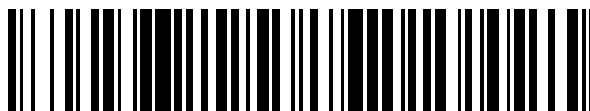


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 079**

51 Int. Cl.:

A01C 23/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.03.2016 PCT/EP2016/056242**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.09.2016 WO16150952**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.03.2016 E 16714308 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 3273763**

54 Título: **Procedimiento y vehículo para aplicar una mezcla agroquímica a una zona de trabajo de un campo**

30 Prioridad:

**26.03.2015 EP 15161117
23.06.2015 EP 15173320**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2020

73 Titular/es:

**BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE**

72 Inventor/es:

**ZERULLA, WOLFRAM;
SCHMID, MARKUS y
PASDA, GREGOR**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 758 079 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y vehículo para aplicar una mezcla agroquímica a una zona de trabajo de un campo

La presente invención se refiere a un procedimiento para aplicar una mezcla agroquímica a una zona de trabajo de un campo usando un vehículo que se mueve en el campo. Además, la invención se refiere a un vehículo para aplicar una mezcla agroquímica a una zona de trabajo de un campo mientras que se mueve en el campo.

Usando la energía del sol, una planta produce hidratos de carbono a partir de CO_2 y agua. Todos los elementos químicos esenciales para la nutrición de la planta y la productividad son o bien nutrientes de plantas minerales o no minerales. La planta usa minerales para producir proteína, grasa, enzimas, fitohormonas y vitaminas. Los nutrientes no minerales incluyen carbono, hidrógeno y oxígeno. Las plantas generalmente consumen nutrientes de los minerales y del suelo, sustancias orgánicas en descomposición (raíces, paja, mantillo), fertilizantes orgánicos y fertilizantes minerales, aportaciones aéreas y fijación de nitrógeno biológico. Aunque los suelos cultivables pueden contener reservas sustanciales de nutrientes, no están normalmente en forma disponible para la planta. La actividad de microorganismos y/o los procesos químicos dan como resultado sólo una pequeña parte de nutrientes que se liberan cada año y se convierte en forma disponible para la planta, soluble en agua. Cuando las necesidades de la planta no pueden cumplirse mediante los nutrientes disponibles, los fertilizantes proporcionan la nutrición suplementaria.

El elemento químico nitrógeno (N) tiene un especial papel entre los minerales en el suelo: las plantas necesitan grandes cantidades para conseguir alta calidad y alto rendimiento. El nitrógeno se origina en condiciones naturales en el suelo, pero al contrario de todos los otros nutrientes, no se origina a partir de roca sino a partir de compuestos orgánicos en el suelo. El nitrógeno es el cuarto elemento más común en tejido vivo, después de carbono, hidrógeno y oxígeno. Un elemento esencial en aminoácidos y por tanto proteínas, el nitrógeno es por tanto un componente clave de la clorofila, ADN y ARN. Sin nitrógeno no puede haber vida: no hay regeneración de órganos y no hay desarrollo de la planta o formación de frutas y semillas - y por último no hay rendimiento. Esto es por qué se denomina el nitrógeno comúnmente como el motor de crecimiento de las plantas.

Existen dos grandes reservas de nitrógeno en el suelo: nitrógeno unido de manera orgánica (95 %), que no está disponible para plantas y nitrógeno mineral (5 %), que está presente en formas disponibles para plantas. Los fertilizantes orgánicos, residuos de plantas y el nitrógeno unido mediante leguminosas (por ejemplo soja, judías y guisantes) fluyen en la reserva de nitrógeno orgánico. La reserva de nitrógeno mineral, que consiste en amonio (NH_4) y nitrato (NO_3), se desarrolla a partir del nitrógeno disuelto en la lluvia y el nitrógeno que se introduce en el suelo a través de fertilizantes minerales. El amonio y nitrato son esencialmente las únicas formas de nitrógeno que las plantas pueden absorber. Las reservas de nitrógeno orgánico y de nitrógeno mineral se encuentran en un estado de intercambio constante. Por ejemplo, el nitrógeno orgánico está constantemente transformándose en amonio y nitrato (un proceso conocido como mineralización), mientras que los organismos del suelo provocan la fijación orgánica del nitrógeno mineral (inmovilización). El agotamiento de nitrógeno en el suelo se produce cuando la fuerte precipitación provoca la lixiviación (lixiviación de nitrato) o cuando, como resultado de procesos de conversión, se forman combinaciones gaseosas que escapan a la atmósfera (por ejemplo pérdidas de óxido nitroso).

Las pérdidas de nitrógeno se producen como resultado de fertilización orgánica y/o mineral y la labranza. Existen principalmente pérdidas de amoníaco y pérdidas que resultan de o bien la lixiviación de nitrógeno o la liberación de óxido nitroso en la atmósfera. Aunque las pérdidas de nitrógeno dan como resultado generalmente un coste económico para el cultivador, también tienen un impacto negativo en el medio ambiente.

Las pérdidas de amoníaco se producen principalmente en la producción de ganado, específicamente durante el almacenamiento y aplicación de fertilizantes orgánicos (abono, estiércol, lodo). También se producen pérdidas de amoníaco significativas después de la aplicación de fertilizantes que contienen urea. En altas concentraciones, el gas amoníaco es tóxico para seres humanos y animales. Los estudios muestran que en 2006, un aumento de los costes de salud asociado con emisiones de amoníaco fueron un estimado de 36 millones de dólares estadounidenses. Además, el olor penetrante es desagradable. El amoníaco es un componente clave de contaminación; se une con otros contaminantes y partículas, manteniéndolos en capas del aire en o aproximadamente el nivel del suelo. En efecto, el amoníaco amplifica esta contaminación. Como gas que contiene nitrógeno, el amoníaco puede transportarse grandes distancias por el viento. La precipitación de lluvia entonces a menudo inyecta amoníaco en ecosistemas naturales donde éste actúa como un fertilizante de nitrógeno y tiene el efecto indeseado de reforzar el crecimiento. Aunque algunas especies de plantas tienen una reacción más fuerte frente a la fertilización y crecen mejor, otras plantas se ven afectadas en su desarrollo. En zonas en las que el suelo tiene un bajo contenido en nutrientes, esto puede conducir a que las hierbas lo adquieran y supriman el desarrollo de plantas de floración poco frecuente. En resumen, el amoníaco tiene un impacto sustancialmente negativo en la biodiversidad. Una vez que el amoníaco se introduce en el suelo, éste nitrifica de manera relativamente rápida, dependiendo de la temperatura en algunos días. Esto va mano a mano con la acidificación del suelo, que en condiciones extremas puede conducir a la liberación de metales pesados tóxicos que dañan las plantas y contaminan el agua subterránea. El amoníaco puede contribuir también de manera indirecta a la contaminación por nitrato de aguas subterráneas y a la formación de óxido nitroso como resultado de reacciones secundarias.

El nitrato es soluble en agua. Debido a que partículas de suelo cargadas negativamente predominan en el suelo, el ion nitrato cargado negativamente – a diferencia del ion amonio cargado positivamente – no se unirá a partículas del suelo. El nitrato es, por tanto, altamente móvil en el suelo y puede translocarse de manera eficaz en el perfil del suelo a través de difusión y movimientos del agua superficial. Tras una fuerte precipitación o baja absorción de las plantas, el nitrato puede salir por lixiviación del perfil del suelo y acumularse en el agua subterránea. En condiciones húmedas, el nitrógeno lixiviado se traduce en un coste significativo para el cultivador. Desde una perspectiva toxicológica, se han fijado valores umbrales mundialmente para los niveles de agua subterránea (para evitar una transformación en nitrito en el caso de que el agua esté contaminada por bacterias o una transformación en el cuerpo humano). Se sospecha que concentraciones de nitrato excesivas causan las siguientes enfermedades: cianosis en recién nacidos, cáncer de estómago e intestinal como resultado de formación de nitrosamina, y bocio. Por el contrario, numerosos estudios muestran que nitrato refuerza el sistema inmunitario del organismo y previene de manera eficaz numerosas enfermedades. El nitrato es la forma preferente de nitrógeno para las plantas, razón por la cual nitrato en masas de agua superficial estimula el crecimiento de plantas acuáticas y algas hasta el punto de la floración de algas. A medida que las algas y/o plantas acuáticas se descomponen, la reducción de oxígeno resultante (oxígeno se consume en la descomposición de sustancias orgánicas procedentes de algas y plantas muertas) puede, en condiciones extremas, conducir a la mortalidad en poblaciones de peces.

El óxido nitroso (N_2O) se produce durante la nitrificación (conversión de amonio en nitrito y nitrato a través de bacterias del suelo) así como cuando existe nitrato en el suelo en condiciones pobres de oxígeno (desnitrificación). Próximo al dióxido de carbono y metano, el óxido nitroso es uno de los gases de efecto invernadero más peligrosos. Su potencial de calentamiento global es 300 veces el de CO_2 . Las pérdidas de óxido nitroso en el suelo – lo más frecuentemente sólo unos pocos gramos o kilogramos – pueden representar un coste a los cultivadores así como un impacto medioambiental negativo.

La pérdida de nitrato y/u óxido nitroso del suelo puede reducirse mediante un inhibidor de nitrificación.

Un modo de reducir las pérdidas de amoníaco es tratar fertilizantes que contienen urea con un inhibidor de ureasa. Un inhibidor de ureasa evita de manera eficaz la conversión de urea en ácido carbámico y amoníaco mediante bloqueo de la enzima que conduce la conversión, es decir ureasa. En condiciones de laboratorio, suplementando con inhibidor de ureasa se ha demostrado que evita pérdidas de amoníaco de al menos el 70 % - y en algunos casos el 100 %. Los inhibidores de ureasa conocidos más potentes incluyen triamidas de ácido N-alquiltiofosfórico y triamidas de ácido N-alquilfosfórico, que se describen por ejemplo en el documento EP 0 119 487 A1.

El documento WO 2007/093528 describe preparaciones con efecto inhibidor de ureasa mejorado, que comprende al menos dos triamidas de ácido (tio)fosfórico diferentes. Éste describe además fertilizantes que comprenden urea, que comprenden estas preparaciones y procedimientos para producir estas preparaciones.

Además, el documento WO 2013/121384 describe mezclas agroquímicas que comprenden triamida de ácido N-n-butiltiofosfórico (NBTPT) y/o triamida de ácido N-n-propiltiofosfórico (NPTPT) como primer componente y al menos una estrobilurina como segundo componente en cantidades eficaces de manera sinérgica. La aplicación de estas mezclas permite reducir la emisión de amoníaco y/u óxido nitroso de suelos.

El documento EP 0 078 131 A1 describe un procedimiento para aplicar una mezcla agroquímica a una zona de trabajo. La mezcla comprende fertilizantes en forma granular y un producto químico líquido.

Además, el documento US 2016/0000003 A1 describe un instrumento agrícola que incluye un primer recipiente de almacenamiento colocado en una estructura que almacena un producto agrícola particulado sólido y un segundo recipiente de almacenamiento colocado en la estructura que almacena un líquido. El instrumento agrícola comprende una primera boquilla para distribuir el producto agrícola particulado sólido y una segunda boquilla para distribuir el líquido.

Además, el documento US 5.385.596 describe un procedimiento para aplicar un reactivo de neutralización líquido en la proximidad de un fertilizante, y en la misma operación que aplicar el fertilizante. El fertilizante puede estar en forma granular o en forma líquida.

Además, el documento US 6.070.539 describe un sistema de dispensación usando un tractor en el que la velocidad de marcha del tractor se mide por un detector. La tasa de dispensación de un producto químico se determina de acuerdo con la velocidad medida. Además, la posición del tractor se captura.

En general, los fertilizantes sólidos se tratan con una formulación líquida de un aditivo de fertilizante en plantas de fertilizantes y/o en dispositivos de aplicación específicos en distribuidores y/o mezcladores de fertilizantes. La relación entre el aditivo de fertilizante y el fertilizante es siempre fija.

Un inconveniente de la aplicación de tales mezclas agroquímicas al suelo es que la relación de fertilizantes y aditivo de fertilizante no puede ajustarse a las condiciones específicas, tal como la calidad del suelo y condiciones climáticas actuales.

Es por tanto el objetivo de la presente invención proporcionar un procedimiento y vehículo para aplicar un fertilizante sólido y un aditivo de fertilizante líquido al suelo y permitir controlar la relación de ambos componentes.

El objetivo descrito anteriormente se ha logrado mediante el procedimiento tal como se define en la reivindicación 1 y el vehículo tal como se define en la reivindicación 7. Además, se definen características de este procedimiento y vehículo en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el procedimiento comprende esparcir un fertilizante sólido en la zona de trabajo usando un dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido colocado en el vehículo, en el que el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido está dispuesto en la parte trasera del vehículo en la dirección de desplazamiento, y pulverizar un aditivo de fertilizante líquido en la zona de trabajo usando un pulverizador para campo, colocado en el vehículo de manera separada del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, en el que el pulverizador para campo está dispuesto en la parte delantera del vehículo en la dirección de desplazamiento. Por tanto, se evita que el aditivo de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, que también entra en contacto con el fertilizante sólido.

Un planteamiento conocido para aplicar un fertilizante y un aditivo de fertilizante es que se usen compuestos líquidos y mezclarlos para obtener las concentraciones deseadas. Sin embargo, es mucho más sofisticado mezclar el fertilizante con el aditivo de fertilizante si el fertilizante se encuentra en forma sólida. De acuerdo con la experiencia general, humedecer un componente de fertilizante sólido con un aditivo de fertilizante líquido podría conducir a la formación de grumos y a la adherencia del material al dispositivo de esparcimiento de fertilizante, teniendo un impacto negativo para una distribución homogénea del material en el campo. Además de esto, si el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido se moja, esto afectará a las características de distribución del fertilizante expulsado de manera negativa.

No obstante se considera generalmente necesario mezclar el aditivo con el fertilizante antes de esparcirlo en el campo, en lugar de llevar a ambos posteriormente al campo. La razón de esto es que el aditivo líquido se pulveriza de manera continua en el campo, mientras que el fertilizante sólido, por ejemplo en forma de granulado, se concentra en puntos discretos en el campo. Por tanto, el aditivo líquido se aplica principalmente a la zona entre los gránulos de fertilizante sólido.

Sorprendentemente, se ha encontrado que aplicar por ejemplo un fertilizante sólido que contiene nitrógeno y un aditivo de fertilizante líquido posteriormente en el campo permite una gran reducción de pérdidas de nitrógeno del suelo. El efecto es al menos tan bueno como el uso de fertilizantes que contienen nitrógeno mezclados previamente con un aditivo de fertilizante. Sin embargo, para alcanzar el efecto máximo es necesario para aplicar los dos componentes poco después uno de otro, preferentemente dentro de un intervalo de tiempo de 1 h, más preferentemente dentro de un intervalo de tiempo de pocos minutos, por ejemplo 5 minutos. Este resultado se validó experimentalmente con los resultados experimentales dados a continuación.

Tanto el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido como el pulverizador para campo se disponen en el mismo vehículo. De esta manera los dos compuestos pueden aplicarse de manera simultánea en una etapa de trabajo, reduciendo de ese modo el gasto de tiempo para el usuario. Además, esto garantiza que ambos compuestos pueden aplicarse a la misma zona de trabajo, puesto que el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido y el pulverizador para campo están moviéndose de manera sincrónica. La zona de trabajo resulta de la anchura de trabajo del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido.

En el procedimiento de la presente invención se esparcen un fertilizante sólido y un aditivo de fertilizante líquido en la zona de trabajo del campo. Un problema es en este caso que el aditivo de fertilizante líquido no puede entrar en contacto con el fertilizante sólido antes de que se expulse el fertilizante sólido, con el fin de evitar la formación de grumos o el deterioro de las propiedades de esparcimiento. Especialmente, el aditivo de fertilizante líquido ha de mantenerse alejado de aquellas partes del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido que entran en contacto con el fertilizante sólido. Esto se realiza de acuerdo con el procedimiento de la invención mediante colocación del pulverizador para campo y el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido de manera separada en el mismo vehículo en una configuración adecuada que evite, por ejemplo, que el aditivo de fertilizante líquido se sople hacia el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido. De este modo se evita la humectación del componente de fertilizante sólido con el aditivo de fertilizante líquido. En particular, se evita de ese modo la formación de grumos y la adherencia de material al dispositivo de esparcimiento de fertilizante.

El procedimiento de la presente invención permite también solucionar otro problema en el uso de una mezcla de fertilizante y aditivo de fertilizante: los tiempos de vida de fertilizantes y aditivos de fertilizante, por ejemplo inhibidores de nitrificación, inhibidores de desnitrificación o inhibidores de ureasa, pueden ser muy diferentes. Por ejemplo, los inhibidores pueden tener una vida útil de almacenamiento limitada en comparación con fertilizantes que contienen nitrógeno comunes. Por tanto, combinar ambos componentes en una formulación, por ejemplo integrando y/o revistiendo el compuesto inhibidor en y/o una forma de granulado del fertilizante, conduce a un cambio dependiente del tiempo en la relación de compuesto inhibidor activo y contenido de fertilizante.

Además, es ahora posible usar el procedimiento de la presente invención para cambiar las concentraciones y la relación de fertilizante y aditivo de fertilizante por el usuario, a diferencia de tenerlos combinados en un producto. Esto es deseable para permitir que el usuario optimice el proceso de fertilización, por ejemplo con respecto a condiciones específicas como calidad del suelo, humedad, temperatura y otras condiciones climáticas.

- 5 De acuerdo con una realización de la invención, se mide la velocidad del vehículo. Las tasas de esparcimiento del fertilizante sólido y pulverización del aditivo de fertilizante líquido en la zona de trabajo se controlan en función de la velocidad del vehículo y de una distancia longitudinal entre el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, en particular una abertura de expulsión o aberturas de expulsión del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, y el pulverizador para campo, en particular una boquilla o boquillas del pulverizador para campo. Esto se ha hecho de modo que una cantidad predeterminada de fertilizante sólido y aditivo de fertilizante líquido, respectivamente, se aplica a cada segmento del campo.

- 10 Esto permite ajustar ventajosamente ajustar la cantidad de tanto el fertilizante sólido como el aditivo de fertilizante líquido que se deposita en cada segmento del campo, de modo que pueda controlarse también la relación de ambos componentes. De ese modo, la zona de trabajo del campo es la zona en la que debería aplicarse el fertilizante. Esta zona de trabajo se divide en "segmentos", que representan la zona unitaria más pequeña que puede tratarse de manera específica con el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido y el pulverizador para campo. El tamaño de los segmentos depende de la geometría de la distribución que se genera por el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido y el pulverizador para campo. Por ejemplo, la anchura de trabajo, en la que se distribuyen el fertilizante sólido y el aditivo de fertilizante líquido, puede variar dependiendo de su configuración específica.

- 20 La tasa a la que ambos compuestos se aplican al campo puede coordinarse para alcanzar una relación predeterminada. Debería observarse que el fertilizante sólido y el aditivo de fertilizante líquido no se aplican necesariamente a exactamente el mismo segmento del campo en exactamente el mismo tiempo ya que el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido está colocado en la parte trasera del vehículo, mientras que el pulverizador para campo está colocado en la parte delantera. Por tanto, un segmento específico del campo en primer lugar puede entrar en contacto con el aditivo de fertilizante líquido y posteriormente con el fertilizante sólido o al contrario.

De acuerdo con otra realización, como alternativa o adicionalmente se determina la posición geográfica del vehículo y la cantidad predeterminada de fertilizante sólido y aditivo de fertilizante líquido, respectivamente, depende de la posición determinada en el campo.

- 30 La posición del vehículo puede determinarse, por ejemplo usando un sistema de navegación por satélite, como el sistema GPS, o un sistema similar para localizar el vehículo en una cuadrícula geográfica. Esto permite relacionar la posición en el campo con respecto a una posición en un mapa digital. Sin embargo, la posición del vehículo puede medirse también con respecto a un punto de referencia en el campo, por ejemplo mediante seguimiento de la dirección y velocidad del vehículo, comenzado en el punto de referencia. En esta realización, la cantidad del fertilizante sólido y el aditivo de fertilizante líquido puede optimizarse de manera ventajosa para las condiciones en diferentes lugares en el campo.

De acuerdo con una realización de la invención, el fertilizante sólido se encuentra en forma granulada o globular. Esta es una forma común para fertilizante sólido y permite usar diferentes tipos de gránulos tal como se describe a continuación, por ejemplo fertilizantes con patrones de liberación específicos.

- 40 De acuerdo con una realización de la invención, el fertilizante sólido es un fertilizante sólido que contiene nitrógeno. El procedimiento de acuerdo con la invención tiene la ventaja de que el fertilizante sólido que contiene nitrógeno y el aditivo de fertilizante líquido pueden aplicarse desde dos depósitos separados y no se mezclan antes del esparcimiento del fertilizante en el suelo y, al mismo tiempo, reducen las pérdidas de nitrógeno, por ejemplo como pérdidas de amoníaco. Además, la relación de fertilizante sólido y aditivo de fertilizante líquido usados puede ajustarse a las necesidades del usuario tal como se ha descrito anteriormente. De esta manera, la combinación puede optimizarse para el suelo tratado.

- 50 El término "fertilizantes" ha de entenderse como compuestos químicos aplicados para promover el crecimiento de plantas y frutos. Los fertilizantes se aplican normalmente o bien a través del suelo o sustituyentes de suelo para la absorción por parte de las raíces de la planta. El término también incluye mezclas de uno o más tipos diferentes de fertilizantes tal como se menciona a continuación. El término "fertilizantes" puede subdividirse en varias categorías incluyendo: a) fertilizantes orgánicos (compuestos de materia vegetal/animal descompuesta), b) fertilizantes inorgánicos (compuestos de productos químicos y minerales) y c) fertilizantes que contienen urea.

De acuerdo con la invención pueden usarse al menos los siguientes fertilizantes sólidos o combinaciones de los mismos:

- 55 fertilizantes orgánicos incluyen estiércol, por ejemplo estiércol líquido, estiércol semi-líquido, agua de abono líquido, estiércol de biogás, estiércol de establo o estiércol de paja, lodo, lodo de aguas residuales, excrementos de lombrices, turba, alga marina, compost, aguas residuales y guano. Los cultivos de estiércol verde se hacen crecer

también de manera regular para añadir nutrientes (especialmente nitrógeno) al suelo. Los fertilizantes orgánicos fabricados incluyen compost, harina de sangre, harina de huesos y extractos de algas. Otros ejemplos son proteínas digeridas con enzimas, harina de pescado y harina de pluma. El residuo de cultivo de descomposición de varios años es otra fuente de fertilidad.

5 Los fertilizantes inorgánicos se fabrican normalmente a través de procesos químicos (tal como el proceso de Haber-Bosch), también usando depósitos que se producen de manera natural, mientras que los modifican químicamente (por ejemplo superfosfatos triples concentrados). Los fertilizantes inorgánicos que se producen de manera natural incluyen nitrato de sodio chileno, fosfatos de roca de mina, piedra caliza, y fertilizantes de potasa bruta.

10 Los fertilizantes sólidos típicos se encuentran en una forma cristalina, globulada o granulada. Los fertilizantes inorgánicos que contienen nitrógeno típicos son nitrato de amonio, nitrato de amonio y calcio, sulfato de amonio, sulfato-nitrato de amonio, nitrato de calcio, fosfato de diamonio, fosfato de monoamonio, tio sulfato de amonio y cianamida de calcio.

15 El fertilizante inorgánico puede ser un fertilizante NPK. Los "fertilizantes NPK" son fertilizantes inorgánicos formulados en concentraciones y combinaciones apropiadas que comprenden los tres principales nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) así como normalmente S, Mg, Ca, y elementos traza. Los "fertilizantes NK" comprenden los dos principales nutrientes nitrógeno (N) y potasio (K) así como normalmente S, Mg, Ca, y elementos traza. Los "fertilizantes NP" comprenden los dos principales nutrientes nitrógeno (N) y fósforo (P) así como normalmente S, Mg, Ca, y elementos traza. Los fertilizantes NPK, NK y NP pueden producirse químicamente o mediante una mezcla de sus componentes individuales.

20 El fertilizante que contiene urea puede ser urea, formaldehído-urea, sulfuro de urea, fertilizantes NPK a base de urea o sulfato de amonio y urea. También está previsto el uso de urea como fertilizante. En el caso de que se usen o se proporcionen fertilizantes que contienen urea o urea, se prefiere que particularmente que inhibidores de ureasa como a continuación puedan añadirse o puedan estar presentes adicionalmente, o puedan usarse al mismo tiempo o en conexión con los fertilizantes que contienen urea.

25 En realizaciones adicionales, la mezcla de fertilizante puede proporcionarse como, o puede comprender o contener un fertilizante de liberación lenta. El fertilizante puede liberarse, por ejemplo, durante cualquier periodo de tiempo adecuado, por ejemplo durante un periodo de 1 a 5 meses, preferentemente hasta 3 meses. Ejemplos típicos de componentes de fertilizantes de liberación lenta son IBDU (isobutilidendiurea), por ejemplo que contiene aproximadamente del 31-32 % de nitrógeno, del cual el 90 % es insoluble en agua; o UF, es decir un producto de urea-formaldehído que contiene aproximadamente el 38 % de nitrógeno del cual aproximadamente el 70 % puede proporcionarse como nitrógeno insoluble en agua; o CDU (crotoniliden diurea) que contiene aproximadamente el 32 % de nitrógeno; o MU (metilen urea) que contiene aproximadamente del 38 al 40 % de nitrógeno, del cual del 25-60 % es normalmente nitrógeno insoluble en agua fría; o MDU (metilen diurea) que contiene aproximadamente el 40 % de nitrógeno, del que menos del 25 % es nitrógeno insoluble en agua fría; o DMTU (dimetilen triurea) que contiene aproximadamente el 40 % de nitrógeno, del que menos del 25 % es nitrógeno insoluble en agua fría; o TMTU (tri metilen tetraurea), que puede proporcionarse como componente de productos UF; o TMTU (tri metilen pentaurea), que puede proporcionarse también como componente de productos UF. La mezcla de fertilizante puede ser también fertilizante que lleva nitrógeno de largo plazo que contiene una mezcla de acetilen diurea y al menos otro fertilizante que lleva nitrógeno orgánico seleccionado de metilen urea, isobutiliden diurea, crotoniliden diurea, triazonas sustituidas, triuret o mezclas de las mismas.

Cualquiera de los fertilizantes o formas de fertilizante mencionados anteriormente pueden combinarse de manera adecuada.

45 En los términos de la presente invención "mezcla" o "mezcla agroquímica" quiere decir una combinación de al menos dos compuestos activos, tal como varios fertilizantes o un fertilizante y un aditivo de fertilizante. Los términos "mezcla" y "mezcla agroquímica" son intercambiables. La mezcla agroquímica puede formularse de manera conjunta o puede formularse de manera separada. Si la mezcla agroquímica se formula de manera separada, el fertilizante y el aditivo de fertilizante se aplican en una relación temporal, es decir de manera simultánea o posteriormente, mientras que la aplicación posterior se lleva a cabo dentro de un intervalo de tiempo que permite la acción combinada del fertilizante y aditivo de fertilizante en el suelo. Si la mezcla agroquímica se formula de manera conjunta al menos un aditivo de fertilizante se aplica aún de manera separada de modo que la mezcla agroquímica y el al menos un aditivo de fertilizante se apliquen en una relación temporal, es decir de manera simultánea o posteriormente, mientras que la aplicación posterior se lleva a cabo dentro de un intervalo de tiempo que permite la acción combinada de la mezcla agroquímica y aditivo de fertilizante en el suelo.

El término "al menos uno" ha de entenderse como 1, 2, 3 o más.

55 El término "suelo" ha de entenderse como un cuerpo natural compuesto de materia viva (por ejemplo microorganismos (tal como bacterias y hongos), animales y plantas) y materia inerte (por ejemplo minerales y materia orgánica (por ejemplo compuestos orgánicos en grados variables de descomposición), líquido y gases) que se produce en la superficie de la tierra y está caracterizado por horizontes del suelo que son distinguibles del

material inicial como resultado de varios procesos físicos, químicos, biológicos y antropogénicos. Desde un punto de vista agrícola, los suelos se consideran predominantemente como la base de nutrientes de anclaje y primaria para plantas (hábitat de plantas).

De acuerdo con una realización de la invención, el aditivo de fertilizante líquido comprende un inhibidor de nitrificación y/o un inhibidor de ureasa y/o un inhibidor de desnitrificación. Esto reduce la pérdida de nitrógeno del suelo y aumenta la eficacia del fertilizante que contiene nitrógeno usado. Por ejemplo, la combinación de un fertilizante que contiene urea como fertilizante sólido y un inhibidor en forma líquida tal como se ha descrito anteriormente permite optimizar la cantidad de fertilizante usado y evitar pérdidas de nitrógeno.

El término "inhibidores de nitrificación" ha de entenderse como cualquier sustancia química que ralentice o detenga el proceso de nitrificación. Los inhibidores de nitrificación retrasan la transformación natural de amonio en nitrato, inhibiendo la actividad de bacterias tal como *Nitrosomonas* spp. y/o *Archaea*. El término "nitrificación" ha de entenderse como la oxidación biológica de amoníaco (NH_3) o amonio (NH_4^+) con oxígeno en nitrito (NO_2^-) seguido de la oxidación de estos nitritos en nitratos (NO_3^-) mediante microorganismos. Además de nitrato (NO_3^-), óxido nitroso se produce también pese a la nitrificación. La nitrificación es una etapa importante en el ciclo del nitrógeno en el suelo.

El término "desnitrificación" ha de entenderse como la conversión microbiológica de nitrato (NO_3^-) y nitrito (NO_2^-) en formas gaseosas de nitrógeno, generalmente N_2 o N_2O . Este proceso respiratorio reduce las formas oxidadas de nitrógeno en respuesta a la oxidación de un donador de electrones tal como materia orgánica. Los aceptores de electrones de nitrógeno preferentes en orden de mayor a menos favorable termodinámicamente incluyen: nitrato (NO_3^-), nitrito (NO_2^-), óxido nítrico (NO), y óxido nitroso (N_2O). Dentro del ciclo de nitrógeno general, la desnitrificación completa el ciclo devolviendo N_2 a la atmósfera. El proceso se realiza principalmente mediante bacterias heterotróficas (tal como *Paracoccus denitrificans* y diversas *pseudomonas*), aunque se han identificado también los desnitrificadores autotróficos (por ejemplo *Thiobacillus denitrificans*). Los desnitrificadores se representan en todos los grupos de principales filogenéticos. Cuando se enfrentan a una escasez de oxígeno muchas especies bacterianas son capaces de cambiar el uso de oxígeno por el uso de nitratos para fomentar la respiración en un proceso conocido como desnitrificación, durante el cual los nitratos solubles en agua se convierten en productos gaseosos, incluyendo óxido nitroso, que se emiten a la atmósfera.

"Óxido nitroso", comúnmente conocido como el gas de la felicidad o gas de la risa, es un compuesto químico con la fórmula química N_2O . A temperatura ambiente, es un gas incoloro inflamable. Óxido nitroso se produce de manera natural en suelos a través de los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación. Estas emisiones naturales de óxido nitroso pueden aumentar mediante una variedad de prácticas y actividades agrícolas incluyendo por ejemplo a) adición directa de nitrógeno a sólidos usando fertilizantes minerales y orgánicos, b) crecimiento de cultivos de fijación de nitrógeno, c) cultivo de suelos con alto contenido orgánico.

Ejemplos de inhibidores de nitrificación alternativos o adicionales previstos son ácido linoleico, ácido alfa-linolénico, p-cumarato de metilo, ferulato de metilo, 3-(4-hidroxifenil) propionato de metilo (MHPP), karanjina, braquialactona, p-benzoquinona sorgoleona, 2-cloro-6-(triclorometil)-piridina (nitrapiolina o N-serve), diciandiamida (DCD, DIDIN), 3,4-dimetil pirazol (DMP), derivados de 3,4-dimetil pirazol, fosfato de 3,4-dimetil pirazol (DMPP, ENTEC), clorhidrato de 4-amino-1,2,4-triazol (ATC), 1-amido-2-tiourea (ASU), 2-amino-4-cloro-6-metilpirimidina (AM), 2-mercapto-benzotiazol (MBT), 5-etoxi-3-triclorometil-1,2,4-tiadiazol (terrazol, etridiazol), 2-sulfanilamidotiazole (ST), tiosulfato de amonio (ATU), 3-metilpirazol (3-MP), 3,5-dimetilpirazol (DMP), 1,2,4-triazol tiourea (TU), N-(1H-pirazolilmetil)acetamidas tal como N-((3(5)-metil-1H-pirazol-1-il)metil)acetamida, y N-(1H-pirazolil-metil)formamidas tal como N-((3(5)-metil-1H-pirazol-1-il)metil formamida, N-(4-cloro-3(5)-metil-pirazol-1-ilmetil)-formamida, N-(3(5),4-dimetil-pirazol-1-ilmetil)-formamida, mezclas de ácido 3,4-dimetilpirazol fosfato succínico y ácido 4,5-dimetilpirazol fosfato succínico, neem, productos a base de componentes de neem, cianamida, melamina, polvo de zeolita, catecol, benzoquinona, tetraborato de sodio, sulfato de cinc.

El aditivo de fertilizante líquido puede comprender al menos un inhibidor de nitrificación seleccionado del grupo que consiste en ácido 2-(3,4-dimetil-pirazol-1-il)-succínico, 3,4-dimetil pirazol (DMP), derivados de 3,4-dimetil pirazol, fosfato de 3,4-dimetilpirazol (DMPP), diciandiamida (DCD), 1H-1,2,4-triazol, 3-metilpirazol (3-MP), 2-cloro-6-(triclorometil)-piridina, 5-etoxi-3-triclorometil-1,2,4-tiadiazol, 2-amino-4-cloro-6-metil-pirimidina, 2-mercapto-benzotiazol, 2-sulfanilamidotiazol, tiourea, azida sódica, azida potásica, 1-hidroxipirazol, 2-metilpirazol-1-carboxamida, 4-amino-1,2,4-triazol, 3-mercapto-1,2,4-triazol, 2,4-diamino-6-triclorometil-5-triazina, bisulfuro de carbono, tiosulfato de amonio, tritiocarbonato de sodio, 2,3-dihidro-2,2-dimetil-7-benzofuranol metil carbamato y éster metílico de N-(2,6-dimetilfenil)-N-(metoxiacetil)-alanina.

Los fertilizantes que son adecuados para combinar los inhibidores de nitrificación mencionados anteriormente son urea y/o fertilizantes orgánicos e inorgánicos de N que contienen amonio, tal como se ha descrito anteriormente.

Ejemplos de inhibidores de ureasa previstos incluyen triamida de ácido N-(n-butil) tiofosfórico (NBPT, Agrotain), triamida de ácido N-(n-propil) tiofosfórico (NPPT), triamida de ácido 2-nitrofenil fosfórico (2-NPT), además NXPT conocidos por el experto en la técnica, fenilfosforodiamidato (PPD/PPDA), hidroquinona, tiosulfato de amonio y mezclas de NBPT y NPPT (véase por ejemplo el documento US 8.075.659). Tales mezclas de NBPT y NPPT

pueden comprender NBPT en cantidades de desde el 40 al 95 % en peso y preferentemente del 60 al 80 % en peso basándose en la cantidad total de sustancias activas. Tales mezclas se comercializan como LIMUS, que es una composición que comprende aproximadamente el 16,9 % en peso de NBPT y aproximadamente el 5,6 % en peso de NPPT y aproximadamente el 77,5 % en peso de otros componentes que incluyen disolventes y adyuvantes.

- 5 Además, los inhibidores de ureasa puede ser neem y productos a base de componentes de neem. En particular preferentemente, la composición comprende NBPT y NPPT, en la que NBPT está presente en cantidades de desde el 1 al 99,99 % en peso, más preferentemente desde el 10 al 99,9 % en peso, lo más preferentemente desde el 20 al 99 % en peso, en particular preferentemente desde el 30 al 98 % en peso, en particular más preferentemente desde el 40 al 95 % en peso, en particular lo más preferentemente desde el 50 al 90 % en peso, especialmente desde el 60 al 85 % en peso, de manera especialmente preferente desde el 72 al 80 % en peso, por ejemplo desde el 74 al 77 % en peso, en cada caso basándose en el peso total de las triamidas de ácido (tio)fosfórico contenido en la composición.

Los fertilizantes que son adecuados para combinarlos con inhibidores de ureasa son fertilizantes que contienen urea, tal como se ha descrito anteriormente.

- 15 Ejemplos de inhibidores de desnitrificación son componentes de estrobilurina seleccionados del grupo que consiste en piraclostrobina, azoxistrobina, dimoxistrobina, enestroburina, fluoxastrobina, kresoxim-metilo, metominostrobina, orisastrobina, picoxistrobina, trifloxistrobina, pirametostrobina, piraxistrobina, coumoxistrobina, coumetoxistrobina, fenaminostrobina (= diclofenoxistrobina), flufenoxistrobina, 2-(2-(6-(3-cloro-2-metil-fenoxi)-5-fluoro-pirimidin-4-iloxi)-fenil)-2-metoxiimino-N-metil-acetamida, 3-metoxi-2-(2-(N-(4-metoxi-fenil)-ciclopropano-carboximidoilsulfanilmetil)-fenil)-acrilato de metilo, (2-cloro-5-[1-(3-metilbenciloxiimino)etil]bencil)carbamato de metilo y 2-(2-(3-(2,6-diclorofenil)-1-metil-alilideneaminoximetil)-fenil)-2-metoxiimino-N-metil-acetamida.

Los fertilizantes que son adecuados para combinarlos con inhibidores de desnitrificación son todos los fertilizantes que contienen N, tal como se ha descrito anteriormente.

- 25 De acuerdo con una realización adicional de la invención, se detecta radiación electromagnética emitida desde las plantas en la zona de trabajo del campo. Dicha radiación electromagnética detectada se analiza para obtener un valor de nivel de nitrógeno para cada segmento del campo. La relación de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido se calcula para cada segmento del campo en función del valor de nivel de nitrógeno obtenido para el segmento respectivo. La relación calculada de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido se aplica entonces a cada segmento del campo.

- 30 De acuerdo con esta realización, la relación de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido puede calcularse mientras que el vehículo se desplaza en el campo. Por tanto, puede proporcionarse un procedimiento no invasivo en campo.

De acuerdo con una realización, la radiación electromagnética que se detecta se refleja por las plantas en el campo. Por ejemplo, la radiación electromagnética proporcionada por la luz del sol o luz ambiente se refleja por las plantas. Entonces se detecta esta radiación reflejada. La intensidad de luz directa de la luz del sol o luz ambiente puede detectarse adicionalmente con el fin de tener en cuenta cambios durante la operación. Además, la radiación electromagnética puede emitirse por una fuente de luz que puede colocarse en el vehículo. La emisión de esta fuente de luz se refleja por las plantas y entonces se detecta.

- 40 El valor de nivel de nitrógeno puede obtenerse entonces mediante análisis de espectros particulares de la radiación electromagnética detectada. En particular, se usan dos longitudes de onda para el análisis, una en el espectro visible de la radiación electromagnética detectada, en particular una longitud de onda que se refiere al contenido de clorofila de la planta, y una en el espectro de infrarrojo cercano invisible que se refiere a la biomasa. Después de un procedimiento de calibración inicial, analizar la intensidad de estas longitudes de onda hace posible calcular la cantidad de nitrógeno absorbido por las plantas que emitieron la radiación electromagnética detectada. A partir de este dato puede obtenerse un valor de nivel de nitrógeno para un segmento particular del campo. El valor de nivel de nitrógeno puede usarse entonces no sólo para calcular la cantidad de fertilizante que debería aplicarse a este segmento sino además para calcular la relación de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido que debería aplicarse. Por tanto, se proporciona un procedimiento a tiempo real para obtener una cantidad requerida de fertilizante y aditivo de fertilizante que va a aplicarse y, por consiguiente, para aplicar estas cantidades al campo.

- 50 El vehículo de acuerdo con el aspecto de la invención comprende un dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, colocado en el vehículo, para esparcir un fertilizante sólido en la zona de trabajo, en el que el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido está dispuesto en la parte trasera del vehículo en la dirección de desplazamiento y un pulverizador para campo, que está colocado en el vehículo de manera separada del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, para pulverizar un aditivo de fertilizante líquido en la zona de trabajo, en el que el pulverizador para campo está dispuesto en la parte delantera del vehículo en la dirección de desplazamiento. De ese modo, el pulverizador para campo está dispuesto con respecto al dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido de modo que se evita que el aditivo de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, que también entra en contacto con el fertilizante sólido.

- El vehículo de acuerdo con la invención está configurado para ejecutar el procedimiento de acuerdo con la invención y por tanto tiene las mismas ventajas. De manera específica, el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido y el pulverizador para campo están configurados de modo que el aditivo de fertilizante líquido no alcanza las partes del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, donde se expulsa el fertilizante sólido. Por tanto, la formación de grumos o la adherencia del fertilizante sólido al dispositivo de esparcimiento se evita de manera ventajosa.
- En particular, el vehículo de acuerdo con la invención puede usarse para esparcir un fertilizante sólido que contiene nitrógeno y un aditivo de fertilizante líquido tal como se ha descrito anteriormente.
- En una realización de la invención, el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido comprende al menos un dispositivo de expulsión con una abertura de expulsión y el pulverizador para campo está dispuesto en el vehículo a una distancia de la abertura de expulsión y en una dirección con respecto a la abertura de expulsión de modo que el aditivo de fertilizante líquido, cuando se pulveriza, no alcanza la abertura de expulsión.
- El dispositivo de expulsión del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido es de manera específica la parte donde el fertilizante sólido abandona el dispositivo y se expulsa al campo. La estructura específica depende del tipo de esparcidor que se use.
- En una realización, el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido comprende un esparcidor centrífugo. Éste es uno de los tipos comunes de esparcidor de fertilizante. Es adecuado para aplicar fertilizante sólido, por ejemplo, en forma de gránulos, a una zona grande alrededor del vehículo.
- De acuerdo con la invención, el esparcidor centrífugo puede comprender al menos un disco giratorio y el pulverizador para campo puede disponerse en el vehículo a una distancia del disco giratorio y en una dirección con respecto al disco giratorio de modo que el aditivo de fertilizante líquido, cuando se pulveriza, no alcance el disco giratorio.
- En el caso de un esparcidor centrífugo, el dispositivo de expulsión comprende normalmente un disco giratorio, desde el cual se expulsa el fertilizante sólido mediante fuerzas centrífugas. Las características de este mecanismo dependen del rozamiento entre el material de fertilizante, por ejemplo, los gránulos, y el material del disco. Si el disco se moja por el aditivo de fertilizante líquido, el fertilizante no podría expulsarse en un radio tan ancho como en el disco seco o el fertilizante podría distribuirse de manera no uniforme sobre el campo. Por tanto, el disco giratorio necesita que se mantenga seco y protegido del aditivo de fertilizante líquido.
- Como alternativa, el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido puede comprender un esparcidor neumático. Éste es otro tipo común de esparcidor de fertilizante, que permite una distribución muy controlada del fertilizante sólido en el campo.
- En una realización adicional, el esparcidor neumático comprende al menos una placa deflectora y el pulverizador para campo está dispuesto en el vehículo a una distancia de la placa deflectora y en una dirección con respecto a la placa deflectora de modo que el aditivo de fertilizante líquido, cuando se pulveriza, no alcance la placa deflectora.
- Normalmente, los esparcidores neumáticos funcionan expulsando el fertilizante en una placa en el flujo de fertilizante, desde donde se desvía entonces y se esparce sobre un ángulo definido. De acuerdo con la invención, la placa está protegida de entrar en contacto con el aditivo de fertilizante líquido. Una superficie mojada podría cambiar el comportamiento de desvío y podría dar como resultado una distribución no controlada o no uniforme de fertilizante en el campo.
- En particular, las boquillas del pulverizador para campo pueden orientarse de modo que el aditivo de fertilizante líquido no entre en contacto con partes críticas del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido.
- De acuerdo con la invención, el vehículo puede comprender un remolque. El término "vehículo" se entiende como un medio de transporte, en el que pueden colocarse el dispositivo de esparcimiento del fertilizante sólido y el pulverizador para campo y pueden moverse sobre el campo. Especialmente, puede comprender un tractor y uno o más remolques. Tanto el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido como el pulverizador para campo puede colocarse en cualquiera de las partes del vehículo y/o el remolque, siempre que la configuración garantice que se evite que el aditivo de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, que también entra en contacto con el fertilizante sólido. De manera ventajosa, la distancia entre el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido y el pulverizador para campo puede aumentarse para proteger el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido del aditivo de fertilizante líquido, si se usa un remolque.
- El vehículo puede moverse también de manera automática, por ejemplo usando un controlador automático que conduce el vehículo a lo largo de una ruta predefinida sobre el campo.
- En otra realización, el vehículo comprende un detector para medir la velocidad del vehículo. Además, éste comprende una unidad de control que controla las tasas de esparcimiento del fertilizante sólido, en particular el fertilizante sólido que contiene nitrógeno, y de pulverización del aditivo de fertilizante líquido en la zona de trabajo en función de la velocidad del vehículo y de una distancia longitudinal entre el dispositivo de esparcimiento de

fertilizante sólido, en particular una abertura de expulsión del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido, y el pulverizador para campo, en particular una boquilla o boquillas del pulverizador para campo, de modo que una cantidad predeterminada de fertilizante sólido y aditivo de fertilizante líquido, respectivamente, se aplica a cada segmento del campo.

- 5 El fertilizante sólido y el aditivo de fertilizante líquido se aplican normalmente de manera continua al campo. Para controlar la cantidad de material que se deposita en el campo, las tasas esparcimiento y de pulverización pueden ajustarse. La tasa que es necesaria para alcanzar una determinada deposición del fertilizante sólido y del aditivo de fertilizante líquido en el campo depende de la velocidad del vehículo con respecto al campo. Además de esto, la separación del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido y el pulverizador para campo podría conducir a una
- 10 situación en la que ambos dispositivos aplican el material a diferentes segmentos del campo al mismo tiempo. Por ejemplo, el pulverizador para campo puede estar dispuesto 10 m en frente del dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido. Dependiendo de la configuración específica, el dispositivo de esparcimiento de fertilizante sólido podría necesitar moverse 10 m más para aplicar el fertilizante sólido a la misma zona donde se pulverizó anteriormente el aditivo de fertilizante líquido. Con el fin de alcanzar una relación predeterminada de ambos
- 15 compuestos, se necesitan coordinar las tasas con respecto al tiempo de modo que se consiga la relación correcta en cada segmento del campo.

En una realización, el vehículo comprende como alternativa o adicionalmente medios de localización geográfica acoplados a la unidad de control. Dicha unidad de control está adaptada para controlar las tasas de esparcimiento del fertilizante sólido y de pulverización del aditivo de fertilizante líquido en la zona de trabajo en función de la

20 posición geográfica del vehículo.

Esto permite usar información sobre las propiedades del suelo en ubicaciones específicas en el campo para optimizar de manera separada las cantidades de fertilizante sólido y aditivo de fertilizante líquido. Por ejemplo, si debiera aplicarse menos nitrógeno a un segmento del campo, las tasas pueden ajustarse en consecuencia. Esta información puede almacenarse en un mapa digital, que se usa entonces para controlar el proceso de fertilización en

25 el campo.

De acuerdo con una realización adicional de la invención, el vehículo comprende además un detector óptico para detectar radiación electromagnética emitida desde las plantas en la zona de trabajo del campo, una unidad de análisis para obtener un valor de nivel de nitrógeno para cada segmento del campo basándose en dicha radiación electromagnética detectada, una unidad de cálculo para calcular la relación de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido para cada segmento del campo en función del valor de nivel de nitrógeno obtenido para el segmento respectivo, y una unidad de control que controla la aplicación de la relación calculada de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido a cada segmento del campo.

30

De acuerdo con una realización de la invención, el detector óptico está colocado en el vehículo. La posición del detector óptico es de manera que se detecte la radiación electromagnética que se emite desde las plantas que están ubicadas en frente de la actual zona de trabajo a la que se van a aplicar el fertilizante y el aditivo de fertilizante. Por tanto, la relación de aditivo de fertilizante líquido con respecto a fertilizante sólido puede aplicarse a cada segmento basándose en el valor de nivel de nitrógeno status que se ha calculado inmediatamente antes de la aplicación del aditivo de fertilizante líquido y el fertilizante sólido.

35

De acuerdo con una realización, el detector óptico detecta radiación electromagnética en el espectro visible así como en el espectro de infrarrojo cercano. En particular, se detecta la intensidad de al menos una longitud de onda en cada uno de estos espectros, preferentemente se detectan las intensidades de dos o más longitudes de onda en cada espectro.

40

De acuerdo con otra realización, el detector óptico es una cámara digital, tal como una cámara CCD que toma imágenes de segmentos del campo. La unidad de análisis entonces comprende una unidad de procesamiento de imágenes que puede analizar el nivel de nitrógeno de las plantas mostradas en la imagen.

45

De acuerdo con una realización adicional, el detector óptico está colocado en el espacio, por ejemplo, en un satélite. Las imágenes del satélite se transfieren a la unidad de análisis que puede colocarse en el vehículo o en cualquiera otra parte. Los datos de la unidad de análisis se transfieren entonces a la unidad de control que controla la aplicación del aditivo de fertilizante líquido y el fertilizante sólido.

50 Ahora se describen realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos.

la figura 1 muestra realizaciones de un vehículo de acuerdo con la presente invención,

la figura 2 muestra de manera esquemática la configuración de un vehículo de acuerdo con la invención,

la figura 3 muestra de manera esquemática otra configuración de un vehículo de acuerdo con la invención,

la figura 4 muestra un ejemplo de un pulverizador para campo,

la figura 5 muestra un ejemplo de un esparcidor centrífugo,

la figura 6 muestra un ejemplo del dispositivo de expulsión de a esparcidor neumático, y

la figura 7 muestra una gráfica con datos experimentales.

Con referencia a las figuras 1 y 2, se describe una realización de un vehículo 3 de acuerdo con la invención.

5 Un vehículo 3 es un tractor que puede moverse en un campo 1. Sin embargo, el vehículo 3 puede comprender también un tractor y/o un remolque. Además, éste comprende un detector 9 de velocidad y medios 10 de localización geográfica, que están ambos acoplados a una unidad 11 de control. La unidad 11 de control controla un dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante para esparcir un fertilizante 6, en particular un fertilizante 6 sólido que contiene nitrógeno, y un esparcidor 5 para campo para esparcir un aditivo 7 de fertilizante, que está colocado de manera separada en el vehículo 3. El esparcidor 5 para campo es un pulverizador 5 para campo si el aditivo 7 de fertilizante es líquido. Especialmente, la tasa de bombeo o de transporte de una bomba o un transportador del esparcidor 5 para campo o pulverizador 5 para campo se controla así como la velocidad a la que se transporta el fertilizante 6 dentro del dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante.

10 Otra configuración del vehículo 3 se muestra en la figura 3. En este caso, un detector 12 óptico está colocado en el techo del vehículo 3. El detector 12 óptico detecta radiación electromagnética que se reflejó por las plantas en el campo 1. En la dirección de movimiento del vehículo, el detector 12 óptico está colocado en frente del dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante y el pulverizador 5 para campo. Por tanto, se detecta radiación electromagnética que ha sido emitida desde las plantas a las que no se ha aplicado aún fertilizante 6 así como aditivo 7 de fertilizante. El detector 12 óptico detecta la intensidad de varias longitudes de onda dentro del espectro visible y el espectro de infrarrojo cercano. Los datos del detector 12 óptico se transfieren a una unidad 13 de análisis. La unidad 13 de análisis se adapta para obtener un valor de nivel de nitrógeno para cada segmento del campo 1 basándose en la radiación electromagnética detectada. La intensidad de luz en el espectro visible se usa para determinar un contenido de clorofila de la planta y la intensidad de luz en el espectro de infrarrojo cercano invisible se usa para detectar la biomasa. El valor de nivel de nitrógeno obtenido por la unidad 13 de análisis corresponde a la cantidad de nitrógeno absorbido por las plantas. El valor de nivel de nitrógeno se transfiere entonces a una unidad 14 de cálculo. La unidad 14 de cálculo está adaptada para calcular una cantidad de fertilizante 6 que va a aplicarse a las plantas de las que se ha detectado la radiación electromagnética en función del valor de nivel de nitrógeno obtenido. Adicionalmente, la unidad 14 de cálculo calcula la relación de aditivo 7 de fertilizante con respecto a fertilizante 6 para las plantas cuya emisión de radiación electromagnética se ha detectado en función del valor de nivel de nitrógeno obtenido. Los datos calculados por la unidad 14 de cálculo se transfieren a la unidad 11 de control que controla el dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante así como el esparcidor 5 para campo para esparcir el aditivo 7 de fertilizante. Opcionalmente, pueden proporcionarse los medios 10 de localización geográfica tal como se ha descrito anteriormente.

25 A continuación se supone que el aditivo 7 de fertilizante es líquido, de modo que el esparcidor 5 para campo es un pulverizador 5 para campo y que el fertilizante 6 es un fertilizante 6 sólido que contiene nitrógeno.

30 El dispositivo 4 de esparcimiento se coloca en la parte trasera del vehículo 3 en la dirección de desplazamiento, mientras que el pulverizador 5 para campo se coloca en la parte delantera del vehículo 3. Así, la distancia entre los dos dispositivos 4 y 5 se elige tan grande como sea posible. Adicionalmente a esto, las boquillas 5a del pulverizador 5 para campo están apuntando hacia abajo hacia el suelo, de modo que el aditivo 7 de fertilizante líquido, por ejemplo como un inhibidor de ureasa, una vez que se ha pulverizado, no entra en contacto con el dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante sólido, especialmente no con las partes que entran en contacto con el fertilizante 6 sólido por su parte. Estas partes son especialmente un dispositivo 8 de expulsión del dispositivo 4 de esparcimiento, que se describe en mayor detalle a continuación.

35 En una realización adicional, el dispositivo 4 de esparcimiento se coloca en la parte delantera del vehículo 3 en la dirección de desplazamiento y el pulverizador 5 para campo se coloca en la parte trasera del vehículo 3. Si el fertilizante 6 es sólido, la configuración se elige para garantizar que se evite que el aditivo 7 de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante sólido, que también entra en contacto con el fertilizante 6 sólido.

Con referencia a la figura 4, se describe un ejemplo de un pulverizador 5 para campo.

40 El pulverizador 5 para campo está colocado en el vehículo 3 mostrado en la figuras 1 y 2. Éste está acoplado a un depósito 7a para aditivo de fertilizante líquido, que almacena el aditivo 7 de fertilizante líquido. El aditivo 7 de fertilizante líquido se pulveriza en el campo 2 desde una disposición lineal de boquillas 5a, que pueden estar orientadas y configuradas en una pluralidad de modos que se conocen por el experto. Así, cada segmento de la zona 2 de trabajo puede tratarse con el aditivo 7 de fertilizante líquido de un modo controlado. Para controlar la dosis de aditivo 7 de fertilizante líquido que se aplica al campo 1, la unidad 11 de control controla la tasa de pulverización basándose en la posición geográfica del vehículo 3 y la velocidad v con la que el vehículo 3 se mueve sobre el campo 1.

Con referencia a la figura 5, se describe un ejemplo de un dispositivo 4 de esparcimiento que es un esparcidor 4 centrífugo.

5 El esparcidor 4 centrífugo está colocado en el vehículo 3 mostrado en las figuras 1 y 2. La figura 5 muestra los principales componentes del dispositivo 8 de expulsión del esparcidor 4 centrífugo. El fertilizante 6 sólido, tal como un granulado 6 de urea, se almacena en un depósito 6a para fertilizante sólido.

El esparcidor 4 centrífugo comprende además una abertura 8a, en la que el granulado 6 de urea abandona el depósito 6a para fertilizante sólido en un disco 8b giratorio, que se usa para esparcir el granulado 6 mediante fuerza centrífuga.

10 La tasa a la que se esparce el granulado 6 de fertilizante, por ejemplo el granulado 6 de urea, en cada segmento de la zona 2 de trabajo del campo 1 se controla mediante la unidad 11 de control, basándose en la posición geográfica del vehículo 3 y su velocidad v en el campo 1. La tasa se determina principalmente por la tasa de granulado 6 de fertilizante, por ejemplo el granulado 6 de urea, que se lleva al disco 8b giratorio. Además, el tamaño de la zona, en la que el esparcidor 4 centrífugo esparce el granulado 6 de fertilizante, por ejemplo el granulado 6 de urea, se determina por las propiedades y la velocidad de giro del disco 8b giratorio.

15 Como alternativa, la tasa a la que se esparcen el granulado 6 de fertilizante y aditivo 7 de fertilizante líquido en cada segmento de la zona 2 de trabajo del campo 1 se controla por la unidad 11 de control basándose en la cantidad de fertilizante 6 así como la relación de aditivo 7 de fertilizante con respecto a fertilizante 6 tal como se calcula por la unidad 14 de cálculo.

20 Para proteger el esparcidor 4 centrífugo, en particular el dispositivo 8 de expulsión, de mojarse por el aditivo 7 de fertilizante líquido, éste se orienta en la dirección alejada del pulverizador 5 para campo para limitar la posibilidad de que el aditivo 7 de fertilizante líquido procedente del pulverizador 5 para campo alcance el dispositivo 8 de expulsión del esparcidor 4 centrífugo.

Con referencia a la figura 6, se describe un ejemplo de un dispositivo 4 de esparcimiento que es un esparcidor neumático 4. La figura 6 muestra el dispositivo 8 de expulsión del esparcidor 4 neumático.

25 El esparcidor 4 neumático está colocado en el vehículo 3 mostrado en las figuras 1 y 2. Éste comprende un dispositivo 8 de expulsión con una abertura 8a, en la que el fertilizante 6 sólido se transporta hacia una placa 8c deflectora, donde las trayectorias del fertilizante 6 sólido, que en este caso puede ser gránulos 6 de fertilizante, se desvían y se distribuyen en la zona 2 de trabajo del campo 1.

30 Las características de esparcimiento, por ejemplo la zona en la que se esparce el fertilizante 6 sólido y cómo de uniforme se esparce, se determinan de manera sustancial por las propiedades de la placa 8c deflectora y pueden modificarse por la presencia del aditivo 7 de fertilizante líquido en la placa 8c. Por tanto, se necesita protegerla y mantenerla seca. Tal como se ha descrito con referencia a la figura 5 para el esparcidor 4 centrífugo, el esparcidor 4 neumático se dispone también en el vehículo 3 y está orientado de modo que el aditivo 7 de fertilizante líquido, una vez abandona las boquillas 5a del pulverizador 5 para campo, no alcance el dispositivo 8 de expulsión.

35 Tal como se ha mencionado anteriormente, el fertilizante 7 puede ser sólido o líquido. Si el fertilizante 7 es sólido y el aditivo 7 de fertilizante es líquido, el pulverizador 5 para campo está dispuesto con respecto al dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante de modo que se evite que el aditivo 7 de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante, que también entra en contacto con el fertilizante 6 sólido.

40 Con referencia a las figuras 1 a 6, se describe el procedimiento de acuerdo con la invención.

De nuevo se supone que el aditivo 7 de fertilizante es líquido de modo que el esparcidor 5 para campo es un pulverizador 5 para campo y que el fertilizante 6 es un fertilizante 6 sólido que contiene nitrógeno.

45 El vehículo 3 se mueve con la velocidad v sobre el campo 1 y esparce fertilizante 6 sólido que contiene nitrógeno, de manera específica urea 6 en forma de granulado, y un aditivo 7 de fertilizante líquido, de manera específica un inhibidor de ureasa 7, en la zona 2 de trabajo del campo 1. Para este fin, las tasas de esparcimiento y pulverización, respectivamente, del dispositivo 4 de esparcimiento de fertilizante, de manera específica el esparcidor 4 centrífugo, y del pulverizador 5 para campo se controlan por la unidad 11 de control. El detector 9 de velocidad mide la velocidad v del vehículo 3 y los medios 10 de posicionamiento geográfico determinan la posición del vehículo 3. La unidad 11 de control usa estas piezas de información parcialmente o en total para controlar la cantidad absoluta y la relación de fertilizante 6 y aditivo 7 de fertilizante que se aplican al suelo. Así, las cantidades absolutas y la relación relativa de fertilizante 6 sólido y aditivo 7 de fertilizante líquido se determinan de manera individual para cada segmento de la zona 2 de trabajo.

50 Si las cantidades absolutas así como la relación relativa de aditivo 7 de fertilizante con respecto a fertilizante 6 no se conocen de antemano, el detector 12 óptico, la unidad 13 de análisis y la unidad 14 de cálculo pueden usarse para calcular las respectivas cantidades y la relación de aditivo 7 de fertilizante con respecto a fertilizante 6 en el campo 1

mientras que el vehículo 3 se mueve en el campo 1. La unidad 11 de control usa entonces los datos calculados de la unidad 14 de cálculo para controlar la cantidad absoluta y la relación de aditivo 7 de fertilizante y fertilizante 6 que se aplican al suelo.

- 5 El esparcidor 4 centrífugo y el pulverizador 5 para campo están configurados de modo que el aditivo 7 de fertilizante líquido no alcance el esparcidor 4 centrífugo. Por tanto, su distancia longitudinal se elige tan grande como sea posible, de manera específica colocando el esparcidor 4 centrífugo en la parte trasera del vehículo 3 y el pulverizador 5 para campo en la parte delantera del remolque 3a en la dirección de desplazamiento.

Se menciona que cualquier fertilizante 6 sólido indicado anteriormente y cualquier aditivo 7 de fertilizante líquido indicado anteriormente puede usarse en este procedimiento.

- 10 La invención se describe ahora basándose en datos experimentales con referencia a la gráfica mostrada en la figura 7.

- 15 Se midió la eficacia de un inhibidor de ureasa para reducir pérdidas de amoníaco (NH_3) de tres suelos diferentes tratados con urea. El tiempo entre la aplicación del fertilizante de urea y del inhibidor de ureasa se varió. Generalmente se conocen bien los procedimientos de medición para determinar la pérdida de nitrógeno mediante volatilización de amoníaco (Fenn & Kissel, Ammonia volatilization from surface applications of ammonium compounds on calcareous soils. Soil Sci. So. Am. J. 37,855-859).

Las características de los suelos y las fechas de los experimentos y mediciones se proporcionan en la tabla 1:

Tabla 1: Resumen de las propiedades de los suelos que se usan en los experimentos y las fechas de experimentos y mediciones

	Limburgerhof	Reithofen	Aich
Clasificación de la calidad del suelo	30	75	48
Textura del suelo (0-30 cm)	arenosa	limo arenoso	limo arenoso
pH (0-30 cm)	6,8	6,9	6,6
P₂O₅ (mg/100g de suelo, 0-30 cm)	17	16	3
K₂O (mg/100g de suelo, 0-30 cm)	8	23	11
Mg (mg/100g de suelo, 0-30 cm)	5	11	12
Cal libre (% , 0-30 cm)	0,5	< 0,3	< 0,3
Cultivo previo	centeno de invierno	trigo de invierno	trigo de invierno
Cultivo de prueba	maíz en grano	maíz en grano	maíz en grano
N_{min} (kg N/ha, 0-90 cm)	69	83	57 (0-60 cm)
Fecha de siembra	24 de abril	29 de abril	27 de abril
Aplicación de fertilizante	15 de mayo	22 de mayo	22 de mayo
1º muestreo de NH₃	22 de mayo	29 de mayo	29 de mayo
2º muestreo de NH₃	29 de mayo	5th June	5th June

- 20 Un fertilizante sólido de urea se esparció en los diferentes suelos y se pulverizó un inhibidor de ureasa (LIMUS®). Se sometieron a ensayo diferentes intervalos de tiempo entre la aplicación de urea y el inhibidor de ureasa: El inhibidor de ureasa se aplicó 3, 2 y 1 día antes (n.º de tratamientos T2 a T4) o después (n.º de tratamientos T9 a T11) de que se esparciera urea, respectivamente. Adicionalmente, el inhibidor se aplicó al campo justo antes (n.º de tratamiento T5) y justo después (n.º de tratamiento T8) de que se esparciera urea, respectivamente. La expresión "justo antes" o "justo después" significa en el intervalo de algunos minutos. Para las mediciones de control, se esparció urea sin ningún inhibidor de ureasa presente (n.º de tratamiento T6; control negativo) y se mezcló previamente con gránulos de urea tratados con inhibidor de ureasa (aplicación de una formulación líquida de inhibidor de ureasa en la superficie de gránulos de urea) (n.º de tratamiento T7; control positivo). Las condiciones sometidas a prueba se resumen en la tabla 2:
- 25
- 30

Tabla 2: Protocolo de los experimentos

N.º de tratamiento	LIMUS solo® ¹	Fertilizante de N
T1	-	-
T2	3 días antes de la aplicación de N	urea
T3	2 días antes de la aplicación de N	urea
T4	1 día antes de la aplicación de N	urea
T5	justo antes de la aplicación de N	urea
T6	-	urea
T7	-	urea+LIMUS® ²
T8	justo después de la aplicación de N	urea
T9	1 día después de la aplicación de N	urea
T10	2 días después de la aplicación de N	urea
T11	3 días después de la aplicación de N	urea
¹ aplicacion en 200 l de agua/ha con boquillas herbicidas (0,37 kg LIMUS®/ha)		
² contiene 0,12 % de LIMUS® con respecto a urea → 0,37 kg de LIMUS®/ha		

Los parámetros que van a evaluarse eran las emisiones de NH₃ en el intervalo de 0-6 y 7-12 días después de la fertilización con N. Los resultados de los experimentos se muestran en la tabla 3 y la figura 7 (0-12 días):

- 5 **Tabla 3:** % de pérdida de nitrógeno-NH₃ de nitrógeno aplicado de suelos tratados con urea con y sin inhibidor de ureasa (IU), en los que el IU se aplicó n días antes, n días después o de manera simultánea con el fertilizante de urea. “Justo antes” y “justo después” significan un retraso de pocos minutos, por ejemplo en el intervalo de 5 minutos. Las mediciones se realizaron 12 días después del tratamiento con urea en cada campo.

	N.º IU	n=-3	n=-2	n=-1	Justo antes	De manera simultánea	Justo después	n=+1	n=+2	n=+3
Media (% de pérdida de N)	17,0	8,9	6,0	3,7	2,1	1,6	1,7	2,9	4,6	8,8
Limburgerhof (% de pérdida de N)	16,8	16,9	13,0	6,7	3,1	2,1	1,7	4,9	4,7	9,5
Reithofen (% de pérdida de N)	20,6	6,8	3,5	3,5	2,2	2,0	2,6	2,7	6,6	12,5
Aich (% de pérdida de N)	13,5	3,0	1,4	0,9	0,9	0,7	0,8	1,0	2,4	4,4

- 10 La gráfica en la figura 7 muestra la pérdida relativa de nitrógeno en el intervalo de los primeros seis días después del tratamiento con urea (A), en el intervalo de los seis días después de este periodo (B) y el total de la pérdida relativa de nitrógeno en el intervalo de doce días después de un tratamiento con urea para n.º de tratamientos T2 a T11, respectivamente.

- 15 La pérdida de nitrógeno media de la volatilización de amoníaco sin la aplicación del inhibidor de ureasa es el 17 % del nitrógeno esparcido originariamente. El inhibidor de ureasa, si se aplica de manera simultánea con el fertilizante de urea, reduce este valor hasta el 1,6 %. Sin embargo, si se esparce el inhibidor de ureasa se aplica al suelo poco antes o después de esparcir la urea, la pérdida de NH₃ se reduce de manera similar hasta el 2,1 y 1,7 %, respectivamente. Este resultado es sorprendente desde la perspectiva de la opinión general de que pulverizar el inhibidor de ureasa en el campo sería demasiado inespecífico para afectar a la volatilización de amoníaco de manera significativa. Un aumento del tiempo entre el esparcimiento del fertilizante de urea y la aplicación del inhibidor de ureasa aumenta la pérdida de NH₃.

Así, si se aplica un fertilizante sólido que contiene nitrógeno y un aditivo de fertilizante líquido de manera separada, reduciendo el espacio de tiempo entre el esparcimiento del fertilizante sólido y la aplicación del aditivo de fertilizante líquido hasta por debajo de 1 h, preferentemente hasta pocos minutos, en particular por debajo de 5 minutos, es importante para garantizar el efecto más eficaz del inhibidor de ureasa.

5 Lista de signos de referencia:

	1	campo
	2	zona de trabajo
	3	vehículo
	4	dispositivo de esparcimiento de fertilizante; esparcidor centrífugo; esparcidor neumático
10	5	pulverizador para campo; esparcidor para campo
	5a	boquilla
	6	fertilizante; granulado de urea
	6a	depósito para fertilizante sólido
	7	aditivo de fertilizante líquido; inhibidor de ureasa
15	7b	depósito para aditivo de fertilizante líquido
	8	dispositivo de expulsión
	8a	abertura de expulsión
	8b	disco giratorio
	8c	placa deflectora
20	9	detector de velocidad
	10	medios de localización geográfica
	11	unidad de control
	12	detector óptico
	13	unidad de análisis
25	14	unidad de cálculo
	v	velocidad del vehículo 3

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para aplicar una mezcla agroquímica a una zona (2) de trabajo de un campo (1) usando un vehículo (3) que se mueve en el campo (1), que comprende

5 esparcir un fertilizante (6) sólido en la zona (2) de trabajo usando un dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido colocado en el vehículo (3), en el que el dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido está dispuesto en la parte trasera del vehículo (3) en la dirección de desplazamiento, y
 pulverizar un aditivo (7) de fertilizante líquido en la zona (2) de trabajo usando un pulverizador (5) para campo, colocado en el vehículo (3) de manera separada del dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido, caracterizado porque
 10 el pulverizador (5) para campo está dispuesto en la parte delantera del vehículo (3) en la dirección de desplazamiento,
 en el que se evita que el aditivo (7) de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido, que también entra en contacto con el fertilizante (6) sólido.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que

15 se mide la velocidad (v) del vehículo (3) y
 las tasas de esparcimiento del fertilizante (6) sólido y de pulverización del aditivo (7) de fertilizante líquido en la zona (2) de trabajo se controlan en función de la velocidad (v) del vehículo (3) y de una distancia longitudinal entre una abertura (8a) de expulsión del dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido y una boquilla (5a) del pulverizador (5) para campo
 20 de modo que una cantidad predeterminada de fertilizante (6) sólido y aditivo (7) de fertilizante líquido, respectivamente, se aplica a cada segmento del campo (1).

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que

25 se determina la posición geográfica del vehículo (3) y
 la cantidad predeterminada de fertilizante (6) sólido y aditivo (7) de fertilizante líquido, respectivamente, aplicada al campo (1) depende de la posición determinada en el campo (1).

4. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el fertilizante (6) sólido es un fertilizante (6) sólido que contiene nitrógeno.

5. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que
 30 el aditivo (7) de fertilizante líquido comprende un inhibidor de nitrificación y/o un inhibidor de ureasa y/o un inhibidor de desnitrificación.

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que

35 se detecta radiación electromagnética emitida desde las plantas en la zona (2) de trabajo del campo (1), dicha radiación electromagnética detectada se analiza para obtener un valor de nivel de nitrógeno para cada segmento del campo (1),
 se calcula la relación de aditivo (7) de fertilizante líquido con respecto a fertilizante (6) sólido para cada segmento del campo (1) en función del valor de nivel de nitrógeno obtenido para el segmento respectivo, y
 la relación calculada de aditivo (7) de fertilizante líquido con respecto a fertilizante (6) sólido se aplica a cada segmento del campo (1).

7. Vehículo (3) para aplicar una mezcla agroquímica a una zona (2) de trabajo de un campo (1) mientras que se mueve en el campo (1), que comprende

40 un dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido, colocado en el vehículo(3), para esparcir un fertilizante (6) sólido en la zona (2) de trabajo, en el que el dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido está dispuesto en la parte trasera del vehículo (3) en la dirección de desplazamiento, y
 un pulverizador (5) para campo, que está colocado en el vehículo (3) de manera separada del dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido, para pulverizar un aditivo (7) de fertilizante líquido en la zona (2) de trabajo, caracterizado porque
 45 el pulverizador (5) para campo está dispuesto en la parte delantera del vehículo (3) en la dirección de desplazamiento,
 en el que el pulverizador (5) para campo está dispuesto con respecto al dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido de modo que se evita que el aditivo (7) de fertilizante líquido entre en contacto con superficies del dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido, que también entra en contacto con el fertilizante (6) sólido.
 50

8. Vehículo (3) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que

- el dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante sólido comprende al menos un dispositivo (8) de expulsión que tiene una abertura (8a) de expulsión y
 el pulverizador (5) para campo está dispuesto en el vehículo (3) a una distancia de la abertura (8a) de expulsión y en una dirección con respecto a la abertura (8a) de expulsión de modo que el aditivo (7) de fertilizante líquido, cuando se pulveriza, no alcanza la abertura (8a) de expulsión.
- 5
9. Vehículo (3) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que
- el vehículo (3) comprende un detector (9) para medir la velocidad (v) del vehículo (3) y
 una unidad (11) de control que controla las tasas de esparcimiento del fertilizante (6) sólido y de pulverización del
 aditivo (7) de fertilizante líquido en la zona (2) de trabajo en función de la velocidad (v) del vehículo (3) y de una
 distancia longitudinal entre una abertura (8a) de expulsión del dispositivo (4) de esparcimiento de fertilizante
 sólido y una boquilla (5a) del pulverizador (5) para campo,
 de modo que una cantidad predeterminada de fertilizante (6) sólido y aditivo (7) de fertilizante líquido,
 respectivamente, se aplica a cada segmento del campo (1).
- 10
10. Vehículo (3) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, en el que
- el vehículo (3) comprende además medios (10) de localización geográfica acoplados a una unidad (11) de
 control,
 dicha unidad (11) de control está adaptada para controlar las tasas de esparcimiento del fertilizante (6) sólido y
 de pulverización del aditivo (7) de fertilizante líquido en la zona (2) de trabajo en función de la posición geográfica
 del vehículo (3).
- 15
- 20 11. Vehículo (3) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende además
- un detector (12) óptico para detectar radiación electromagnética emitida desde las plantas en la zona (2) de
 trabajo del campo (1),
 una unidad (13) de análisis para obtener un valor de nivel de nitrógeno para cada segmento del campo (1)
 basándose en dicha radiación electromagnética detectada,
 una unidad (14) de cálculo para calcular la relación de aditivo (7) de fertilizante líquido con respecto a fertilizante
 (6) sólido para cada segmento del campo (1) en función del valor de nivel de nitrógeno obtenido para el
 segmento respectivo, y
 una unidad (11) de control que controla la aplicación de la relación calculada de aditivo (7) de fertilizante líquido
 con respecto a fertilizante (6) sólido a cada segmento del campo (1).
- 25
- 30

FIG.1

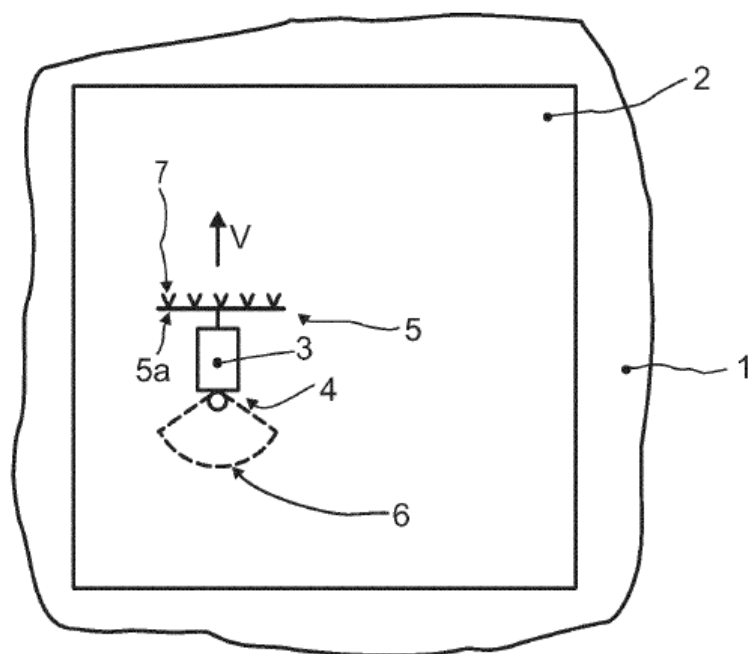


FIG.2

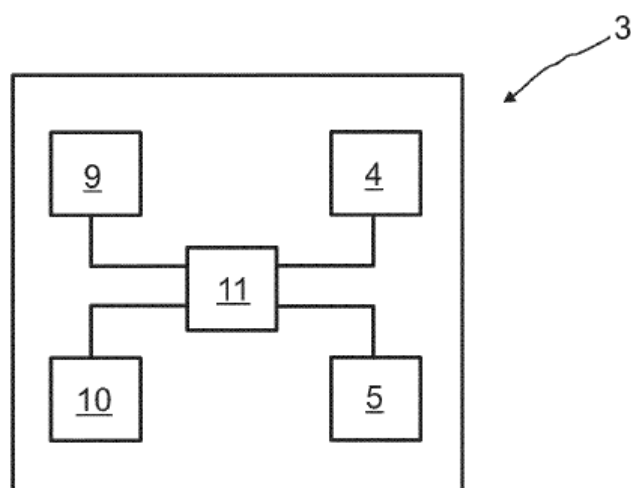


FIG.3

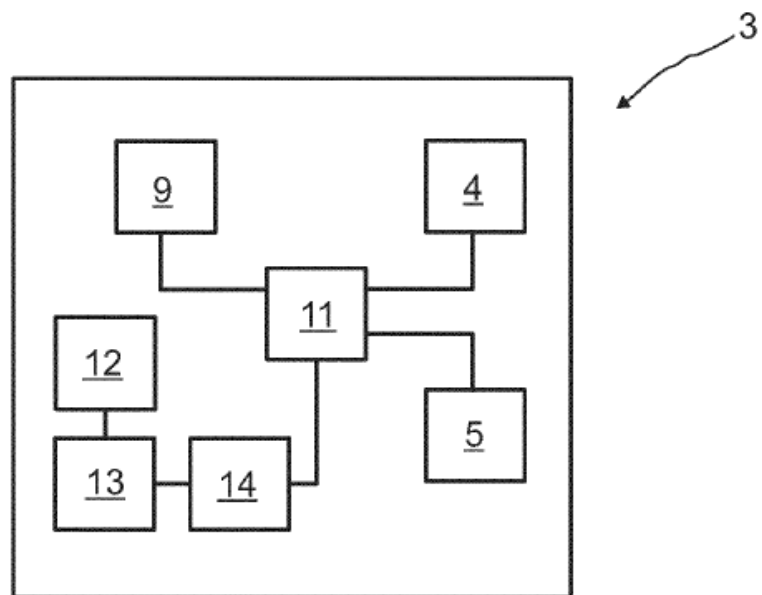


FIG.4

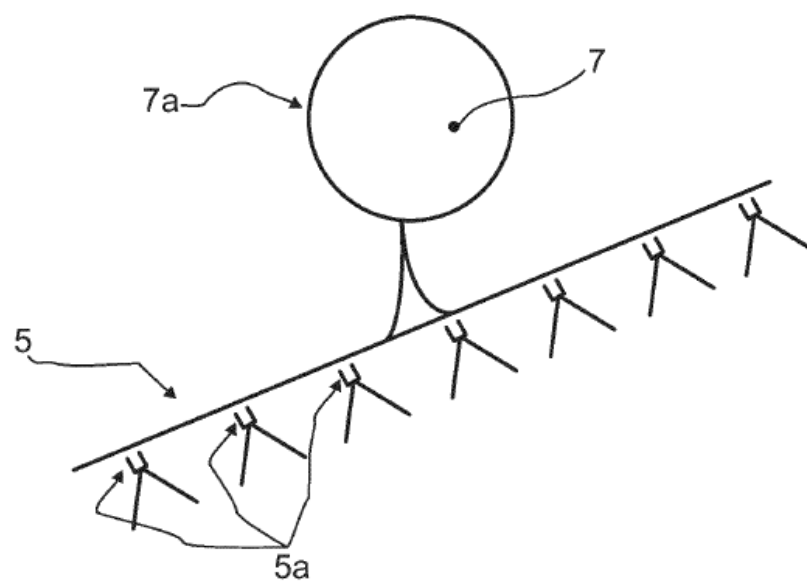


FIG.5

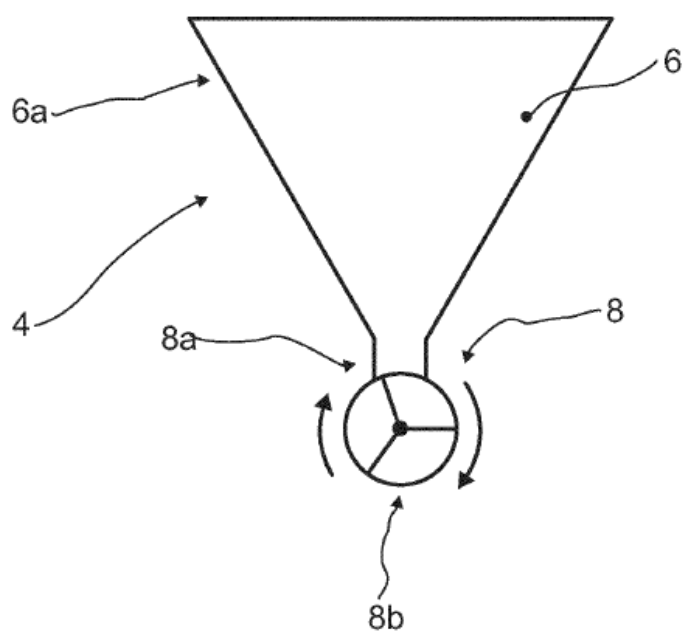


FIG.6

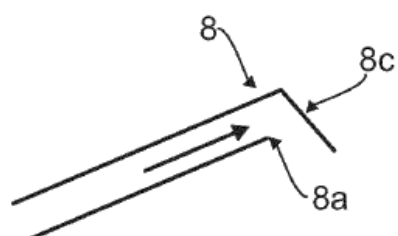


FIG.7

