

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 585**

51 Int. Cl.:

C05D 1/00 (2006.01)

C05G 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.04.2012** **PCT/US2012/032433**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.10.2012** **WO12138934**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2012** **E 12767737 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017** **EP 2693868**

54 Título: **Sulfito de potasio/bisulfito de potasio (KS/KBS) líquido como fertilizante**

30 Prioridad:

05.04.2011 US 201161471694 P

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

14.09.2017

73 Titular/es:

TESSENDERLO KERLEY, INC. (100.0%)

2255 N. 44th Street, 300

Phoenix, AZ 85008, US

72 Inventor/es:

FAIRWEATHER, THOMAS D. y

HOJJATIE, MICHAEL MASSOUD

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 632 585 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

Sulfito de potasio/bisulfito de potasio (KS/KBS) líquido como fertilizante

Campo de la invención

- 5 Esta invención se refiere a fertilizantes vegetales que son útiles en agricultura. Debido al aumento de la demanda de productividad agrícola en todo el mundo, la demanda de fertilizantes que contienen los nutrientes primarios de las plantas, nitrógeno, fósforo y potasio, ha aumentado.

Antecedentes de la invención

- Los fertilizantes minerales son una piedra angular de la agricultura moderna. Sin ellos, la producción mundial de todos los cultivos se reduciría mucho, poniendo una mayor presión en nuestro sistema de suministro de alimentos.
- 10 Los fertilizantes vienen en dos formas básicas, líquidas y secas. En los Estados Unidos, en los últimos 50 años, los fertilizantes líquidos han ido ganando popularidad debido principalmente a la facilidad de manejo y aplicación.
- Para que un fertilizante líquido se convierta en un producto comercialmente viable, debe tener un análisis de nutrientes bastante alto y debe poder mezclarse con otros fertilizantes líquidos para suministrar los nutrientes requeridos para un cultivo en crecimiento.
- 15 El nitrato de amonio-urea (UAN) es un fertilizante líquido popular que contiene aproximadamente 28 - 32% de nitrógeno. El polifosfato de amonio (APP), otro fertilizante líquido usado comúnmente, contiene de aproximadamente 34-47% de fosfato.
- El azufre (S) ha surgido como un nutriente principal para las plantas. Se considera el cuarto nutriente principal de la planta, después de nitrógeno, fósforo y potasio, debido a la cantidad requerida por las plantas. El azufre es esencial
- 20 como componente estructural de algunos aminoácidos que se encuentran tanto en plantas como en animales, y forma parte de la composición de todo organismo vivo. La formación de clorofila también depende de la absorción apropiada de azufre.
- Cada año se aplican en todo el mundo aproximadamente 10 millones de toneladas métricas de fertilizantes que contienen azufre y existen posibilidades de que aumenten otros 8 millones de toneladas. Las aplicaciones de los
- 25 fertilizantes que contienen azufre aumentarán aún más debido a la reducción de las emisiones industriales de dióxido de azufre y al consiguiente agotamiento del azufre en el suelo. En la historia reciente, las emisiones de dióxido de azufre industrial capturadas y transportadas por la lluvia han sido una fuente importante de azufre para la producción de cultivos, pero las restricciones ambientales han reducido las emisiones de SO_2 en el aire desde los años ochenta. Los niveles de azufre en el suelo se han agotado con la eliminación prolongada de los cultivos, la
- 30 lixiviación de sulfatos, la baja deposición de precipitación y la disminución de la materia orgánica del suelo.
- Aunque el azufre existe en muchas formas químicas diferentes, las plantas sólo pueden absorber azufre a través de sus sistemas de raíces en forma de anión sulfato (SO_4^{2-}). Se pueden absorber pequeñas cantidades de gas dióxido de azufre a través de las hojas de la planta, pero la cantidad es demasiado pequeña para satisfacer la necesidad de la planta.
- 35 Existen dos tipos de fertilizantes que contienen azufre disponibles para la aplicación en cultivos. El primer tipo incluye aquellos fertilizantes que están en forma de sulfato, que están listos para la absorción de la planta. Ejemplos de fertilizantes de sulfato son sulfato de amonio, sulfato de potasa y superfosfato simple (SSP, del inglés Single SuperPhosphate). Estos fertilizantes pueden contener nitrógeno (N), fósforo (P) o potasio (K) también, pero también son importantes debido al contenido de azufre (S). Los fertilizantes de sulfato representan aproximadamente el 75%
- 40 de los fertilizantes de azufre aplicados anualmente.
- El segundo tipo de fertilizantes que contienen azufre son aquellos materiales que contienen azufre en estados de oxidación del azufre distinto del sulfato, que necesitan pasar por una reacción de oxidación química para formar la forma de sulfato que pueden ser absorbidos por las plantas. Tiosulfato y azufre elemental son ejemplos del segundo tipo. Estas formas de azufre sufren oxidación química en el ambiente para convertirse en anión sulfato.
- 45 Otra forma de azufre puede existir como anión sulfito (SO_3^{2-}) o como anión bisulfito (HSO_3^{-1}). El sulfito de potasio y el bisulfito de potasio son ejemplos de azufre en las formas sulfito o bisulfito. El sulfito de potasio se ha utilizado como un agente anti-oscurecimiento, un antioxidante y como conservante. Se utiliza para conservación de vino, cerveza y jugo de frutas. También se utiliza en la conservación de frutas frescas y carne. El conservante sulfito de potasio se utiliza como conservante E225. Tanto el bisulfito de potasio como el sulfito de potasio se usan como productos
- 50 químicos fotográficos en el desarrollo de películas. La memoria descriptiva de la patente australiana AU-A1-38,324/78 describe un procedimiento agrícola caracterizado por tratar plantas, semillas y/o tierra con al menos una sal seleccionada entre sulfito de sodio, sulfito de potasio, pirosulfito de sodio y pirosulfito de potasio.

Además de caracterizarse según su contenido y forma, los fertilizantes también se caracterizan por cómo se utilizan en la horticultura. Por ejemplo, el "fertilizante de inicio" se utiliza para promover el crecimiento de los cultivos recién

plantados, en particular las semillas recién germinadas. Los fertilizantes de inicio se aplican en dosis bajas cerca de la semilla de la planta para satisfacer las demandas de nutrientes de la plántula hasta que se desarrolla el sistema de la raíz de la planta. También mejoran el desarrollo de las plántulas emergentes. Los fertilizantes de inicio son más beneficiosos cuando los cultivos se plantan en tierra fría y húmeda a principios de la primavera o a finales del otoño.

5 También se utilizan cuando los niveles de nutrientes del suelo son bajos. Además de N, P y K, el azufre es un componente clave del fertilizante de inicio.

10 Para mejorar el crecimiento de las plantas al comienzo de la temporada en suelos fríos, muchos productores agrícolas colocan en bandas pequeñas cantidades de fertilizantes de inicio en la siembra. La aplicación de fertilizante 5,08 cm (2 pulgadas) al lado de la hilera de semillas y 5,08 cm (2 pulgadas) por debajo de la hilera de semillas (5,08 X 5,08)(2 X 2) o 5,08 cm (2 pulgadas) al lado y en la superficie (5,8 X 0) (2 X 0) sitúa a los nutrientes en una buena posición para la absorción por parte de la raíz. Esto ha demostrado ser muy eficaz para muchos cultivos, especialmente en ausencia de labranza o con labranza mínima donde los suelos permanecen más fríos durante un período de tiempo más largo a comienzos de la primavera.

15 Para lograr esto, se requieren distintos abresurcos de fertilizante para colocar el material en una colocación de 5,08 X 5,08 (2 x 2). Esto tiene una serie de desventajas tales como el coste, el peso de los abresurcos, despeje de residuos, el espacio de plantación y la alteración del suelo, los cuales pueden afectar negativamente la colocación de las semillas⁽¹⁾.

20 Para evitar estos problemas, los productores están colocando los fertilizantes directamente con la semilla. Este tipo de aplicación se denomina tratamiento pop-up o en surco. Los tratamientos en surco han demostrado ser agrónomicamente tan eficaces como las colocaciones 5,08 X 5,08 y 5,08 x 0 (2 X 2 y 2 X 0)⁽²⁾. Sin embargo, hay varios factores a considerar que pueden tener un efecto negativo en la germinación y/o deterioro de las plántulas.

25 La sensibilidad de los cultivos a las sales de fertilizantes, la capacidad de intercambio catiónico (CEC) del suelo, el tipo de suelo y la humedad, la materia orgánica, el espaciamiento de las hileras y el ancho de banda del fertilizante son algunos factores que deben tenerse en cuenta al elegir el fertilizante y el método de fertilización inicial, junto con la cantidad de riesgo que un productor está dispuesto a aceptar, incluyendo los posibles retrasos en la maduración del cultivo⁽³⁾.

30 Los daños causados por los fertilizantes en la germinación se deben principalmente al efecto salino u osmótico, cuando las sales de fertilizantes extraen la humedad crítica de las semillas y el suelo que rodea las semillas. En algunos casos hay un efecto iónico tóxico cuando ciertos iones pueden ser tóxicos para las semillas en germinación, como el amoníaco generado por hidrólisis de urea. Es por esta razón que el personal universitario de extensión agrícola no recomienda el uso de bandas con urea con la semilla.

35 Muchos cultivos requieren una aplicación lateral para florecer adecuadamente. El término "aplicación superior" usualmente se refiere a aplicaciones de difusión sobre cultivos en forma de granos pequeños. El término "aplicación lateral" se refiere a un fertilizante colocado en cantidades relativamente elevadas desde 7,62 a 10,16 cm (tres a cuatro pulgadas) desde la hilera hasta el medio entre las hileras del cultivo.

40 Las plantas absorben los nutrientes, así como otros productos químicos a través de su follaje en grados variables. Los productores en casi todos los tipos de agricultura aplican aerosoles para nutrición foliar de vez en cuando por varias razones. Una filosofía básica que muchos productores utilizan es aplicar lo que se cree que se requiere para el suelo en el programa de fertilización, y usar suplementos de nutrición foliar como una herramienta para dar a los cultivos cualesquiera nutrientes que aún les pueden faltar. Incluso aunque los productores e investigadores utilizan esta técnica como un suplemento nutricional, el mecanismo de absorción foliar de los nutrientes no se entiende bien.

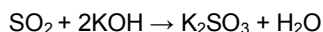
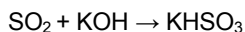
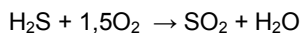
Sumario de la invención

45 La presente invención proporciona un nuevo fertilizante líquido que comprende sulfito de potasio y bisulfito de potasio, con pH neutro a ligeramente alcalino, índice de sal relativamente bajo y daño por la fitotoxicidad potencialmente inferior en comparación con otras fuentes de productos de potasio y azufre aplicadas en cantidades iguales como fertilizante de inicio. Más específicamente, la presente invención se refiere además a métodos para fertilizar usando una composición de sulfito de potasio y bisulfito de potasio, particularmente como fertilizante de inicio, fertilizante en surco, fertilizante de aplicación lateral y para aplicaciones foliares, de difusión, inyección en el suelo y fertirrigación. La composición fertilizante comprende principalmente sulfito de potasio (con el grado de fertilizante de 0-0-23-8S).

50 La solución de sulfito de potasio (KS) se propone como producto de inicio para fertilizantes en surcos. Se ensayó tanto en experimentos en invernadero como en estudios de campo. Se encontró que el sulfito de potasio era aproximadamente 6 a 9 veces (v/v) menos propenso a quemar la semilla en germinación que el tiosulfato de potasio, aproximadamente 4 a 6 veces más seguro que el sulfato de potasio y aproximadamente 10 a 22 veces más seguro que el cloruro de potasio. El sulfito de potasio mostró poca o ninguna fitotoxicidad cuando se aplicó a tasas razonables como fertilizante foliar. El sulfito de potasio es una solución que contiene niveles bastante altos de potasio (P) y azufre (S) con un bajo índice de sal y un rango de pH neutro/moderado de 7,5-8,5.

Descripción detallada de la invención

Tessenderlo Kerley Inc., Phoenix, Arizona, produce una solución, denominada en la presente memoria "KS/KBS", de sulfito de potasio (K_2SO_3) y bisulfito de potasio ($KHSO_3$) al pH más alto permitido por dióxido de azufre e hidróxido de potasio sin coabsorción de CO_2 y en la concentración más alta. El sulfito de potasio se denomina "KS", y el bisulfito de potasio se denomina "KBS". La mezcla KS/KBS se produce de acuerdo con las siguientes rutas de reacción:



- 10 La fuente de azufre para producir la composición de la invención es típicamente dióxido de azufre (SO_2) obtenido a partir del gas de salida de refinerías, pero también puede ser SO_2 obtenido de otras fuentes.

- 15 Alternativamente, se puede usar azufre elemental puro como fuente de azufre, pero usualmente será más caro que el SO_2 obtenido del gas de salida de la refinería y no proporciona el beneficio medioambiental ventajoso del reciclado de los gases residuales. Sin embargo, el uso de azufre puro tiene la ventaja de que no emitirá carbonatos cuando se oxide para formar SO_2 .

- 20 El KS/KBS comprende principalmente sulfito de potasio (KS) a un pH de aproximadamente 8,3-8,5. La relación de KS/KBS se puede cambiar cambiando el pH de la composición, como se refleja en la Tabla 1. El análisis de las relaciones de mezcla KS/KBS (partes de KS a partes de KBS) frente al pH, se llevó a cabo en el laboratorio la cual es dependiente del pH. Los números en la Tabla 1 mostrados en cursiva son los datos. El resto de los números se interpolan entre los datos.

Tabla 1. Análisis de las relaciones KS/KBS frente al pH.

Razón KS/KBS	pH	Razón S/C (SO_2/K)	Bisulfito ($KHSO_3$)	Sulfito (K_2SO_3)
0,00 ^a	4,00	1,0000	10,00	0,00
0,05 ^a	4,91	0,9524	9,50	0,50
0,11 ^a	5,82	0,9091	9,00	1,00
0,18 ^a	6,04	0,8696	8,50	1,50
0,25 ^a	6,26	0,8333	8,00	2,00
0,33 ^a	6,42	0,8000	7,50	2,50
0,43 ^a	6,57	0,7692	7,00	3,00
0,54 ^a	6,70	0,7407	6,50	3,50
0,67 ^a	6,82	0,7143	6,00	4,00
0,72 ^a	6,86	0,7042	5,80	4,20
0,79 ^a	6,90	0,6944	5,60	4,40
0,85 ^a	6,93	0,6849	5,40	4,60
0,92 ^a	6,97	0,6757	5,20	4,80
1,00 ^a	7,01	0,6667	5,00	5,00
1,04 ^a	7,03	0,6623	4,90	5,10

ES 2 632 585 T3

Razón KS/KBS	pH	Razón S/C (SO ₂ /K)	Bisulfito (KHSO ₃)	Sulfito (K ₂ SO ₃)
1,08 ^a	7,04	0,6579	4,80	5,20
1,13 ^a	7,06	0,6536	4,70	5,30
1,17 ^a	7,07	0,6494	4,60	5,40
1,22 ^a	7,09	0,6452	4,50	5,50
1,27 ^a	7,11	0,6410	4,40	5,60
1,33 ^a	7,12	0,6369	4,30	5,70
1,38 ^a	7,14	0,6329	4,20	5,80
1,44 ^a	7,15	0,6289	4,10	5,90
1,50 ^a	7,17	0,6250	4,00	6,00
1,56 ^a	7,20	0,6211	3,90	6,10
1,63 ^a	7,23	0,6173	3,80	6,20
1,70 ^a	7,25	0,6135	3,70	6,30
1,78 ^a	7,28	0,6098	3,60	6,40
1,86 ^a	7,31	0,6061	3,50	6,50
1,94 ^a	7,34	0,6024	3,40	6,60
2,03 ^a	7,37	0,5988	3,30	6,70
2,13 ^a	7,39	0,5952	3,20	6,80
2,23 ^a	7,42	0,5917	3,10	6,90
2,33 ^a	7,45	0,5882	3,00	7,00
2,45	7,47	0,5848	2,90	7,10
2,57	7,49	0,5814	2,80	7,20
2,70	7,51	0,5780	2,70	7,30
2,85	7,53	0,5747	2,60	7,40
3,00	7,56	0,5714	2,50	7,50
3,17	7,58	0,5682	2,40	7,60
3,35	7,60	0,5650	2,30	7,70
3,55	7,62	0,5618	2,20	7,80

ES 2 632 585 T3

Razón KS/KBS	pH	Razón S/C (SO ₂ /K)	Bisulfito (KHSO ₃)	Sulfito (K ₂ SO ₃)
3,76	7,64	0,5587	2,10	7,90
4,00	7,66	0,5556	2,00	8,00
4,13	7,69	0,5540	1,95	8,05
4,26	7,71	0,5525	1,90	8,10
4,41	7,74	0,5510	1,85	8,15
4,56	7,77	0,5495	1,80	8,20
4,71	7,80	0,5479	1,75	8,25
4,88	7,82	0,5464	1,70	8,30
5,06	7,85	0,5450	1,65	8,35
5,25	7,88	0,5435	1,60	8,40
5,45	7,90	0,5420	1,55	8,45
5,67	7,93	0,5405	1,50	8,50
5,90	7,96	0,5391	1,45	8,55
6,14	7,98	0,5376	1,40	8,60
6,41	8,01	0,5362	1,35	8,65
6,69	8,04	0,5348	1,30	8,70
7,00	8,07	0,5333	1,25	8,75
7,33	8,09	0,5319	1,20	8,80
7,70	8,12	0,5305	1,15	8,85
8,09	8,15	0,5291	1,10	8,90
8,52	8,17	0,5277	1,05	8,95
9,00	8,20	0,5263	1,00	9,00
9,53	8,29	0,5249	0,95	9,05
10,11	8,38	0,5236	0,90	9,10
10,76	8,47	0,5222	0,85	9,15
11,50 ^a	8,56	0,5208	0,80	9,20
12,33 ^a	8,65	0,5195	0,75	9,25

Razón KS/KBS	pH	Razón S/C (SO ₂ /K)	Bisulfito (KHSO ₃)	Sulfito (K ₂ SO ₃)
13,29 ^a	8,74	0,5181	0,70	9,30
14,38 ^a	8,83	0,5168	0,65	9,35
15,67 ^a	8,92	0,5155	0,60	9,40
17,18 ^a	9,01	0,5141	0,55	9,45
19,00 ^a	9,10	0,5128	0,50	9,50
21,22 ^a	9,19	0,5115	0,45	9,55
24,00 ^a	9,28	0,5102	0,40	9,60
27,57 ^a	9,37	0,5089	0,35	9,65
32,33 ^a	9,46	0,5076	0,30	9,70
39,00 ^a	9,55	0,5063	0,25	9,75
49,00 ^a	9,64	0,5051	0,20	9,80
66,57 ^a	9,73	0,5037	0,15	9,85
101,04 ^a	9,82	0,5025	0,10	9,90
207,33 ^a	9,91	0,5012	0,05	9,95
999,00 ^a	10,00	0,5003	0,01	9,99

^aEjemplo comparativo

La composición de KS/KBS contiene preferiblemente niveles bajos de carbonato. No es deseable que haya carbonatos incluidos en los fertilizantes.

- 5 El procedimiento para producir la solución de KS/KBS de la presente invención se lleva a cabo a un pH tal para evitar la absorción de CO₂ del gas de refinería y de la corriente de SO₂ para evitar la formación indeseable de carbonato/bicarbonato de potasio en la solución de KS/KBS. La formación de carbonatos de potasio es indeseable porque "atrapan" al potasio, impidiéndole formar sulfito de potasio y bisulfito de potasio. Cuanto mayor sea el pH, en la solución habrá el mayor porcentaje de KS frente al porcentaje de KBS (véase la tabla 1), sin embargo, el pH alto tiene el efecto perjudicial de la co-absorción de CO₂ de la corriente de gas. Esto reducirá el contenido de azufre en la solución, sustituyéndolo por carbono. El carbonato es indeseable en aquellos fertilizantes que se mezclan a pH bajo entre sí debido a la formación de espuma. También se refleja en la tabla 1 la relación "S/C" de la composición de KS/KBS a diferentes niveles de pH. La relación S/C refleja la relación de sulfito (S) a carbonato (C); cuanto menor sea la relación S/C, mayor será el porcentaje de azufre en el producto acabado.

En una realización preferida, la composición fertilizante tendrá una relación de potasio a azufre de 8:3.

- 15 En otra realización preferida, la composición fertilizante tendrá una cantidad máxima de carbonato en el intervalo de 0,5-1,0%.

- 20 El pH de la composición fertilizante se puede ajustar (o el pH puede variar en base a factores tales como los parámetros de proceso por los que se produce). A medida que se ajusta el pH, la proporción de KS a KBS cambia en consecuencia. La composición de la invención puede comprender de 1-100% de KS/KBS (es decir, una mezcla de KS y KBS), variando las cantidades relativas de KS y KBS en base al pH de la composición.

Una composición seca (sin agua) de la composición fertilizante puede contener aproximadamente 100% de KS/KBS.

En una realización, una solución en agua de la composición fertilizante puede contener aproximadamente 35-45% en peso de KS/KBS.

En otra realización, una solución en agua de la composición fertilizante puede contener aproximadamente 35-41% en peso de KS/KBS.

En una realización preferida de la invención, la solución de KS/KBS tiene un pH de aproximadamente 8,5 y una concentración de la solución total de aproximadamente 40% en peso de KS/KBS (principalmente KS), aproximadamente 17% en peso de SO₂, y hasta aproximadamente 0,5% en peso de sulfato como SO₄, siendo el resto agua. Pueden estar presentes niveles bajos de otras impurezas (<0,5% de carbonato). Si se usan los gases de SO₂ de refinería pueden acompañar al producto 0,1-1% de impurezas de hidrocarburos, que podrían eliminarse por burbujeo con nitrógeno o aire. Los niveles más altos de sulfato serán de sulfato de potasio (> 0,5%), y cristalizará y precipitará en solución que podría eliminarse por filtración. Por lo tanto, es deseable mantener niveles de sulfato por debajo de aproximadamente 0,5% en peso. También es preferible que la producción de la solución de KS/KBS se lleve a cabo a un pH de aproximadamente 8,5 - 9,0 o más preferiblemente a un pH inferior de 8,2 - 8,6, para minimizar la absorción de CO₂ desde el gas de salida de SO₂ de la refinería.

El KS es fácil de manejar, se mezcla bien con otros fertilizantes líquidos, contiene un nivel bastante alto de potasio y azufre (0-0-23-8S) y tiene un índice de sal más bajo que el tiosulfato de potasio (KTS) (índice de sal 46 vs. 64) con un pH entre 7,5 y 8,5.

La cantidad de KS en la solución de KS/KBS (% KBS) se encuentra en el intervalo de aproximadamente 1 - 45% en peso. En una realización preferida de la invención, la cantidad de KS es de aproximadamente 43-44% en peso de la solución líquida total. Si la solución de fertilizante líquido se convierte en una forma seca, entonces la cantidad de material activo sería de hasta 100%, usando un secado cuidadoso para evitar la formación de sulfato de potasio.

La presente invención también se refiere a un método para fertilizar cultivos agrícolas mediante la aplicación de un fertilizante que comprende principalmente KS. Más específicamente, se describe en esta memoria un método para usar el fertilizante descrito en la presente memoria como un fertilizante de inicio.

El KS se puede aplicar mediante una variedad de métodos, junto con otros fertilizantes o plaguicidas o por sí mismo, tal como: como iniciador u otro fertilizante, como un tratamiento en surco, como un fertilizante foliar, como un tratamiento lateral después de la siembra, como fertilizante inyectado en el suelo antes de la siembra, y para aplicaciones de difusión, inyección en el suelo y fertirrigación.

El KS es útil en ausencia de labranza o con labranza mínima, donde se puede inyectar en el suelo, escurrir en la superficie en una banda, pulverizar entre las hileras de cultivos, o aplicarlo por difusión para satisfacer los requisitos de potasio y azufre en cultivos. El KS se puede aplicar con herbicidas para reducir la cantidad de viajes sobre el campo ahorrando, por tanto, tiempo, combustible y reduciendo la compactación del suelo.

El fertilizante es útil en suelo seco (no irrigado) y en suelo irrigado.

El fertilizante es beneficioso para la fertilización de todos los cultivos. Ejemplos no limitantes de cultivos que se pueden tratar con el fertilizante de la invención incluyen cebada, maíz, algodón, sorgo, soja, remolacha azucarera, trigo, tomates y patatas.

Por ejemplo, en una realización de la invención, el fertilizante se usa para mejorar la germinación de cultivos de granos tales como maíz.

El fertilizante se aplica a diferentes tasas (es decir., cantidades) dependiendo del método de fertilización.

Si el fertilizante se está aplicando directamente al lado de la semilla en un suelo arcilloso limoso, entonces se debe aplicar a una tasa de aproximadamente 0,2 - 23,4 ml/m² (0,25 - 25 galones/acre). Más preferiblemente, se debe aplicar a una velocidad de aproximadamente 0,9-11,2 ml/m² (1 - 12 gal/acre). Aún más preferiblemente, debe aplicarse a una velocidad de aproximadamente 0,9-7,5 ml/m² (1-8 gal/acre).

Si el fertilizante se está aplicando directamente al lado de la semilla en un suelo arenoso, entonces se debe aplicar a una tasa de aproximadamente 0,1 - 14,0 ml/m² (0,12 - 15 gal/acre). Más preferiblemente, se debe aplicar a un suelo arenoso a una tasa de aproximadamente 0,5- 7,0 ml/m² (0,5 - 7,5 gal/acre). Aún más preferiblemente, se debe aplicar a suelo arenoso a una tasa de aproximadamente 0,5 - 3,7 ml/m² (0,5 - 4 gal/acre).

Si el fertilizante se está aplicando a 5,08 cm (2 pulgadas) al lado de la hilera de semillas y 5,08 cm (2 pulgadas) debajo de la hilera de semillas (es decir., 5,08 X 5,08 (2 X 2)) o 5,08 cm (2 pulgadas) al lado de la semilla en la superficie, 5,08 X 0 (2 X 0) o cualquier otro espaciamiento cerca de la semilla de más de 5,08 cm (2 pulgadas), entonces se debe aplicar a una tasa de aproximadamente 0,2 - 74,8 ml/m² (0,25 - 80 gal/acre). Más preferiblemente, en un 5,08 X 5,08, 5,08 X 0 (2X2, 2X0) o cualquier otra separación próxima a la semilla de más de 5,08 cm (2 pulgadas), la aplicación de fertilizante se debe hacer a una tasa de aproximadamente 0,9 - 37,4 ml/m² (1 - 40 gal/acre). Aún más preferiblemente, en una aplicación de 5,08 X 5,08, 5,08 X 0 (2 x 2, 2 x 0) o cualquier otro espaciamiento próximo a la semilla de más de 5,08 cm (2 pulgadas), el fertilizante debe aplicarse a una tasa de aproximadamente 0,9 - 14,0 ml/m² (1 - 15 gal/acre).

Si el fertilizante se está aplicando en el suelo, independientemente de qué tipo de suelo, lejos de la semilla (superior a 5,08 cm (2 pulgadas)), entonces se debe aplicar a una tasa de aproximadamente 0,9 - 74,8 ml/m² (1 - 80 gal/acre). Más preferiblemente, se debería aplicar a una tasa de aproximadamente 0,9 - 56,1 ml/m² (1 - 60 gal/acre). Todavía más preferiblemente, se debe aplicar a una tasa de aproximadamente 0,9 - 37,4 ml/m² (1 - 40 gal/acre).

Si el fertilizante de la invención se aplica simultáneamente o inmediatamente después o antes de otro fertilizante, entonces se debe ajustar la cantidad del fertilizante de la invención. Por ejemplo, si el fertilizante KS de la invención se aplica con otro fertilizante tal como polifosfato amónico, APP (10-34-0 ó 11-37-0), entonces la cantidad de fertilizante KS se debe ajustar. Ambos KS y APP son sales, al igual que la mayoría de los fertilizantes, y por lo tanto hay un límite de cuánto fertilizante se puede aplicar con la semilla sin dañar la semilla. La cantidad de KS se debe reducir cuando se aplica con estos o cualquier fertilizante con la semilla o cerca de la semilla debido al efecto acumulativo del daño de la sal. Para el maíz, los productores aplican de 0,9 a 4,65 ml/m² (1 a 5 gal/acre) de APP 10-34-0 con la semilla. Si aplican KS en combinación con APP 10-34-0, entonces la tasa de aplicación de KS no debe exceder 4,65 ml/m² (5 galones/acre) a la tasa máxima de 10-34-0.

Si el suelo es seco, los productores no deben aplicar KS con la semilla, para evitar la posibilidad de desecación de la semilla. Esto se debe a que el KS, al igual que la mayoría de los otros fertilizantes, es una sal, que extraería la humedad de, y hacia fuera de la semilla, que se conoce como el efecto salino del fertilizante. Un suelo seco, en este caso, sería uno que no tenga humedad adecuada para una buena germinación.

En un estudio de invernadero en la Universidad Estatal de Dakota del Sur (SDSU), se sembraron semillas de maíz en un suelo de textura media a fina con una CEC de 25 y humedad adecuada. El objetivo del estudio fue determinar el efecto que fertilizantes seleccionados tienen sobre la germinación de las semillas. Se ensayaron varios fertilizantes de uso común a diferentes tasas. Los coeficientes de daño se desarrollaron a partir del análisis de regresión para cada fertilizante ensayado y se recogen en la Tabla 2. Cuanto mayor sea el número, mayor será el daño potencial a las semillas en germinación. La cantidad aproximada de fertilizante que se puede colocar con la semilla se calculó asumiendo una cantidad máxima de pérdida de cultivos (porcentaje) permitida debido a la colocación del fertilizante.

EJEMPLO 1:

Sobre la base de una pérdida máxima de cultivos de 4% debido a la colocación del fertilizante, la cantidad de 9-18-9 que se puede colocar con la semilla de maíz en hileras de 76,2 cm (30 ") es: 4 (porcentaje de pérdida de cultivos) dividido por el coeficiente de pendiente de la tabla 1 para ese fertilizante. En este caso, el coeficiente de pendiente para 9-18-9 es 0,16. $4/0,16 = 2,75 \text{ g/m}^2$ (25 libras/acre) de 9-18-9 aplicado en el surco.

EJEMPLO 2

Las mezclas de fertilizantes se pueden calcular utilizando estos datos. Si la tasa deseada de 10-34-0 es 3,74 ml/m² (4,0 gal/acre) más 0,9 ml/m² (1,0 gal/acre) de KTS, la cantidad de esta mezcla que se puede aplicar de manera segura con la semilla, dada una pérdida máxima de cultivos de 4%.

De la tabla 2, el coeficiente de daño para 10-34-0 es 0,057 y para KTS es 0,18. Hay que multiplicar los ml (galones) de material para cada producto por el coeficiente para ese producto y luego agregar los resultados juntos y dividir por 5.

10-34 -0: 15,12 l (4 gal) X 0,057	= 0,86 (0,229)
KTS: 3,78 l (1 gal) X 0,18	=0,68 (0,180)
Total = 1,54 (0,409)/5 =	0,308 (0,082) (coeficiente de mezcla)

La tasa máxima de aplicación para esta mezcla es: $4/0,082 = 5,39 \text{ g/m}^2$ (49 lbs/acre) o aproximadamente 3,74 ml/m² (4 gal/acre).

EJEMPLO 3

Si la tasa deseada de 10-34-0 es 3,74 ml/m² (4 gal/acre) más 0,9 ml/m² (1,0 gal/acre) de KS, la cantidad de esta mezcla que se puede aplicar con seguridad con la semilla, dada una pérdida máxima del soporte de 4%:

10-34 - 0: 15,12 l (4 gal) X 0,057	= 0,86 (0,229)
KS: 3,78 l (1 gal) X 0,02	= 0,0756 (0,02)
Total = 0,9356 (0,249)/5 =	0,18 (0,05) (coeficiente de mezcla)

La tasa máxima de aplicación de esta mezcla: $4/0,05 = 8,8 \text{ g/m}^2$ (80 lbs/acre) o aproximadamente 1,6 veces más que la mezcla 10-34-0/KTS y 3,2 veces más que la mezcla 9-18-9.

5 Cuando se ensayaron los productos por sí mismos, se encontró que el KS era del orden de 9 veces (v/v) más seguro para la semilla en germinación que el KTS, 6 veces más seguro que el sulfato de potasio y 22 veces más seguro que el cloruro de potasio. El estudio de SDSU demuestra que no se podría aplicar con seguridad más de 12,6 kg (28 libras) de KTS, 18,9 (42 libras) de sulfato de potasio y 5,13 kg (11,4 libras) por 4046,86 m² (acre) de cloruro de potasio con la semilla antes de la germinación, en comparación con 27,5 g/m² (250 libras por acre) de KS. Esto equivale a aproximadamente 0,77 g/m² (7 libras por acre) de K₂O para KTS, 2,31 g/m² (21 libras por acre) de K₂O para el sulfato de potasio, 0,75 g/m² (6,8 libras por acre) de K₂O para el cloruro de potasio y 6,27g/m² (57 libras por acre) de K₂O para KS. Por lo tanto, la cantidad de KS que se puede aplicar con seguridad con la semilla es varias veces la cantidad de los otros fertilizantes de potasio de uso común y muchas más veces lo que se necesita para una aplicación en el surco.

15 Se inició un ensayo de germinación de la soja cerca de Jackson, Tennessee para ensayar los resultados del estudio de laboratorio. El estudio se realizó en un suelo franco limoso con una CEC de 7,5, un pH de 6,6 y un contenido de materia orgánica de 1,4 por ciento. Se eligió la soja pues se dice que es 6 veces más sensible a las sales de fertilizante que el maíz. Se aplicaron cuatro tasas de KS a la semilla como un tratamiento en surco: 0,0,

1,86, 4,65 y 9,3 ml/m² (0,0, 2,0, 5,0 y 10,0 galones por acre). El estudio se replicó 3 veces. Se recogieron los recuentos de cultivos y los datos de fitotoxicidad y se recogen en la tabla 3. No hubo diferencias significativas en las poblaciones de plantas entre la soja tratada y no tratada en este ensayo, basándose en el número de plántulas de soja que emergieron completamente. Sin embargo, los tratamientos 2 y 3 (1,86 y 4,65 ml/m² (2,0 y 5,0 gal/acre) de KS) tuvieron el mayor número de soja emergida con 168 plantas por cada 914,4 cm (30 pies) de la hilera, mientras que el control no tratado tuvo el segundo menor número de soja emergida con 155,7 plantas por 914,4 cm (30 pies) de hilera. Para el tratamiento 4, la tasa alta de KS (9,3 ml/m² (10 gal/acre)) tuvo el menor número de plantas con 136,7 por 914,4 cm (30 pies) de hilera. Esto representa aproximadamente 12,15 kg (27 libras) de potasio aplicado directamente en el surco para semillas sin ningún daño significativo a la germinación. Se recoge que la soja puede compensar una reducción del 15% en la población de la planta sin afectar seriamente el rendimiento, aumentando la ramificación lateral y las vainas.

30 En el mismo lugar, se estableció un ensayo de germinación de maíz utilizando los mismos tratamientos de KS en surcos que en el estudio de soja. Los resultados se recogen en la tabla 4. No hubo diferencias significativas entre los tratamientos usando diferentes tasas de aplicación de KS en cuanto al número de plántulas de maíz por cada 914,4 cm (30 pies) de hilera. Las lecturas se tomaron 10 días después de aplicar los tratamientos. Sin embargo, todos los tratamientos de KS aumentaron la germinación y el recuento de cultivos con respecto al control no tratado (48 plantas), siendo la tasa alta de KS (9,3 ml/m² (10 gal/acre)) la que tiene el mayor número de plantas por 914,4 cm (30 pies) de hilera (65 plantas) seguido de 4,65 ml/m² (5,0 gal/acre) (60 plantas) y luego 1,86 ml/m² (2 gal/acre) (55 plantas). No se observó fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos. La tasa alta de KS aumentó el número de plantas con respecto al control en un 35%.

40 Se estableció un ensayo de fertilizante de inicio en maíz en el sur de Wisconsin cerca de la ciudad de Verona en un suelo franco limoso con un pH de 6,2, CEC de 11 y una materia orgánica de 2,3 por ciento. Todos los tratamientos se aplicaron en surcos en la siembra comparando el KS con una aplicación estándar de KTS. Todos los tratamientos, excluyendo la parcela de control, recibieron 2,79 ml/m² (3 gal/acre) de 10-34-0 junto con los tratamientos de potasio para hacer una mezcla de N, P, K y S. Los resultados se presentan en la Tabla 5. Todos los tratamientos de potasio aumentaron el rendimiento durante el control y el tratamiento con 10-34-0, pero no lo suficiente como para ser significativo al nivel del 5%. El tratamiento 7 (KS a 4,93 ml/m² (5,3 gal/acre)) fue el más alto produciendo a 1,56 l/m² (180 bu/acre) seguido por los tratamientos 5 y 6 (KS a 2,41 y 3,72 ml/m² (2,6 y 4,0 gal/acre)) cada uno a 1,54 l/m² (177 bu/acre). El tratamiento de KTS produjo 1,53 l/m² (175,5 bu/ac), 0,074 l/m² (8,5 bu/acre) aumentos sobre la parcela de control y 0,14 l/m² (16,4 bu/acre) aumentos sobre el tratamiento 10-34-0. No hubo diferencias significativas en las poblaciones de plantas entre los tratamientos, incluso a la tasa alta de KS que tenía una tasa combinada de N + K en el surco de 1,93 g/m² (17,5 libras/acre). Esto está muy por encima de las pautas normales recomendadas por algunas universidades de 0,88 a 1,1 g/m² (8 a 10 libras/acre) de N + K que se pueden aplicar con seguridad con la semilla. La altura y el peso de las plantas se vieron afectados positivamente por los tratamientos de potasio con el tratamiento 6 (KS a 3,72 ml/m² (4,0 gal/acre)) con las plantas más altas y el más pesado, casi 17,78 cm (7 pulgadas) más alto que el testigo. Sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en lo que respecta a la altura o el peso de la planta.

Aplicación foliar

Los fertilizantes foliares han existido desde hace al menos 50 años y se aplican cuando las condiciones del suelo pueden limitar el crecimiento de los cultivos debido a un suministro de nutrientes temporalmente no disponible y/o inadecuado. El KS se ensayó como aplicación foliar en maíz y soja para determinar la fitotoxicidad. Se aplicaron tres tratamientos a 0,9, 1,86 y 2,79 ml/m² (1,0, 2,0 y 3,0 gal/acre) de KS junto con 0,9 ml/m² (1,0 gal/acre) de N-Sure® a hojas de maíz y se observó la fitotoxicidad. El N-Sure® es un producto fertilizante líquido de nitrógeno de liberación lenta que mejora la absorción foliar de los nutrientes. Los tratamientos se aplicaron por la mañana cuando la temperatura del aire era de aproximadamente 26,7° C (80 grados F), con un 60 por ciento de humedad relativa. Las temperaturas de la tarde el mismo día de aplicación alcanzaron 39,44 °C (103 °F), con una humedad relativa del 40%. Después de 5 días, no se observó fitotoxicidad en ninguno de los tratamientos.

Aplicación lateral

Se estableció un estudio de invernadero para ensayar el efecto de las altas tasas de KS sobre el crecimiento y desarrollo del maíz. El objetivo fue determinar cuánto KS se podría aplicar al maíz antes de que se observaran efectos perjudiciales. Se aplicaron tres tasas de KS: 18,6, 37,4 y 74,8 ml/m² (20, 40 y 80 gal/acre) a plantas de maíz jóvenes que crecían en recipientes de 1,89 l (½ galón). Estos tratamientos se compararon con una parcela de control y 3 tasas de KTS en el mismo volumen de aplicación: 18,6, 37,4 y 74,8 ml/m² (20, 40 y 80 gal/acre). Cada tratamiento de ensayo se replicó 6 veces. Los resultados se recogen en la Tabla 6. Todos los tratamientos aumentaron significativamente el peso fresco del maíz sobre el control, excepto la tasa alta de KTS (74,8 ml/m² (80 gal/acre)), que tenía el peso fresco más bajo. El tratamiento con mayor peso fresco fue el de 18,6 ml/m² (20 gal/acre) de KTS seguido por el de 37,4 ml/m² (40 gal/acre) de KS. No hubo diferencias significativas en la altura de la planta. Los tratamientos con las plantas más altas fueron el KS a 37,4 ml/m² (40 gal/acre) con 86,36 cm (34 pulgadas) de crecimiento seguido por las tasas de 18,6 y 37,4 ml/m² (20 y 40 gal/acre) de KTS, ambos a 83,06 cm (32,7) pulgadas de crecimiento. El control sin tratar tenía la menor cantidad de crecimiento a 56,64 (22,3 pulgadas).

Conclusión:

Los estudios de laboratorio y los ensayos de campo han demostrado que el sulfato de potasio (KS) es una fuente efectiva y segura de potasio y azufre para la producción de cultivos. Para los fertilizantes de inicio en surcos, así como las aplicaciones de 5,08 X 5,08 (2 X 2), la cantidad de sulfato de potasio que se puede aplicar con seguridad con la semilla es de aproximadamente 4 a 6 veces más que el sulfato de potasio y aproximadamente 10 a 22 veces más que el cloruro de potasio en suelos de textura media a fina. La razón de potasio a azufre en sulfato de potasio es aproximadamente la misma que la razón de potasio a azufre en el KS. Un fertilizante líquido que comprende o está compuesto principalmente de KS se absorbe fácilmente en el suelo reduciendo así la cantidad de sal libre disponible que podría ser perjudicial para la germinación.

Usando el maíz como cultivo indicador, el KS parece ser seguro en el follaje, especialmente cuando se combina con N-Sure®, que mejora la cobertura y la absorción en la hoja.

El estudio en invernadero y los ensayos de campo en curso indican que el KS es una fuente segura y eficaz de potasio y azufre para la producción de cultivos. El KS se puede mezclar fácilmente con fertilizantes de fosfato líquidos como 10-34-0 o fertilizantes nitrogenados como la solución de UAN y se inyecta en el suelo, reduciendo la pérdida potencial de nutrientes por erosión. El KS puede ser una fuente importante de potasio y azufre para la industria de los fertilizantes líquidos.

Tabla 2. El efecto de fertilizantes seleccionados sobre la germinación de la semilla

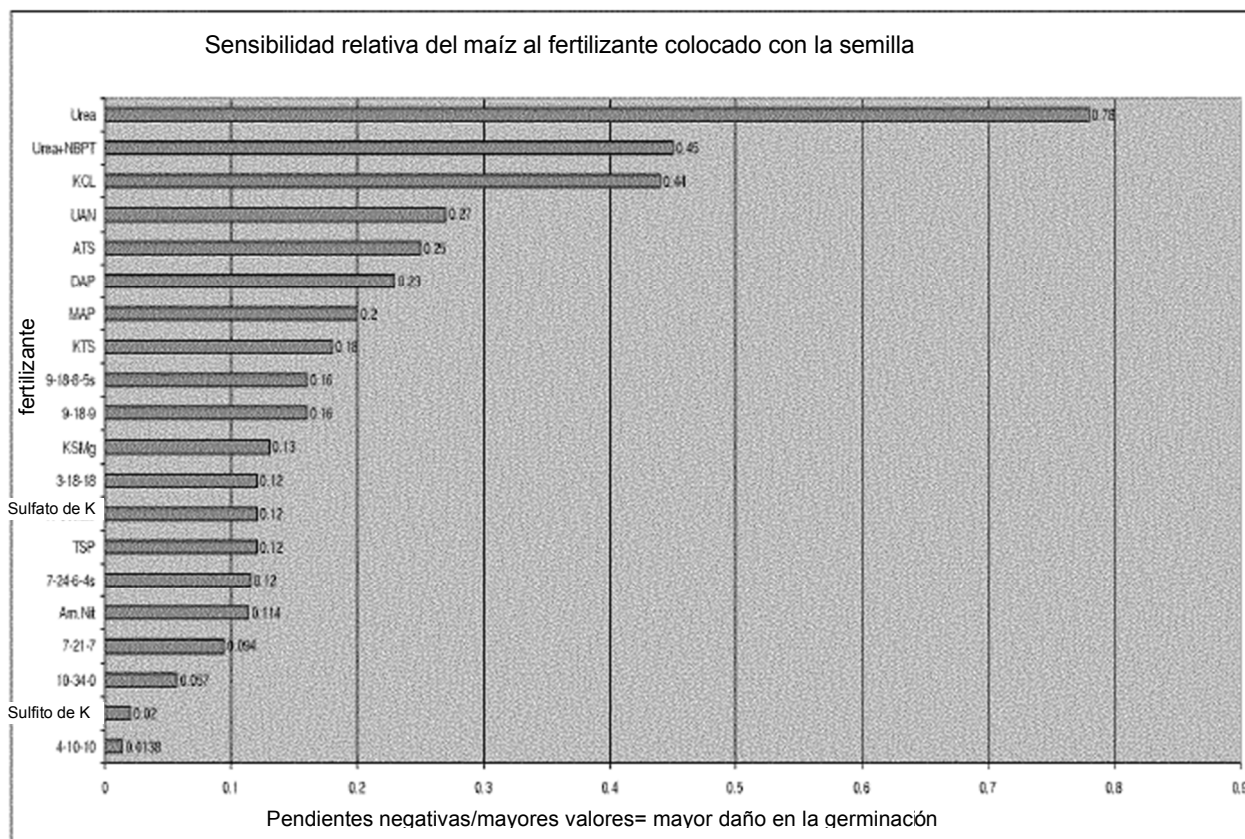


Tabla 3. El efecto del sulfito de potasio como un tratamiento en surco sobre la aparición de la soja y la fitotoxicidad

Tratamiento	Tasa ml/m ² (gal/acre)	Emergencia de la soja	% Fitotoxicidad ^(a)
1.) Control no tratado	-----	155,7 a	0,0
2.) Sulfito de potasio	1,86 (2,0)	168,3 a	0,0
3.) Sulfito de potasio	4,65 (5,0)	168,0 a	0,0
4.) Sulfito de potasio	9,3 (10,0)	136,7 a	0,0

(a) = Porcentaje de fitotoxicidad observada en las plántulas 9 días después de la emergencia.

5

Tabla 4. El efecto del sulfito de potasio sobre la aparición de maíz y la fitotoxicidad

Tratamiento	Tasa ml/m ² (gal/acre)	Emergencia del maíz	% Fitotoxicidad ^(a)
1.) Control no tratado	-----	48,0 a	0,0
2.) Sulfito de potasio	1,86 (2,0)	55,0 a	0,0
3.) Sulfito de potasio	4,65 (5,0)	60,0 a	0,0
4.) Sulfito de potasio	9,3 (10,0)	65,7 a	0,0

(a) = Porcentaje de fitotoxicidad observada en las plántulas 10 días después de la emergencia.

Tabla 5. El efecto del sulfito de potasio aplicado como una aplicación en surco en el maíz.

Tratamientos	Tasa/4046,86 m ² (acre)	Rendimiento (l/m ²) bu/ac	#Plantas/hilera de 18,29 m (60 pies)	Altura de la planta cm (pulgadas)	Peso de la planta kg/ 12 plantas (Lbs/12 plantas)
1.) Control no tratado	-----	1,45 (167,0)	98	134,37 (52,9)	0,37 (0,82)
2.) 10-34-0	11,34 l (3Gal)	1,38 (159,1)	98	132,84 (52,3)	0,41 (0,90)
3.) 10-34-0 + KTS	11,34 l (3Gal) 3,78 l (1Gal)	1,53 (175,5)	100	145,03 (57,1)	0,53 (1,17)
4.) 10-34-0 + KS	11,34 l (3Gal) 49,14 l (13 Gal)	1,51 (173,4)	101	141,22 (55,6)	0,48 (1,07)
5.) 10-34-0 + KS	11,34 l (3Gal) 98,3 l (26 Gal)	1,54 (177,6)	97	144,02 (56,7)	0,50 (1,11)
6.) 10-34-0 + KS	11,34 l (3Gal) 15,12 l (4Gal)	1,54 (177,2)	98	151,89 (59,8)	0,54 (1,20)
7.) 10-34-0 + KS	11,34 l (3Gal) 200,3 l (53 Gal)	1,57 (180,0)	98	147,57 (58,1)	0,52 (1,15)

Tabla 6. Estudio de Invernadero sobre los Efectos del KS en el Crecimiento y Desarrollo del Maíz.

Tratamiento	Peso fresco	Peso seco	Altura cm (pulgadas)
1.) Control no tratado	60,4 a	11,6 a	56,64 (22,3)
2.) KTS 75,6l (20 galones)	88,8 c	16,8 c	83,06 (32,7)
3.) KTS 151,2 l (40 galones)	78,6 bc	15,2 bc	83,06 (32,7)
4.) KTS 302,4 l (80 galones)	73,7 abc	14,4 abc	76,96 (30,3)
5.) KS 75,6 l (20 galones)	79,3 bc	15,8 bc	71,88 (28,3)

Tratamiento	Peso fresco	Peso seco	Altura cm (pulgadas)
6.) KS 151,2 l (40 galones)	83,3 bc	16,2 bc	86,36 (34,0)
7.) KS 302,4 l (80 galones)	79,7 bc	13,5 ab	76,2 (30,0)

(1) Gelderman, Dr. Ron, S.D.S.U., Fertilizer Placement with Seed - A Decision Aid, Marzo 2007.

(2) Gordon, B. 1999. Effects of Placement, Rate, and Source of Starter Fertilizer Containing Potassium on Corn and Soybean Production. Kansas Fertilizer Research. Report 847. KSU, Manhattan, KS.

5 (3) Harapiak, J.T., N.A. Flore. 1995. Fertilizer Nitrogen Management Options. Proc. WCFA Agronomy Workshop. Red Deer, AB, Canada.

(4) Conversaciones con el Dr. Ron Gelderman, Laboratorio de Pruebas de Suelos de la Universidad Estatal de Dakota del Sur.

REIVINDICACIONES

1. Una composición fertilizante líquida que comprende 1 a 90% en peso de sulfito de potasio y bisulfito de potasio en agua a un pH de 7,5 a 8,5.
- 5 2. Composición fertilizante de la reivindicación 1, que comprende 35-45% en peso de sulfito de potasio y bisulfito de potasio, que comprende preferiblemente 35-41% en peso de sulfito de potasio y bisulfito de potasio, que comprende más preferiblemente 40% en peso de sulfito de potasio y bisulfito de potasio.
3. Composición fertilizante según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, que comprende hasta 0,5% en peso de SO_4 .
- 10 4. Composición fertilizante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende una cantidad máxima de carbonato en el intervalo de 0,5 - 1,0% en peso.
5. Composición fertilizante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que tiene un índice de sal de 46 y/o que tiene una relación de potasio a azufre de 8:3.
- 15 6. Composición fertilizante según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que tiene un pH de 8,5, y que tiene una concentración de la solución total de 40% en peso de KS/KBS, y hasta 0,5% en peso de sulfato, siendo agua el resto.
7. Método para fertilizar cultivos agrícolas, en el que la composición fertilizante de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 se aplica simultáneamente con, antes o inmediatamente después de sembrar la semilla para el cultivo.
- 20 8. Método de la reivindicación 7, en el que el método para aplicar la composición fertilizante se selecciona del grupo que consiste en aplicación en surco, aplicación foliar, tratamiento lateral después de la siembra, inyección en el suelo antes de la siembra, aplicación por difusión y fertirrigación.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8, en el que el cultivo se selecciona del grupo que consiste en cebada, maíz, algodón, sorgo, soja, remolacha azucarera, trigo, tomates y patatas.
10. Método de la reivindicación 9,
25 - en el que la composición fertilizante se aplica junto a la semilla en un suelo arcilloso limoso a una tasa de $0,2 - 23,4 \text{ ml/m}^2$ (0,25 - 25 galones/acre), preferiblemente a una tasa de $0,9 - 11,2 \text{ ml/m}^2$ (1 - 12 galones/acre), más preferiblemente a una tasa de $0,9 - 7,5 \text{ ml/m}^2$ (1 - 8 galones/acre), o
- en el que la composición fertilizante se aplica junto a la semilla en un suelo arenoso a una tasa de $0,1 - 14,0 \text{ ml/m}^2$ (0,12-15 galones/acre), preferiblemente a una tasa de $0,5 - 7,0 \text{ ml/m}^2$ (0,5 - 7,5 galones/acre),
30 más preferiblemente a una tasa de $0,5 - 3,7 \text{ ml/m}^2$ (0,5 - 4 galones/acre), o
- en el que la composición fertilizante se aplica a un lado de una hilera de semillas y por debajo de la hilera de semillas, a una tasa de $0,2 - 74,8 \text{ ml/m}^2$ (0,25 - 80 galones/acre), preferiblemente a una tasa de $0,9-37,4 \text{ ml/m}^2$ (1-40 galones/acre), más preferiblemente a una tasa de $0,9-14,0 \text{ ml/m}^2$ (1-15 galones/acre), o
35 - en el que la composición fertilizante se aplica sobre el suelo lejos de la semilla a una tasa de $0,9 - 74,8 \text{ ml/m}^2$ (1 - 80 galones/acre), preferiblemente a una tasa de $0,9 - 56,1 \text{ ml/m}^2$ (1 - 60 galones/acre), más preferiblemente a una tasa de $0,9 - 37,4 \text{ ml/m}^2$ (1 - 40 galones/acre).