

PROCESO PARA PRODUCIR UNA FUSIÓN DE UREA Y BIURET Y SISTEMA PARA PRODUCIR UNA FUSIÓN COMO TAL

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

- 5 [1] La divulgación se refiere a un proceso y sistema para producir una fusión de urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N creados durante un proceso de condensación de urea.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 [2] En general, se sabe que cuando la urea se calienta a temperaturas a partir de los 130 °C, se descompone térmicamente y forma un producto de condensación, es decir, biuret. Cuando la concentración de biuret aumenta y con temperaturas en aumento, comienzan a formarse otros productos de pirólisis de urea o productos de condensación de urea, tales como triuret, amelida, ácido cianúrico, etc. Cuando más alta
15 es la temperatura, más rápida es la conversión de urea en biuret.
- [3] US 4.540.820 divulga la preparación de una composición particularmente adecuada para su uso como una materia prima en la producción de biuret apto para pienso mediante pirólisis en estado sólido de este en un horno de recirculación, cuya composición comprende de alrededor de 37 % a alrededor de 25 % de urea en peso, de
20 alrededor de 45 % a alrededor de 60 % de biuret en peso y de alrededor de 3 % a alrededor de 20 % de ácido cianúrico en peso, en donde tal preparación abarca inyección de aire u otro gas no reactivo a través de una carga de urea a una temperatura de alrededor de 145 °C a alrededor de 165 °C y a una velocidad de entre alrededor de dos a alrededor de 10 pies cúbicos de gas/h/lb de urea durante un período de al menos
25 cuatro horas, luego se enfrió y desmenuzó el producto.
- [4] EP 3 995 488 divulga un proceso para la producción de urea apta para pienso a partir de una fusión de urea líquida, en donde el proceso comprende procesar la fusión de urea para promover la formación de biuret hasta una concentración de al menos 3 % de biuret en peso y someter la fusión así obtenida que contiene biuret a un proceso de
30 moldeado para obtener un producto de urea granular.
- [5] Un objetivo de la presente divulgación es proporcionar en un método simple para producir una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad relativamente menor de subproductos, es decir, compuestos “menores” que contienen N, que se producen durante el proceso de condensación de urea, sin la necesidad de etapas adicionales de
35 purificación y sin la necesidad de ningún reactivo, solvente, etc. adicional.

[6] Otro objetivo de la presente divulgación es proporcionar, en un método para producir una fusión como tal que es adecuada para ser procesada adicionalmente en una fuente de nitrógeno no proteico (NNP), más en particular que sirven como un aditivo apto para pienso para animales rumiantes y ganado.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[7] De acuerdo con un primer aspecto de la presente divulgación, se divulga un método para producir una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N producidos durante el proceso de condensación de urea (en adelante "la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N"), en donde el proceso comprende las etapas de:

10

- bombear una fusión de urea a uno o más recipientes del reactor, en donde cada uno tiene un espacio vacío en una parte superior de estos y una parte inferior;

15

- someter la fusión de urea en el uno o más recipientes del reactor a un proceso de calentamiento con una temperatura de entre 150 °C y 180 °C, en donde durante el proceso de calentamiento la fusión de urea se convierte en la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N,

20

- durante el proceso de calentamiento, someter la fusión presente en los recipientes del reactor a un proceso de circulación hacia adentro y hacia afuera del uno o más recipientes del reactor por un circuito de circulación dispuesto externamente de cada uno de los recipientes del reactor,

en donde durante la formación de la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N, se producen subproductos gaseosos que son evacuados fuera del respectivo recipiente del reactor por la parte superior de este, y

25

- retirar la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N fuera del uno o más recipientes del reactor por la parte inferior de estos.

[8] La fusión de urea es urea líquida, que opcionalmente comprende una cantidad mínima de agua. La urea sólida tiene una temperatura de fusión de entre 130 °C y 133 °C, según la cantidad de agua.

30

[9] La ventaja del proceso de acuerdo con la presente divulgación es que es un proceso de producción simple y rápido para producir una fusión, tal como se describió anteriormente, que no usa catalizadores ni solventes. Durante este proceso de producción, solo se forma una cantidad menor de productos secundarios, normalmente menos de 15 % en peso, más en particular, compuestos que contienen N, tales como amelida, ácido cianúrico, triuret, etc., durante la condensación de urea. En

35

consecuencia, no se necesita ninguna etapa de purificación adicional antes de su inclusión en pienso para rumiantes como un suplemento alimenticio. Además, el circuito de circulación que está dispuesto externamente del uno o más recipientes del reactor mejora la mezcla de la fusión, ayuda en la transferencia de masa y en la vaporización del líquido.

[10] En una forma de realización de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, el proceso es un proceso por lotes, y el tiempo de residencia de la fusión es de entre 40 minutos y 120 minutos, más en particular, de entre 60 minutos y 90 minutos, normalmente según la cantidad de fusión presente en los recipientes del reactor y las condiciones del proceso en los recipientes del reactor.

[11] En otra forma de realización de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, el proceso es un proceso continuo y el tiempo de residencia de la fusión en el uno o más recipientes del reactor, es de entre 40 minutos y 60 minutos, normalmente según la capacidad / el volumen del recipiente del reactor y la velocidad de flujo de la fusión de urea.

[12] Estos tiempos de residencia que se mencionaron anteriormente son relativamente cortos en vista de los procesos de producción conocidos.

[13] En una posible forma de realización de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, el proceso comprende además las etapas de:

- introducir un gas portador en la fusión en el uno o más recipientes del reactor que luego mezclarán con los subproductos gaseosos, lo cual da como resultado una mezcla de gas, en donde el gas portador es, más en particular, gas nitrógeno, dióxido de carbono, aire o una mezcla de estos que burbujea en el respectivo recipiente del reactor usando un rociador, y/o

- introducir un flujo de gas de purga en el espacio vacío del uno o más recipientes del reactor que luego mezclarán con los subproductos gaseosos, lo cual da como resultado una mezcla de gas, en donde el flujo de gas de purga es, más en particular, un flujo de aire de purga;

- evacuar la mezcla de gas fuera del respectivo recipiente del reactor por la parte superior de este.

[14] La introducción del gas portador en la fusión o el flujo de gas de purga en el espacio vacío del respectivo recipiente del reactor para evacuar los subproductos gaseosos formados ayudará a acelerar la velocidad de formación de biuret.

[15] En una forma de realización opcional de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, la mezcla de gas se evacúa fuera del uno o más recipientes del reactor por

una tubería a un depurador que está configurado para purificar los subproductos gaseosos fuera de la mezcla de gas, lo cual da como resultado un gas purificado. El depurador usa, más en particular, agua y/o ácido como un líquido de depuración.

[16] En una forma de realización adicional de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, el proceso comprende además las etapas de

- purgar parte del gas purificado fuera del depurador, en donde esta parte es una fracción de gas reutilizable,

- comprimir la fracción de gas reutilizable hasta una presión por encima de la presión atmosférica y agregar una fracción de gas adicional con una presión por encima de la presión atmosférica a la fracción de gas reutilizable, o agregar una fracción de gas adicional a la fracción de gas reutilizable y comprimirla hasta una presión por encima de la presión atmosférica; y

- reutilizar la mezcla de la fracción de gas adicional y la fracción de gas reutilizable al uno o más recipientes del reactor, en particular, como el gas portador y/o el flujo de gas de purga.

[17] La presión de la fracción de gas reutilizable y la fracción de gas adicional (o gas fresco) es, más en particular, de entre 1 bar y 5 bar. La presión debe ser tal que haya una fuerza impulsora para que la mezcla de gas fluya desde el recipiente del reactor al depurador.

[18] En una posible forma de realización de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, la fusión que contiene urea en los respectivos recipientes del reactor (es decir, una fusión de urea inicial que se convierte en una fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N y cuya composición cambia durante el proceso de condensación) se agita usando una mezcladora o agitador.

[19] En el contexto de la presente solicitud, la circulación en el circuito de circulación se obtiene mediante un medio de bombeo de circulación. Los medios de bombeo de circulación se pueden diseñar de tal manera que la circulación hacia adentro y hacia afuera del circuito de circulación dispuesto externamente de cada uno de los recipientes del reactor sea suficiente para mezclar la fusión en el recipiente del reactor. Sin embargo, el mezclador o el agitador mejoran el proceso de mezcla.

[20] En una forma de realización particular de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, la fusión producida comprende

- entre 5 % en peso y 60 % en peso de urea, más en particular, entre 30 % en peso y 55 % en peso de urea;

- entre 2 % en peso y 60 % en peso de biuret, más en particular, entre 30 % en peso

y 50 % en peso de biuret y

- entre 6 % en peso y 16 % en peso de los compuestos que contienen N, en vista del peso de la composición total de la fusión producida y en donde la composición total forma el 100 % en peso.

5 [21] En una forma de realización específica de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, los compuestos que contienen N comprenden

- entre 3 % en peso y 10 % en peso, más en particular, entre 5 % en peso y 8 % en peso o entre 5 % en peso y 7 % en peso de ácido cianúrico,

10 - entre 0,5 % en peso y 3 % en peso, más en particular, entre 0,8 % en peso y 2,0 % en peso o entre 0,8 % en peso y 1,5 % en peso de amelida y

- entre 3 % en peso y 6 % en peso, más en particular, entre 4 % en peso y 5,5 % en peso o entre 4 % en peso y 5 % en peso de triuret;

en vista del peso de la composición total de la fusión producida.

15 [22] En una forma de realización específica de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, el proceso comprende además las etapas de

- transportar la fusión producida que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N hacia afuera de los respectivos recipientes del reactor a un recipiente de mezcla, y

20 - agregar uno o más compuestos de suplemento alimenticio para animales a la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N en el recipiente de mezcla y se mezclan, y así obtener una fusión de suplemento alimenticio.

[23] El uno o más compuestos de suplemento alimenticio para animales son uno o más de, entre otros, compuestos de nitrato, compuestos de fosfato, compuestos de sulfato, micronutrientes y agentes antiaglomerantes.

25 [24] Más en particular, el uno o más compuestos de suplemento alimenticio son uno o más compuestos de nitrato.

30 [25] En una posible forma de realización de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, el uno o más compuestos de nitrato están presentes en una cantidad de entre 20 % en peso y 40 % en peso, en vista de la composición total de la fusión producida.

[26] Más en particular, el uno o más compuestos de nitrato se eligen de nitrato de calcio, nitrato de magnesio, nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de sodio o una mezcla de estos.

35 [27] En una forma de realización particular de un proceso de acuerdo con la presente divulgación, la fusión de urea presente en el uno o más recipientes del reactor se somete

a un proceso de calentamiento para obtener una fusión de urea, biuret y los compuestos que contienen N con una temperatura de entre 150 °C y 180 °C, más en particular, entre 160 °C y 170 °C y, con mayor particularidad, una temperatura de 165 °C.

[28] Gracias a su complejo sistema digestivo, caracterizado por un estómago de cuatro cámaras que permite la digestión eficiente de los materiales vegetales a través de la microbiota instalada en ellos, los rumiantes son capaces de procesar tanto la proteína verdadera como el nitrógeno no proteico (NNP) de su pienso. Se sabe que la urea apta para pienso, que es una fuente de NNP, se descompone rápidamente y libera el nitrógeno en forma de amoníaco hasta niveles potencialmente tóxicos dentro de animales rumiantes. El biuret proporciona una velocidad de liberación más lenta de amoníaco a las bacterias del rumen. El biuret es menos tóxico en comparación con urea y, por ende, es más seguro para usar en pienso para rumiantes. Sin embargo, la producción de biuret es muy costosa. Por ende, el proceso de producción de acuerdo con la presente divulgación proporciona una fusión que es adecuada para usar de forma más segura en pienso para animales en comparación con urea pura.

[29] De acuerdo con un segundo aspecto de la presente divulgación, un sistema para producir una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N creado durante un proceso de condensación de urea, en donde el sistema comprende

- un dispositivo de bombeo para bombear una fusión de urea a uno o más recipientes del reactor, en donde cada uno tiene un espacio vacío ubicado en una parte superior de estos, y una parte inferior, en donde el uno o más recipientes del reactor están configurados para producir la fusión, y en donde cada uno de los recipientes del reactor comprende
 - un dispositivo de calentamiento configurado para calentar la fusión de urea hasta una temperatura de entre 150 °C y 180 °C, en donde durante el proceso de calentamiento la fusión de urea se convierte en la fusión que comprende urea, biuret y los compuestos que contienen N; y
 - un circuito de circulación dispuesto externamente con respecto a los recipientes del reactor, que comprende un medio de bombeo de circulación para hacer circular la fusión hacia adentro y hacia afuera de los respectivos recipientes del reactor por el circuito de circulación; y
 - una válvula dispuesta para evacuar subproductos gaseosos producidos durante el proceso de condensación de urea fuera de los respectivos recipientes del reactor por la parte superior de estos; y

- una válvula dispuesta para retirar la fusión fuera del uno o más recipientes del reactor en la parte inferior de estos.

[30] Este sistema es un sistema compacto que necesita una cantidad mínima de partes para obtener la fusión que comprende urea, biuret y la cantidad menor de compuestos que contienen N creados durante el proceso de condensación de urea.

[31] En una forma de realización opcional de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, el circuito de circulación tiene una abertura de entrada y una abertura de salida, donde el circuito de circulación está conectado al recipiente del reactor, en donde la abertura de salida está dispuesta como un orificio reducido, en particular en donde la abertura de entrada tiene el mismo diámetro que el diámetro del circuito de circulación y en donde el diámetro de la abertura de salida es menor que el diámetro del circuito de circulación. Esto además mejora la vaporización de la fusión.

[32] En una posible forma de realización de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, el sistema comprende además una válvula configurada para introducir gas portador en la fusión presente en el uno o más recipientes del reactor y un rociador de gas ubicado en los recipientes del reactor, en donde este gas portador se mezclará con los subproductos gaseosos, lo cual da como resultado una mezcla de gas. El gas portador puede ser, más en particular, gas nitrógeno, dióxido de carbono, aire o una mezcla de estos que burbujea en los respectivos recipientes del reactor usando el rociador de gas.

[33] En otra posible forma de realización de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, el sistema comprende además un primer dispositivo de purga de gas configurado para introducir un flujo de gas de purga en el espacio vacío del uno o más recipientes del reactor, en donde este flujo de gas de purga luego se mezclará con los subproductos gaseosos, lo cual da como resultado una mezcla de gas. Este flujo de gas de purga es, más en particular, un flujo de aire de purga.

[34] En una forma de realización opcional de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, el sistema comprende además un depurador que está configurado para purificar los subproductos gaseosos fuera de la mezcla de gas, lo cual da como resultado un gas purificado. Este depurador usa, más en particular, agua y/o ácido como líquido de depuración.

[35] En una posible forma de realización de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, el sistema comprende además

- un segundo dispositivo de purga para purgar una parte del gas purificado fuera del depurador, en donde esta parte es una parte de gas reutilizable,

- un compresor para presurizar la parte de gas reutilizable por encima de la presión atmosférica,
- una válvula configurada para agregar gas fresco con una presión por encima de la presión atmosférica a la parte de gas reutilizable, y
- 5 - una válvula configurada para reciclar de nuevo la mezcla de gas fresco y la parte de gas reutilizable al uno o más recipientes del reactor.

[36] En una forma de realización particular de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, cada uno de los recipientes del reactor puede comprender además un mezclador, más en particular, un agitador, configurado para agitar la fusión en los
10 respectivos recipientes del reactor.

[37] En una forma de realización opcional de un sistema de acuerdo con la presente divulgación, el sistema comprende una válvula para retirar la fusión producida que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N del uno o más recipientes del reactor y comprende además una tubería para transportar la fusión producida que
15 comprende urea, biuret y compuestos que contienen N del uno o más recipientes del reactor a un recipiente de mezcla.

[38] El sistema de acuerdo con la presente divulgación puede comprender además un sistema de dosificación para agregar uno o más compuestos de nitrato (en forma sólida o líquida) a la fusión en el recipiente de mezcla y un dispositivo de mezcla para
20 mezclar el uno o más compuestos de nitrato con la fusión en el recipiente de mezcla.

[39] Una forma de realización específica de un sistema de acuerdo con la presente divulgación se configura para llevar a cabo un proceso de acuerdo con la presente divulgación tal como se describió anteriormente.

25 **DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS**

[40] La figura 1 muestra un diagrama de flujo de un proceso para producir una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N producidos durante el proceso de condensación de urea de acuerdo con la presente divulgación;

30 [41] La figura 2 muestra un diagrama de flujo de un proceso para producir una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N producidos durante el proceso de condensación de urea y uno o más compuestos de nitrato de acuerdo con la presente divulgación.

35 **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

[42] La presente divulgación se refiere a la producción de una fusión de urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N que se producen durante el proceso de condensación de urea. La condensación de la fuente de urea inicial se obtiene al aplicarla a un proceso de calentamiento. Cuando se calienta la urea, a partir de una temperatura de alrededor de 132 °C - 133 °C, la urea se convierte en biuret y se forman "subproductos" (también llamados "productos de autocondensación") en forma de compuestos que contienen N. Los principales compuestos que contienen N que se forman durante el proceso de condensación de urea son amelida, ácido cianúrico y triuret. Las cantidades de compuestos que contienen N formados mediante el proceso de condensación de urea de acuerdo con la presente divulgación solo están presentes en una cantidad "menor", es decir, máximo 10 % en peso en vista de la fusión producida final total. Como se usa en la presente, la expresión "fusión de urea" se refiere a la fuente de urea inicial, como se analiza en detalle a continuación, que se proporciona a un recipiente del reactor, antes de su conversión en un proceso de calentamiento. Como se usa en la presente, la expresión "fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N" generalmente se refiere al flujo de producto de salida del recipiente del reactor, y corresponde a la fusión resultante obtenida después de la condensación de la fusión de urea. Como se usa en la presente, las expresiones "fusión que contiene urea" o "fusión en un recipiente del reactor" se refieren generalmente a la fusión en un recipiente del reactor, sometida a un proceso de calentamiento, con una composición que cambia continuamente debido a la reacción de condensación en curso.

[43] En el proceso de producción de acuerdo con la presente divulgación, una fusión de urea se bombea por medio de una bomba a uno o más recipientes del reactor, en donde tendrá lugar el proceso de condensación. La fusión de urea proporcionada al uno o más recipientes del reactor, particularmente, comprende entre 95 % en peso y 100 % en peso de urea. Esta fusión de urea puede originarse de diferentes fuentes. Una primera opción es sacarlo directamente de una planta de producción de urea con la temperatura y la concentración adecuadas. Una segunda opción es sacarlo directamente de la planta de producción a la temperatura adecuada, pero como una forma (o solución) más diluida. La concentración de una fusión de urea sacada de la planta de producción varía según el lugar donde se tome. Las concentraciones típicas de urea que se originan de una planta de producción de urea son 80 % en peso, 95 % en peso o 99 % en peso de urea. Una concentración de urea de 80 % en peso debe concentrarse mediante la evaporación del agua. Las concentraciones de urea de 95 % en peso y 99 % en peso se pueden usar directamente como la fusión de urea en el

proceso de acuerdo con la presente divulgación. Una tercera opción es fusionar urea sólida.

[44] Luego, esta fusión de urea se calienta en el uno o más recipientes del reactor usando un dispositivo de calentamiento hasta una temperatura de proceso deseada de entre 150 °C y 180 °C, a través de la cual se produce una reacción de condensación de la urea que genera biuret y a los compuestos que contienen N como se mencionó anteriormente. Más en particular, la fusión en el uno o más recipientes del reactor se calienta hasta una temperatura entre 160 °C y 170 °C y, con mayor particularidad, una temperatura de 165 °C. Sorprendentemente, se descubrió que este rango de temperatura del proceso daba como resultado una fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contenían N, con urea : biuret : Las relaciones de compuestos que contienen N que son particularmente eficaces cuando la fusión, tras la solidificación, se usa como fuente de suplemento alimenticio de NNP para rumiantes.

[45] Es posible proporcionar un único recipiente del reactor o una serie de diferentes recipientes del reactor. Cada uno de los recipientes del reactor tiene una parte superior con un espacio vacío y una parte inferior. Cualquier agua presente en la fusión se evapora por el calor y se evapora en el aire presente en el espacio vacío de los respectivos recipientes del reactor. En estos recipientes del reactor, tiene lugar la principal formación de biuret y la formación de los compuestos que contienen N, lo cual finalmente da como resultado la fusión deseada de acuerdo con la presente divulgación.

[46] El proceso de acuerdo con la presente divulgación puede ser un sistema por lotes o un sistema continuo. En un sistema por lotes, la formación de la fusión en el uno o más recipientes del reactor tiene lugar durante un período de entre 40 y 120 minutos, más en particular, entre 60 y 90 minutos, según la cantidad de fusión presente y las condiciones del proceso, principalmente la temperatura, en los recipientes del reactor. Un tiempo de residencia típico de la fusión en el uno o más recipientes del reactor es de alrededor de 60 minutos. En un sistema continuo, el tiempo de residencia de la fusión normalmente tiene lugar entre 40 minutos y 60 minutos, según la velocidad de flujo de la fusión a través de los recipientes del reactor y el volumen de los recipientes del reactor.

[47] Durante el proceso de calentamiento y la formación de la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N, también se producen subproductos gaseosos. Más en particular, dado que la urea comienza a degradarse, se libera principalmente amoníaco (NH_3) a temperaturas por encima del punto de fusión de la urea, que es de alrededor de 132 °C. Además, también se forman CO_2 (dióxido de

carbono) y vapor de H_2O . La mayoría de estos se producen durante el calentamiento inicial de la urea. Para aumentar la conversión de urea en biuret y los compuestos que contienen N, una primera posibilidad consiste en introducir un gas portador en la fusión presente en el uno o más recipientes del reactor que luego quitará los subproductos gaseosos de los recipientes del reactor. Por ende, el gas portador se mezcla con los subproductos gaseosos que dan como resultado una mezcla de gas. Una segunda posibilidad es introducir un flujo de gas de purga en el espacio vacío del uno o más recipientes del reactor que se mezclará con los subproductos gaseosos, lo cual da como resultado una mezcla gaseosa. También es posible realizar ambas opciones, simultánea o alternativamente.

[48] La introducción de un gas portador en la fusión presente en el uno o más recipientes del reactor se realiza, más en particular, usando un rociador diseñado para hacer burbujear el gas portador en la fusión desde la parte inferior de los respectivos recipientes del reactor. El gas portador puede ser gas nitrógeno, dióxido de carbono, aire o una mezcla de estos.

[49] La introducción de un flujo de gas de purga en el espacio vacío del uno o más recipientes del reactor se realiza, más en particular, al aplicar un flujo de aire de purga.

[50] Luego, las mezclas de gas resultantes, tal como se describió anteriormente, son evacuadas del respectivo recipiente del reactor por la parte superior de este.

Opcionalmente, los gases producidos son evacuados a un depurador que está configurado para depurar los subproductos gaseosos fuera de la mezcla de gas, a través del cual se obtiene un gas purificado. Este depurador, más en particular, usa agua y/o ácido tal como ácido sulfúrico (H_2SO_4) o ácido nítrico (HNO_3) como el líquido de depuración. El depurador, más específicamente, es un depurador de amoníaco que usa ácido para depurar el amoníaco fuera de la mezcla de gas que es evacuada fuera de la parte superior del respectivo recipiente del reactor.

[51] El depurador suele normalmente opera al vacío (es decir, opera a presiones de menos de 1 bar). La presión en el espacio vacío del uno o más recipientes del reactor debe ser mayor que la presión en el depurador, de modo tal que los gases fluyan desde el uno o más recipientes del reactor al depurador. La presión en el espacio vacío del uno o más recipientes del reactor normalmente es la presión atmosférica. Cuando se introduce un gas burbujeante a una presión superior a la presión atmosférica en la fusión presente en los recipientes del reactor, se expandirá en el espacio vacío de los respectivos recipientes del reactor. Entre el depurador y el uno o más recipientes del reactor hay una tubería. Opcionalmente, un eyector de flujo está dispuesto en esta

tubería para ayudar a reducir la presión hacia el depurador. Después del depurador, normalmente se proporciona un ventilador que está configurado para aspirar el gas del depurador.

[52] Para evitar la acumulación de subproductos gaseosos no deseados, como el nitrógeno, el proceso comprende además las etapas de

- purgar una parte del gas purificado fuera del depurador, en donde esta parte es una parte de gas reutilizable;
- comprimir la parte de gas reutilizable hasta una presión por encima de la presión atmosférica y agregar gas fresco con una presión por encima de la presión atmosférica a la parte de gas reutilizable, o agregar gas fresco a la parte de gas reutilizable y comprimirla hasta una presión por encima de la presión atmosférica; y
- reciclar de nuevo la mezcla de gas fresco y la parte de gas reutilizable al uno o más recipientes del reactor.

[53] Estos uno o más recipientes del reactor están además provistos de un circuito de circulación que está dispuesto externamente con respecto a los respectivos recipientes del reactor y que está configurado para permitir que la fusión circule a través de él, en donde la fusión fluye desde el recipiente del reactor al circuito de circulación por una abertura de entrada del circuito de circulación y fluye de regreso al reactor por una abertura de salida del circuito de circulación. Esto permite mezclar la fusión presente en el uno o más recipientes del reactor y ayuda a la transferencia de masa. El circuito de circulación opcionalmente se calienta para evitar el taponamiento del circuito que podría ocurrir cuando la fusión se cristaliza en el circuito. Se proporciona un medio de bombeo de circulación adecuado. Por ejemplo, el circuito de circulación puede estar equipado con un medio de bombeo de circulación adecuado, normalmente ubicado cerca del recipiente del reactor, para hacer circular la fusión desde los recipientes del reactor a través del circuito de circulación de regreso a los recipientes del reactor. De manera ventajosa, los medios de bombeo de circulación pueden elegirse o configurarse, como sabe la persona del oficio de nivel medio, para que tengan una capacidad que garantice una mezcla optimizada o maximizada de la fusión en los recipientes del reactor. Opcionalmente, el circuito de circulación puede estar equipado con un eductor o eyector para mejorar adicionalmente la mezcla de la fusión en los recipientes del reactor. De manera ventajosa, la circulación de la fusión promueve la separación de los subproductos gaseosos por medio de vaporización. Cuando la fusión circula en el circuito de circulación por los medios de bombeo de circulación, la fusión se presuriza. Durante el proceso de circulación de la fusión en el circuito de circulación, la fusión

reacciona adicionalmente a sus productos de autocondensación por el calor. Cuando la fusión fluye de regreso al respectivo recipiente del reactor, los gases, entre otros el amoníaco, que se producen durante la reacción de condensación de la fusión, se liberan debido a la caída de presión efectuada cuando la fusión pasa a través de la abertura de salida del circuito de circulación en el recipiente del reactor. En una forma de realización opcional, la abertura de salida del circuito de circulación, es decir, donde el circuito de circulación está conectado al recipiente del reactor y donde la fusión fluye fuera del circuito de circulación al respectivo recipiente del reactor, puede estar dispuesta como un orificio reducido para promover adicionalmente la acumulación de presión y, posteriormente, la expansión del flujo de la fusión, para proporcionar así, entre otras cosas, una mejor separación de subproductos gaseosos y fusión o, en otras palabras, una mejor vaporización de la fusión. Dicho de otro modo, en algunas formas de realización, el circuito de circulación tiene una abertura de entrada y de salida, donde el circuito de circulación está conectado al recipiente del reactor, en donde la abertura de salida está dispuesta como un orificio reducido, en donde el diámetro de la abertura de entrada tiene el mismo tamaño que el diámetro del circuito de circulación y en donde el diámetro de la abertura de salida es menor que el diámetro de la abertura de entrada y menor que el diámetro del circuito de circulación. En consecuencia, en formas de realización particulares, la separación de los subproductos gaseosos y la fusión que contiene urea también comprende la vaporización de la fusión que contiene urea durante el proceso de circulación, en donde la fusión que contiene urea se hace circular de regreso al respectivo recipiente del reactor por una abertura de salida del circuito de circulación formando, dicha abertura de salida adaptada para formar una sección de flujo restringido en el circuito de circulación.

[54] Para mejorar la mezcla de la fusión presente en el uno o más recipientes del reactor, se puede proporcionar un mezclador. Más en particular, el mezclador es un agitador que se puede usar para alcanzar un buen resultado de mezcla. Los recipientes del reactor pueden ser un tanque del recipiente del reactor de agitación continua (CSTR). Si se colocan dos de dichos CSTR en serie, se reduce el tamaño de los recipientes del reactor y se garantiza una mezcla adecuada. Más en particular, en este caso, se usan CSTR con rociado continuo de gas.

[55] Una vez producida la fusión deseada, se retira del uno o más recipientes del reactor por la parte inferior de estos. La fusión producida puede procesarse adicionalmente hasta convertirse en un producto sólido mediante cualquier técnica de solidificación conocida.

[56] La fusión producida obtenida por medio del proceso descrito anteriormente de acuerdo con la presente divulgación comprende, más en particular,

- entre 5 % en peso y 60 % en peso de urea, más en particular, entre 30 % en peso y 55 % en peso de urea;

5 - entre 2 % en peso y 60 % en peso de biuret, más en particular, entre 30 % en peso y 50 % en peso de biuret y

- entre 6 % en peso y 16 % en peso de los compuestos que contienen N,

en donde los porcentajes en peso tienen en cuenta el peso de la composición total de la fusión que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N, y en donde la
10 composición total forma 100 % en peso.

[57] Los compuestos que contienen N comprenden, más específicamente,

- entre 3 % en peso y 10 % en peso, más en particular, entre 5 % en peso y 8 % en peso de ácido cianúrico,

15 - entre 0,5 % en peso y 3 % en peso, más en particular, entre 0,8 % en peso y 2,0 % en peso de amelida, y

- entre 3 % en peso y 6 % en peso, más en particular, entre 4 % en peso y 5,5 % en peso de triuret;

en donde los porcentajes tienen en cuenta el peso de la composición total de la fusión producida que comprende urea, biuret y compuestos que contienen N. La fusión
20 producida puede comprender además alrededor de 0,1 a 1,5 % en peso de agua (en función del peso de la composición total de la fusión).

[58] En la figura 1 se muestra un ejemplo de un sistema para producir una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N producidos durante un proceso de condensación de urea de acuerdo con la presente
25 divulgación y tal como se describió anteriormente. Este sistema (1) comprende una bomba (2) para bombear una fusión de urea inicial a un precalentador (3) que está configurado para calentar la fusión de urea inicial hasta una temperatura de entre 130 °C y 133 °C, para obtener así una fusión de urea. Luego, esta fusión de urea se bombea a un recipiente del reactor (4) en el que tendrá lugar la reacción de condensación de la
30 fusión de urea, lo cual da como resultado una fusión que comprende urea, biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N. El recipiente del reactor (4) tiene una parte superior (4a) que cubre un espacio vacío (4b) y una parte inferior (4c). Como ya se mencionó anteriormente, también es posible proporcionar una cantidad de tales recipientes del reactor (4) en serie (no se muestra en las figuras).

35 [59] El recipiente del reactor (4) está dispuesto con un calentador (no se muestra en

las figuras) que está configurado para calentar la fusión hasta la temperatura de reacción deseada de entre 150 °C y 180 °C, en particular, entre 160 °C y 170 °C y, más en particular, alrededor de 165 °C.

5 [60] El recipiente del reactor (4) comprende además un mezclador o agitador, tal como un propulsor (excéntrico) o un mezclador (5) accionado por un motor u otro tipo conocido de accionamiento (5a) y que está configurado para mezclar la fusión presente en el recipiente del reactor (4).

10 [61] El recipiente del reactor (4) está además dispuesto con un circuito de circulación (7) que se extiende externamente, que comprende una abertura de entrada y de salida, que está dispuesta con una bomba (7a) para bombear la fusión desde el recipiente del reactor (4) en el circuito de circulación (7) y a través del circuito de circulación (7). El recipiente del reactor (4) de este sistema de ejemplo (1) está provisto además de un calentador de circuito de circulación (7b) para calentar la fusión que circula a través del circuito de circulación (7). La salida del circuito de circulación (7) puede estar adaptada
15 para restringir el flujo de la fusión, como para permitir la vaporización de la fusión.

[62] El recipiente del reactor (4) está dispuesto con una válvula (no se muestra en las figuras) en la parte inferior (4c) de este para permitir que la fusión producida salga del recipiente del reactor (4) para ser procesada adicionalmente.

20 [63] El recipiente del reactor (2) también está dispuesto con un rociador de gas (6), más en particular, un rociador de nitrógeno (N_2), que está configurado para burbujear gas (nitrógeno) en la fusión presente en el recipiente del reactor (2) desde la parte inferior a la parte superior del recipiente del reactor (4). El rociador de gas (6) tiene, en particular, una parte inferior de forma circular (6a) que además está perforada. El rociador de gas (6) tiene además un tubo hueco (6b) colocado verticalmente que está
25 configurado para hacer fluir gas (nitrógeno) a través de este hacia la parte inferior (6a). El nitrógeno se rocía para quitar el amoníaco (NH_3) que se forma durante la producción de la fusión en el recipiente del reactor (4).

30 [64] El sistema (1) también está dispuesto con un depurador de gas (10) para absorber el gas amoníaco de la mezcla de gas existente de gas amoníaco y gas nitrógeno. El depurador (10) usa agua y/o ácido como líquido de depuración (8) para absorber selectivamente el amoníaco de la mezcla gaseosa, para producir así una solución de amoníaco-agua. La solución de amoníaco-agua sale del depurador (9) por la parte inferior de este. En el sistema de ejemplo que se muestra en la figura 1, se proporciona una línea de reciclado (10) para reciclar parte de la solución de amoníaco-agua de vuelta al depurador (9). La línea de reciclado (10) está dispuesta con una bomba
35

(11) para bombear la solución de amoníaco-agua desde el fondo del depurador (9) de vuelta al depurador (9). La línea de reciclado (10) está dispuesta además con un intercambiador de calor (12) para enfriar la solución de amoníaco-agua antes de que se recicle de nuevo al depurador (9) o antes de que se extraiga del sistema (1) por medio de un tubo de drenaje (13).

[65] El gas que sale por la parte superior del depurador (9) es rico en nitrógeno. Para evitar la acumulación de gas inerte en el sistema (1), una parte del gas que sale del depurador (9) se purga usando una válvula (14). La parte de gas purgado rico en nitrógeno, que es solo un pequeño porcentaje del gas que sale del depurador (9), se comprime luego por encima de la presión atmosférica usando un compresor (15) y se mezcla en un mezclador (16) con nitrógeno fresco. Esta mezcla luego se envía de regreso y se reutiliza en el recipiente del reactor (4).

[66] El proceso de acuerdo con la presente divulgación puede comprender adicionalmente la etapa de transportar la fusión fuera de los respectivos recipientes del reactor a un recipiente de mezcla y agregar uno o más compuestos de suplemento alimenticio, más en particular, entre otros, uno o más compuestos de nitrato a la fusión en el recipiente de mezcla y mezclarla, para obtener así una fusión de suplemento alimenticio. El uno o más compuestos de suplemento alimenticio se agregan así, más en particular, cuando se obtiene el porcentaje diana de biuret en la fusión de acuerdo con la presente divulgación.

[67] La fusión de suplemento alimenticio obtenida por medio de este proceso de producción de acuerdo con la presente divulgación, más en particular, comprende entre 20 % en peso y 40 % en peso y, más en particular, alrededor de 30 % en peso, de uno o más compuestos de nitrato, en vista de la composición total de la fusión de suplemento alimenticio. Estos uno o más compuestos de nitrato se eligen, más en particular, de nitrato de calcio, nitrato de magnesio, nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de sodio o una mezcla de estos.

[68] En la figura 2 se muestra un ejemplo de un sistema para producir una fusión de suplemento alimenticio, en función de una fusión que comprende urea; biuret y una cantidad menor de compuestos que contienen N producidos durante el proceso de condensación de urea y nitrato de calcio como el compuesto de nitrato.

[69] El proceso de producción para producir la fusión de acuerdo con la presente divulgación que comprende urea, biuret y la cantidad menor de compuestos que contienen N es el mismo que el que se muestra en la figura 1 y tal como se describió anteriormente. En la figura 2, sin embargo, la fusión con la cantidad deseada de urea,

biuret y compuestos que contienen N producidos durante el proceso de condensación de urea se bombea al recipiente de mezcla (17), que está configurado para agregar nitrato de calcio (18) a la fusión y mezclarla usando un mezclador (19) accionado por un motor (19a). Luego, la fusión de suplemento alimenticio se extrae del recipiente de

5 mezcla (17) para ser procesada adicionalmente.