las agujas del reloj mientras que el rotor giraba en sentido contrario a las agujas del reloj. El mezclador se cargó con 13,6 g de poliol, se le permitió mezclar y distribuir uniformemente sobre las superficies de los gránulos durante aproximadamente 30 segundos, y luego se cargó con 21,8 g de isocianato. Después de que se permitió que estos componentes rodaran y reaccionaran durante 60 segundos adicionales, se agregó una carga de cera de 7,9 g y se permitió rodar y reaccionar durante 30 segundos adicionales. Se repitieron los pasos de adición de poliol, isocianato y cera y los tiempos de mezcla. Luego se agregó una carga de poliol e isocianato para lograr el espesor de recubrimiento deseado para el recubrimiento de liberación controlada. El núcleo recubierto de liberación controlada se enfrió a aproximadamente 100 °F a 110 °F con un aire a temperatura ambiente suministrado por un soplador.

[0090] Se llevó a cabo un tratamiento superficial para promover el hundimiento de partículas cargando 800 g de los núcleos recubiertos de liberación controlada a un tambor

rotativo que hizo girar suavemente los núcleos a una velocidad de rotación de 28 RPM. Los núcleos recubiertos de liberación controlada se trataron con 2 g de una mezcla de surfactante/disolvente compuesta por 40 % en peso de una mezcla de tensioactivo 1A y 60 % en peso de dipropilenglicol (DPG). Los gránulos tratados se dejaron rodar durante aproximadamente 90-120 segundos para garantizar una cobertura uniforme antes de ser descargados del tambor, empaquetados y etiquetados.

[0091] Ejemplo 6: Urea recubierta

[0092] Los gránulos recubiertos se formaron de acuerdo con el Ejemplo 1, excepto que los gránulos recubiertos se trataron con la mezcla de surfactante 11A y 75% en peso de tripropilenglicol (TPG). Las partículas tratadas se dejaron rodar durante aproximadamente 60 segundos para garantizar una cobertura uniforme antes de ser descargadas del tambor, empaquetadas y etiquetadas.

[0093] Las especificaciones de los ejemplos 1-6, incluidos los diferentes tipos y cantidades de aditivos, se rastrearon y registraron en la Tabla 1 que se muestra a continuación. El peso del recubrimiento y las cantidades de aditivos son porcentajes basados en el peso total de los gránulos recubiertos finales.

[0094]

Tabla 1: Especificaciones para gránulos recubiertos de los ejemplos 1-6

	Sustrato		Polímero absorbente para la fijación al suelo			Mezcla de surfactante para reducir la tensión superficial			
Prueba	Composición	Diámetro (mm)	Composición de la base	Tamaño de partícula (µm)	Cantidad añadida (%)	Tensioactivo	Solvente	Cantidad añadida (%)	Peso del recubrimiento (%)
1	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.30	Niax	DPG	0.25	6.00
2	Urea	2.5 - 3.0	Sodio	0-300	0.30	Niax	DPG	0.25	6.00
3	Urea	2.5 - 3.0	Sodio	0-100	0.20	Niax	DPG	0.25	5.40
4	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.20	Niax	DPG	0.25	5.40
5	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.10	Niax	DPG	0.25	5.10
6	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.20	Niax	DPG	0.25	4.40
7	Urea	3.0 - 3.5	Potasio	0-100	0.30	Niax	DPG	0.25	6.00
8	Urea	3.0 - 3.5	Almidón vegetal	0-100	0.30	Niax	DPG	0.25	6.00
9	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.30	Niax	Glicerina	0.25	6.00
10	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-300	0.30	Niax	Glicerina	0.25	6.00
11	Urea	2.5 - 3.0	Sodio	0-100	0.30	Niax	Glicerina	0.25	6.00
12	Urea	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.30	Niax	Carbonato de propileno	0.25	6.00
13	AMIDAS®	3.0 - 3.5	Sodio	0-100	0.30	Niax	DPG	0.25	6.40
14	Urea	3.0-3.5	Potasio	0-100	0.25	Mezcla 1A	DPG	0.25	4.25
15	Urea	3.0-3.5	Potasio	0-100	0.25	Mezcla 1A	DPG	0.25	4.75
16	Urea	3.0-3.5	N/A	N/A	N/A	Mezcla 9A	DPG	0.25	3.75
17	Urea	3.0-3.5	Potasio	0-100	0.17	Mezcla 11A	TPG	0.25	5.00

[0095] Ejemplo 7: Determinación de la tasa de liberación de nutrientes de gránulos recubiertos

[0096] Las soluciones nutritivas se prepararon disolviendo una variedad de concentraciones conocidas de nutrientes en agua destilada. El índice de refracción de las concentraciones conocidas se midió con un refractómetro para poder construir una curva de calibración del índice de refracción frente a la concentración. Luego, 10 g de gránulos recubiertos para cada uno de los diferentes tipos de gránulos (Ensayos 1-17) en la Tabla 1 se pesaron con precisión en un frasco pequeño y se agregaron 100 g de agua. La muestra se agitó suavemente y se dejó reposar hasta el momento de medición requerido. Antes de cada nueva medición, la muestra se agitaba suavemente para garantizar la uniformidad. Se colocó una pequeña muestra de la solución en el refractómetro y se registró la medición. La comparación con la curva de calibración proporciona la concentración de nutrientes en la solución. Se calculó el porcentaje de nutrientes liberados de los gránulos recubiertos. El experimento se llevó a cabo a temperatura ambiente, por ejemplo, 22 °C. Las tasas medidas de liberación de nutrientes se muestran en la Tabla 2 a continuación.

[0097]

Tabla 2: Liberación de nutrientes de gránulos recubiertos de los ejemplos 1-3										
	Tasa de liberación de nutrientes (%) a 22°C									
Prueba	7 Días	14 Días	21 Días	28 Días	35 Días	42 Días	49 Días	56 Días	63 Días	70 Días
1	11	19	33	45	56	65	74	81	88	100
2	7	23	39	51	61	69	77	83	89	94
3	10	22	41	58	73	85	96	100	--	--
4	12	19	33	46	57	67	76	84	91	100
5	10	22	40	56	70	82	93	100	--	--
6	23	48	66	79	90	98	100	--	--	--
7	4	22	37	50	60	69	76	83	89	94
8	5	18	33	46	57	67	75	82	89	95
9	7	15	36	56	73	87	100	--	--	--
10	21	42	53	60	66	71	74	78	81	83
11	7	23	39	51	61	69	77	83	89	94
12	10	24	43	60	74	87	98	100	--	--
13	25	51	65	75	82	88	93	98	100	--
14	8	17	30	42	51	60	67	74	80	86
15	2	5	11	17	28	37	46	54	60	67
16	4	17	30	40	49	56	63	69	74	78
17	19	29	41	51	59	66	73	79	84	89

[0098] Como se muestra en la Tabla 2, los gránulos recubiertos proporcionan una liberación controlada de nutrientes durante un período de tiempo de al menos 49 días. En algunos casos, los gránulos recubiertos proporcionan una liberación controlada de nutrientes durante un período de tiempo de hasta 70 días.

[0099] La descripción anterior ilustra y describe los procesos, manufacturas, composiciones de materia y otras enseñanzas de la presente divulgación. Además, la divulgación muestra y describe solo ciertas realizaciones de los procesos, manufacturas, composiciones de materia y otras enseñanzas divulgadas, pero, como se mencionó anteriormente, debe entenderse que las enseñanzas de la presente divulgación son capaces de usarse en varias otras combinaciones, modificaciones y entornos y son capaces de cambios o modificaciones dentro del alcance de las enseñanzas expresadas en este documento. proporcional a la habilidad y/o conocimiento de una persona que tiene habilidad ordinaria en el arte relevante. Las realizaciones descritas anteriormente tienen además la intención de explicar ciertos mejores modos conocidos de practicar los procesos, manufacturas, composiciones de materia y otras enseñanzas de la presente divulgación y permitir que otros expertos en la técnica utilicen las enseñanzas de la presente divulgación en tales u otras realizaciones y con las diversas modificaciones requeridas por las aplicaciones o usos particulares. En consecuencia, los procesos, manufacturas, composiciones de materia y otras enseñanzas de la presente divulgación no tienen la intención de limitar las realizaciones y ejemplos exactos divulgados en este documento. Cualquier encabezado de sección en este documento se proporciona solo por coherencia con las sugerencias de 37 C.F.R. § 1.77 o de otra manera para proporcionar colas organizativas.

Estos encabezamientos no limitarán ni caracterizarán la(s) invención(es) expuesta(s) en este documento.