

PATENTE DE INVENCION
PROCESO PARA LA ADITIVACION DE UREA CON MACRO Y
MICRONUTRIENTES

DESCRIPCION

La presente invención describe un proceso mediante el cual es posible realizar la adición de macronutrientes (N,P,K) y micronutrientes (Mg, Cu, Zn, B, Mo , Mn, Co) a la urea en presentación granular o prilled con el objetivo de fabricar una amplia gama de productos fertilizantes que satisfagan las necesidades nutricionales de un cultivo.

La urea (formula $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) es un fertilizante ampliamente utilizado por su alto contenido de nitrógeno, muchas técnicas y procesos se describen para realizar recubrimientos a la urea especialmente para inhibir su rápida descomposición y volatilización como amoníaco (NH_3) por la adición de azufre elemental (S) y sustancias como melazas y vinazas descrita en la patente 01038233 de Colombia.

Otras invenciones tratan de la inclusión de micronutrientes, también denominados oligoelementos, mediante la adición de óxidos metálicos que reaccionan con la urea, o sales de los metales que por hidrólisis ácida sobre la urea se depositan y quedan incorporados según se describe en la patente NZ2860023A.

De acuerdo con la patente US 3617239, la urea es capaz de formar complejos de coordinación con sales hidratadas de los micronutrientes, reemplazando las aguas de hidratación de la sal que contiene el elemento, según la reacción (1)



Donde M es un micronutriente y A es el anión acompañante (v. gr Sulfato (SO_4^{2-})). El documento citado describe una síntesis a nivel de laboratorio con etapa de secado al vacío a temperatura de 130°C

Para suplir las necesidades nutricionales de los cultivos, es necesario asegurar que el plan de fertilización provea los niveles de los macronutrientes o elementos mayores N,P,K por lo cual es muy común realizar mezclas físicas con la urea con otras fuentes de elementos mayores como cloruro de potasio (KCl), Nitrato de potasio (KNO_3), Fosfato monoamónico MAP ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), fosfato diamónico ($(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$) entre otros, como se describe en el documento “Guidance for the compatibility of fertilizers blending materials” European fertilizer manufacturers’ association 2006.

Estas mezclas físicas tienen el inconveniente de no ser homogéneas, por la diferencia de densidad en masa de los componentes, diferencia de humedad crítica entre los componentes y compatibilidad química por lo cual las fuentes de los nutrientes no quedan uniformemente distribuidos en el suelo, afectando la productividad de los cultivos.

La presente invención se basa en la capacidad de la urea para formar complejos de coordinación con los metales micronutrientes y fenómenos de adsorción y/o reacciones ácido-base sobre la superficie de la urea como sustrato con las fuentes de elementos mayores, cuando la fuente proviene de sales de amonio o son capaces de reaccionar.

El proceso incorpora un agente regulador de la humectación que puede ser un sulfato de un elemento alcalinotérreo como Calcio (Ca), Magnesio (Mg) en formas anhidras, hemihidratadas o hidratadas pero con contenido de agua libre inferior al 10% preferiblemente al 5% (v.gr Anhidrita CaSO_4 , escayola $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$, yeso $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, Kieserita $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$), su función principalmente es controlar la absorción de agua

liberada y desplazar el equilibrio hacia la formación de los complejos metal-urea y facilitar la adsorción de las sales que contienen los elementos mayores.

La homogeneidad de los productos se asegura mediante la adición de un agente aglutinante cuya naturaleza es de tipo polisacárido que puede ser escogido entre sustancias como carboxi metil celulosa, pectina cítrica, almidón natural de diversos orígenes (maíz, papa, yuca), almidones modificados, dextrinas los cuales se incorporan en vehículo acuoso en concentraciones entre el 5-50% por suspensión en frío o por cocción según sea la naturaleza del aglutinante.

El acondicionamiento final de los productos se hace mediante secado convencional, asegurando que el sólido alcance una temperatura entre 45-55°C para eliminar el vehículo acuoso del agente aglutinante para garantizar que el producto quede suelto y fluido. En caso de ser necesario, puede adicionarse un agente anticompactante como lignosulfonato de calcio o similar, alquil aminas lineales o ramificadas, parafinas de alto peso molecular, fundidas o en vehículos como base parafínica o similares.

El proceso se realiza en equipos convencionales como un tambor rotatorio provisto de boquillas para la adición de los agentes aglutinantes y anticompactantes, con la facilidad de suministro de aire caliente y equipos de medición y control de temperatura y velocidad de rotación. Dependiendo de los requerimientos, se pueden hacer pequeños baches 10-50 kg o en equipos mayores de 20-100 mt para baches a mayor escala.

El proceso permite la preparación de formulaciones fertilizantes de acuerdo con las necesidades del cultivo, escogiendo las materias primas entre las que se muestran que se muestran en la tabla No.1, sin limitarse solamente a esas

FUENTE DE N-UREA	FUENTES DE NUTRIENTES	FUENTES DE MICRONUTRIENTES
UREA $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ Granular 46-0-0	SULFATO DE AMONIO $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 21-0-0-24S	SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
UREA $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ Prilled 46-0-0	FOSFATO MONOAMONICO $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 12-61-0	MOLIBDATO DE AMONIO TETRAHIDRATADO $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
UREA $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ recubierta con inhibidores como 3,4 Dimetilpirazol fosfato, Nitrpyrin o de similar efecto 46-0-0	FOSFATO DIAMONICO $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ 18-46-0	SULFATO DE CINC HEXAHIDRATADO $\text{ZnSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ SULFATO DE CINC MONOHIDRATADO $\text{ZnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
	FOSFATO MONOPOTASICO KH_2PO_4 MKP 0-52-32	BORATO DE SODIO OCTAHIDRATADO $\text{Na}_2[\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4] \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ BORAX $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
		SULFATO DE MANGANESO MONOHIDRATADO

		MnSO ₄ . H ₂ O CLORURO DE MANGANESO TETRAHIDRATADO MnCl ₂ .4H ₂ O
		SULFATO DE COBALTO HEPTAHIDRATADO CoSO ₄ . 7H ₂ O
		SULFATO DE MAGNESIO HEPTAHIDRATADO MgSO ₄ .7H ₂ O SULFATO DE MAGNESIO MONOHIDRATADO (KIESERITA) MgSO ₄ .H ₂ O

El proceso general se describe a continuación:

1. Cargar a un tambor granulador o equipo rotatorio similar provisto de boquillas o sistema de aspersión para la adición de agentes aglutinantes y anti-compactantes, con la facilidad de calentamiento por aire, la cantidad de urea requerida para el fertilizante deseado. La fuente de urea se puede escoger dentro las mencionadas en la tabla No.1.

La Urea granular se prefiere de una granulometría entre malla 5 y malla 10 (US Standard), la urea prilled entre malla 10 y 14 (US Standard), la urea recubierta entre malla 5 y malla 14 (US Standard). Todas las fuentes de urea deben tener contenido mínimo de nitrógeno 46 %, un contenido de biuret menor de 1,0 %, humedad menor de 1,0%. La urea cargada al tambor granulador se homogeniza por un periodo entre 5-10 minutos para asegurar uniformidad en el recubrimiento.

2. Cargar al tambor granulador o equipo rotatorio similar la(s) fuente(s) de nutrientes con el contenido mínimo de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O) descrito en la tabla No.1 y con un nivel de otros elementos e impurezas de acuerdo con la ficha técnica del producto y una granulometría preferiblemente entre malla 20 y 40 (US Standard). Permitir que la mezcla se homogenice entre 10 a 30 minutos.
3. Cargar al tambor granulador o equipo rotatorio similar la(s) fuentes(s) de micronutrientes con la pureza correspondiente a grado técnico o grado fertilizante según sea el caso y una granulometría preferiblemente entre malla 20 y 40 (US Standard)., escogidas entre las listadas en la tabla No.1 o similares. Permitir la homogenización entre los materiales para que ocurran las reacciones y comience la adherencia entre 10-20 minutos.

4. Agregar el agente regulador de humectación generada por las reacciones sobre la superficie de la urea, que puede ser escogido entre un sulfato de un elemento alcalinotérreo en su forma anhidra, hemidratada. Permitir la homogenización y la adsorción de agua por un espacio de 10-20 minutos.
5. Aplicar el agente aglutinante a través de una de las boquillas o sistemas de aspersión del tambor granulador o equipo rotatorio similar, que ha sido preparado por dispersión en agua o por coacción según el tipo de polisacárido que se escoja en una concentración entre el 5-50%. La aplicación dura entre 10-20 segundos, después de lo cual se deja el sistema en rotación por 10-20 minutos, si se observan cristales sueltos de nutrientes y/o micronutrientes se debe repetir la aplicación.
6. Comenzar el secado del material con aire caliente de manera que la temperatura alcance un valor de 50-55°C, permitir la estabilización del sistema y secar por un periodo de 10-20 minutos.
7. Aplicar el agente anticompactante a través de una de las boquillas o sistemas de aspersión del tambor granulador en caso de que sea una solución en vehículo oleoso de alquilaminas lineales o ramificadas, bases parafínicas o similares, o adicionar el material sólido en caso de que sea de naturaleza similar al lignosulfonato de calcio. Dejar el sistema en rotación de 10-20 minutos. (Este paso es opcional y depende del grado fertilizante que se vaya a preparar)

En el siguiente ejemplo se ilustra la preparación del fertilizante 32(N)-11(P₂O₅)-7(K₂O)- 1,2(S)- 0,3 (B)- 0,5(Cu)-1,0(Zn). Las materias primas son las siguientes:

Materia Prima	Cantidad (g)
Urea	5345
MKP	1597
ZnSO ₄ . 7H ₂ O	350
Na ₂ B ₄ O ₇ . 10H ₂ O	120
CuSO ₄ .5H ₂ O	150
Yeso	200
Dextrina en solución @15%	-
total	7762

- a) Cargar en el tambor rotatorio la cantidad de urea y dejar en rotación por 10 minutos.
- b) Cargar en el tambor rotatorio la cantidad de MKP indicada y dejar en rotación por 10 minutos. Verificar que no haya segregación de materiales y que se distribuyen uniformemente.
- c) Cargar en el tambor rotatorio las fuentes de micronutrientes. Si es posible hacer una premezcla previa de manera que se asegure la homogeneidad de la mezcla. Dejar en rotación

por 15 minutos. Verificar que la humectación este controlada y que la mezcla de reacción no comience a compactarse.

d) Introducir el yeso en el tambor rotatorio, de manera que el agua liberada por la reacción se remueva y el producto se mantenga fluido. La adición puede ser en porciones hasta completar el total definido en la formulación. Permita la homogeneización por un tiempo de 15 minutos.

e) Adicionar la solución de agente aglutinante previamente preparada a través de una boquilla o de un sistema aspersor. El tiempo de adición es de aproximadamente 16 segundos.

f) Verificar que todos los componentes han sido incorporados a la urea, que no se observen cristales sueltos o segregación del producto, si es necesario repetir el paso e)

g) Iniciar el calentamiento por medio de aire de manera que el material alcance una temperatura máxima de 55°C, si es necesario aumente la velocidad de rotación para que el secado sea más uniforme. Mantener la operación de secado por 15 minutos.

h) Dejar enfriar el producto hasta una temperatura entre 35-40°C, detener el tambor rotatorio y empacar el producto preferiblemente en bolsa de polietileno