AGENTE SUPRESOR DE POLVO Y SU PROCESO DE ELABORACIÓN

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCIÓN

La presente invención pertenece al campo de la industria química, particularmente a agentes supresores de polvo para mitigar la emisión de material particulado aportando estabilidad a la superficie aplicada y procesos para su elaboración.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

La emisión de material particulado, producto de diversas actividades antropogénicas o de origen natural, están constituidas por una amplia variedad de tamaños, formas y composiciones químicas. Se ha identificado que la emisión de material particulado ocasiona una reducción de la calidad del aire y por ende son causales de diversos tipos de enfermedades respiratorias como asma, bronquitis crónica, enfisema pulmonar, y que su deposición sobre las superficies son ambientes propicios para albergar organismos como los ácaros, a los cuales se les ha atribuido el desarrollo de diferentes alergias. Adicionalmente dichas emisiones alteran las propiedades de la atmósfera ante la luz solar reduciendo la visibilidad.

La principal estrategia de mitigación de este tipo de emisiones es el riego continuo de agua sobre las superficies generadoras de material particulado, sin embargo la maquinaria utilizada para el bombeo del agua consume cantidades importantes de combustibles fósiles, incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero y aumenta los niveles de ruido. Dada la creciente preocupación por el control de deposición y emisión de material particulado, se han desarrollo diferentes formulaciones de agentes supresores de polvo.

Por ejemplo, la patente US7070709 está dirigida a una composición supresora de polvo y estabilizadora de agregados que comprende hemicelulosa como supresor de polvo, compuestos de lignina para mejorar la supresión de polvo, tensoactivos para disminuir la viscosidad, un agente reticulante para mejorar la resistencia al agua y una sal de cloruro o magnesio para aumentar la higroscopicidad de la composición y agua.

De otro lado, la solicitud WO2013/098425 divulga una composición polimérica de base acuosa que comprende terpolímero de acrilato de vinilveova que comprende los siguientes monómeros: metacrilato de metilo, Veova 10 y acetato de vinilo; y un sistema estabilizador que comprende tensioactivos aniónicos, no iónicos y poliméricos, un coloide protector, un agente coalescente que promueve la formación de película y un agente reológico, para la estabilización del suelo y para controlar la erosión del polvo y agua.

Adicionalmente, la patente US4428984, hace referencia a una solución acuosa que contiene un agente tensioactivo no iónico como polialcohol, para evitar la adhesión de polvo a las superficies y un agente celulósico como mejorador de fijación del polvo a la superficie, evitando así su resuspensión y por ende logrando mayores eficiencias.

Por otro lado, la patente US2006/0151741 divulga una formulación que contiene azúcar, un polisacárido soluble en agua, fosfato seleccionado entre fosfato trisódico y detergentes que contienen fosfato, y agua. La formulación se aplica a superficies con partículas de arena o polvo para inducir su aglutinación a través de la formación de una corteza endurecida. Esta formulación incluye uno o más sistemas poliméricos acrílicos, uno o más tensioactivos no iónicos estabilizantes, uno o más agentes reológicos, entre otros.

Si bien en el estado de la técnica se enseñan alternativas de agentes supresores de polvo es necesario el desarrollo de nuevas formulaciones de agentes supresores de polvo que permitan reducir el consumo de agua y mitigar emisiones de material particulado PM-10, PM-2.5 y PM-1 con propiedades de penetración, humectación y estabilización del terreno, que no genere superficies deslizantes y mejore la tracción de automotores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

En un primer aspecto, la presente invención hace referencia a un agente supresor de polvo que comprende un sistema polimérico acrílico, un derivado de lignina, un agente celulósico, poliacrilamida, un agente coalescente, un tensioactivo, un agente reológico, un reticulante,

un aditivo y agua. El agente supresor de polvo se caracteriza porque la poliacrilamida se encuentra entrecruzada con el derivado de lignina mediante un puente de enlace covalente formado por el reticulante y el agente coalescente formando una película homogénea y flexible. El agente supresor de polvo de la presente invención actúa iónicamente sobre el material particulado presente en una superficie generando coalescencia y aglomeración del mismo a través de la formación de una película superficial.

En un segundo aspecto, la presente invención hace referencia a un proceso para obtener el agente supresor de polvo que comprende: preparar en agua una Solución A mezclando un derivado de lignina y un agente coalescente; preparar en agua una Solución B de un agente celulósico; preparar en agua una Solución C mezclando un tensoactivo y aditivos; y posteriormente adicionar poliacrilamida; mezclar las Soluciones A y B y posteriormente adicionar la Solución C hasta obtener una Solución D de un fluido de alta viscosidad; adicionar a la Solución D un reticulante en solución; y posteriormente un agente reológico en solución hasta obtener un entrecruzamiento polimérico; y finalmente adicionar un sistema polimérico acrílico y agitar hasta obtener un supresor de polvo.

En un tercer aspecto, la presente invención hace referencia al uso del agente supresor de polvo para mitigar la emisión de material particulado. El agente supresor se aplica sobre una superficie actuando como estabilizante, humectante y aglomerante de capas de material particulado para formar una capa de rodamiento estable mejorando la tracción de automotores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

FIG.1 Diagrama del proceso de elaboración de un agente supresor de polvo.

FIG. 2 Reducción de material particulado de un blanco (agua) y el agente supresor de polvo (ASP1) a una concentración de 0,033% v/v **(A)** Total de partículas (µg/ m^3); **(B)** Partículas PM10 (µg/ m^3); **(C)** Partículas PM2.5 (µg/ m^3) y **(D)** Partículas PM1 (µg/ m^3).

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Agente supresor de polvo

En un primer aspecto, el desarrollo corresponde a un agente supresor de polvo. Para efectos de la presente invención el término "*agente supresor de polvo*" hace referencia a una formulación química basada en un sistema polimérico acrílico capaz de reducir las emisiones de material particulado o polvo como alternativa al sistema convencional de regado periódico de agua.

El agente supresor de polvo comprende un sistema polimérico acrílico, un derivado de lignina, un agente celulósico, poliacrilamida, un agente coalescente, un tensioactivo, un agente reológico, un reticulante, un aditivo y agua. El agente supresor de polvo se caracteriza porque la poliacrilamida se encuentra entrecruzada con el derivado de lignina mediante un puente de enlace covalente formado por el reticulante y el agente coalescente. El agente supresor de polvo forma una película homogénea y flexible, que actúa iónicamente sobre el material particulado presente en una superficie generando coalescencia y aglomeración del mismo a través de la formación de una película superficial.

El agente supresor de polvo de la presente invención contiene agua como disolvente en una concentración entre 25% a 75%v/v, entre 30% a 60%v/v, entre 30% a 40%v/v, entre 40 a 50%v/v, y entre 50 a 60%v/v.

El agente supresor de la presente invención contiene además poliacrilamida que actúa como agente hidroretenedor garantizando una mayor retención de agua. La poliacrilamida permite mantener húmedo las superficies con material particulado por más tiempo. La poliacrilamida se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 0,01% a 10%p/p, entre 0,1% a 5%p/p, entre 0,1% a 1%p/p, entre 1% a 2%p/p, entre 2% a 3%p/p, entre 3% a 4%p/p y entre 4% a 5%p/p.

El agente supresor de la presente invención contiene además al menos un sistema polimérico acrílico. Para efectos de la presente invención el término "*sistema polimérico acrílico"* hace referencia a compuestos formadores de películas poliméricas que permiten la retención del material particulado. En la presente invención el sistema polimérico acrílico actúa como capa de formación o película de retención de partículas de polvo. El sistema polimérico acrílico se selecciona pero no se limita a polímero estireno-acrílico, látex natural, látex modificado o mezclas de los mismos. El sistema polimérico acrílico se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 5% a 35%p/p, entre 10% a 30%p/p, entre 10% a 15%p/p, entre 15% a 20%p/p y entre 20% a 30%p/p.

Se entiende por *"derivado de lignina"* a lignina o productos derivados de la misma caracterizados por ser polímeros orgánicos complejos. La lignina es un grupo de compuestos químicos que se encuentra en las paredes celulares de las plantas. Típicamente, la lignina tiene una estructura polimérica reticulada. Los derivados de lignina incluyen subproductos de la designificación comercial de materiales de celulosa, como los sulfitos. El derivado de lignina permite la estabilización del suelo. El derivado de lignina se selecciona, pero no se limita a, lignina, lignosulfonato, extracto vegetal con taninos o mezclas de los mismos. Entre los lignosulfonatos se encuentran pero no se limitan a, lignosulfonato de sodio, lignosulfonato de calcio o mezclas de los mismos. Entre los extractos vegetales con taninos se encuentran pero no se limitan a resina de quebracho, como el tanino de tara (*Caesalpinia spinosa*), extracto de castaño, extracto de gambier (*Uncaria Gambir*), extracto de mirabolano o mezclas de los mismos. En una modalidad el derivado de lignina es lignina, lignosulfonato de sodio y lignosulfonato de calcio. El derivado de lignina se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 1% a 30%p/p, entre 5% a 20%p/p, entre 5% a 10%p/p, entre 10% a 15%p/p y entre 15% a 20%p/p.

El *"agente celulósico"* hace referencia a compuestos orgánicos producidos por modificación química o natural de la celulosa. El agente celulósico permite la formación estructural del agente supresor de polvo mediante el hinchamiento de la celulosa al reaccionar con los OH provenientes de los aditivos modificadores de pH. El agente celulósico se selecciona, pero no se limita a, carboximetilcelulosa (CMC), carboxietilcelulosa (CEC), carragenina, goma

guar, goma xantana, goma arábica, goma garrofin, hemicelulosa, hidroxietilcelulosa, carboximetilcelulosa sódica, o mezclas de los mismos. El agente celulósico se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 0,01% a 0,5%p/p, entre 0,01% a 0,1%p/p, entre 0,1% a 0,2%p/p, entre 0,2% a 0,3%p/p, entre 0,3% a 0,4%p/p y entre 0,4% a 0,53%p/p.

Para efectos de la presente invención el término "*agente coalescente*" hace referencia a sustancias químicas que promueven la formación de una película y el entrecruzamiento estructural con la superficie. El agente coalescente se selecciona, pero no se limita a (3-aminopropil) trietoxisilano (APTES), (3-aminopropil) trimetoxisilano o mezclas de los mismos. El agente coalescente se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 0,1% a 5%p/p, entre 0,1% a 1%p/p, entre 1% a 2%p/p, entre 2% a 3%p/p, entre 3% a 4%p/p y entre 4% a 5%p/p.

Así mismo, el término "*tensoactivo*" hace referencia a sustancias que influyen por medio de la tensión superficial en la superficie de contacto entre dos sustancias inmiscibles. Sinónimos de tensoactivo son surfactante y emulsificante. El tensoactivo se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 0,1% a 20%p/p, entre 0,1% a 5%p/p, entre 5% a 10%p/p, entre 10% a 15%p/p y entre 15% a 20%p/p. Para efectos de la presente invención el tensoactivo puede ser un tensoactivo no iónico, tensoactivo aniónico o mezclas de los mismos.

El tensoactivo aniónico hace referencia a un compuesto o mezcla de compuestos que poseen una parte polar y una parte no polar, en donde la parte polar posee una carga negativa por la presencia de grupos carboxilato, sulfato, sulfonato o fosfato. El tensoactivo aniónico se selecciona, pero no se limita a alquilsulfatos, alquilsulfonatos o mezclas de los mismos. Por su parte, el tensoactivo no iónico hace referencia a un compuesto o mezcla de compuestos que poseen una parte polar y una parte no polar, en donde la parte no polar es principalmente una cadena alifática (de entre C_{12}-C_{18}) y la parte polar puede contener grupos alcohol o éter. El tensoactivo no iónico se selecciona, pero no se limita a alquilpolietilenglicoléteres, óxidos de etileno, óxidos de alquileno, C_7-C_8 alcoholes, alquilfenoles, alcohol tridecilico,

poloxámero, polisorbato 20, polisorbato 40, polisorbato 60, polisorbato 65, polisorbato 80, polisorbato 85 o mezclas de los mismos.

Así mismo, el término "*agente reológico*" hace referencia a un compuesto o mezcla de compuestos que modifican la viscosidad de una solución. El agente reológico permite la formación de la viscosidad y estabilizante, evitando la separación de los componentes del agente supresor de polvo y manteniendo homogéneo el producto en periodos de almacenamiento en anaquel. El agente reológico se selecciona, pero no se limita a polímeros acrílicos, PEG-20000, PEG-150, PEG-6, lactato de laurilo, almidón y mezclas de los mismos. El agente reológico se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 0,5%p/p a 20%p/p, entre 1% a 8%, entre 1%p/p a 5%p/p, entre 1%p/p y 2%p/p, entre 2%p/p a 3%p/p, entre 3%p/p a 4%p/p y entre 4%p/p a 5%p/p.

Para efectos de la presente invención el término *"reticulante"* hace referencia a un compuesto o mezcla de compuestos que inicia o regula la unión intermolecular iónica o covalente entre las cadenas poliméricas. Un sinónimo de reticulante es agente de entrecruzamiento. El reticulante se selecciona, pero no se limita a glutaraldehido ($OHC(CH_2)_3CHO$), derivados de glutaraldehido, 1-3-bencenodicar, aldehído isoftálico, aldehído terftálico y mezclas de los mismos. El reticulante se encuentra en el agente supresor de polvo en una concentración entre 0,05% a 8%p/p, entre 0,1% a 5%p/p, entre 0,1% a 1%p/p, entre 1% a 2%p/p, entre 2% a 3%p/p, entre 3% a 4%p/p y entre 4% a 5%p/p.

Así mismo, el término *"aditivo"* hace referencia a compuestos químicos que mejoran las propiedades del producto como aroma y color o que incrementan el período de conservación del producto. Entre los aditivos aceptables para el agente supresor de polvo de la presente invención se encuentran, pero no se limitan a colorantes, microbicidas, reguladores de pH, estabilizantes o mezclas de los mismos. El aditivo se encuentra en el agente supresor d epolvoen una concentración entre 0,01 y 5%p/p, entre 0,1 y 1%p/p, entre 0,1% a 0,5%p/p y entre 0,5% a 0,5%p/p.

Para efectos de la presente invención cuando el aditivo es un colorante se selecciona pero no se limita a marrón HT, Marrón FK, sepia, rojo indio, ocre o mezcla de los mismos.

Para efectos de la presente invención cuando el aditivo es un microbicida se selecciona pero no se limita a metil isotiozolinona (MIT), benzoisotiazolinona, clorometil isotiazolinona (CMIT) o mezcla de los mismos.

Para efectos de la presente invención cuando el aditivo es un estabilizador de pH se selecciona pero no se limita a hidróxido de sodio, 2-amino-2-metil-1-propanol, NH_3 (base débil), NH_4Cl (ácido conjugado) o mezclas de los mismos.

En una modalidad, el aditivo se selecciona, pero no se limita a butilglicol, etanol, propanol y sus isómeros, carbitol, butilcarbitol, metilcarbitol, etilcarbitol, etilenglicol, propilenglicol y mezclas de los mismos.

Proceso de elaboración

Otro objeto del desarrollo es proporcionar un proceso para la elaboración del agente supresor de polvo descrito anteriormente. El proceso para obtener un agente supresor de polvo comprende preparar una Solución A mezclando un derivado de lignina y un agente coalescente; preparar una Solución B de un agente celulósico; preparar una Solución C mezclando tensoactivo y aditivos; y posteriormente adicionar poliacrilamida a la Solución C; mezclar las Soluciones A y B y posteriormente adicionar la Solución C hasta obtener una Solución D; adicionar a la Solución D un reticulante; y posteriormente un agente reológico; y finalmente adicionar un sistema polimérico acrílico y agitar hasta obtener un agente supresor de polvo (FIG. 1).

El proceso para obtener un agente supresor de polvo comprende preparar en agua una Solución A mezclando un derivado de lignina y un agente coalescente; preparar en agua una Solución B de un agente celulósico; preparar en agua una Solución C mezclando un tensoactivo y aditivos; y posteriormente adicionar poliacrilamida a la Solución C; mezclar

las Soluciones A y B y posteriormente adicionar la Solución C hasta obtener una Solución D que tiene una viscosidad entre 1500 y 10000 cP; adicionar a la Solución D un reticulante en solución; y posteriormente un agente reológico en solución hasta obtener un entrecruzamiento polimérico; y finalmente adicionar un sistema polimérico acrílico y agitar hasta obtener un agente supresor de polvo (FIG. 1).

Para obtener el agente supresor de polvo de la presente invención se prepara una Solución A mezclando en agua un derivado de lignina entre 15% a 45%p/p, entre 20% a 40%p/p, entre 20% a 30%p/p y entre 30% a 40%p/p y un agente coalescente entre 0,1% a 3%p/p, entre 0,2 a 1,5%p/p, entre 0,2% a 0,5%p/p, entre 0,5% a 1%p/p y entre 1% a 1,5%p/p. Las condiciones necesarias para llevar a cabo la Solución A son agitación y temperatura. La agitación se realiza entre 800 a 1200RPM, entre 800 a 1000RPM y entre 1000 a 1200RPM. La temperatura se debe encontrar entre 20 y 32°C, entre 20 a 24°C, entre 24 a 28°C , entre 28 a 30°C y entre 30 a 32°C. La Solución A que contiene la mezcla de derivado de lignina y agente coalescente se realiza bajo las anteriores condiciones o el tiempo necesario para que el agente coalescente se incorpore por completo al derivado de lignina.

Adicionalmente, se prepara una Solución B mezclando agua y un agente celulósico en una concentración entre 5 a 15%p/p; entre 5% a 10%p/p y entre 10 a 15%p/p. Las condiciones necesarias para llevar a cabo la Solución B son agitación y temperatura. La agitación se realiza entre 800 a 1200RPM, entre 800 a 1000RPM y entre 1000 a 1200RPM. La temperatura se debe encontrar entre 20 y 32°C, entre 20 a 24°C, entre 24 a 28°C, entre 28 a 30°C y entre 30 a 32°C. La Solución B que contiene el agente celulósico se realiza bajo las anteriores condiciones el tiempo necesario para que disperse el agente celulósico.

Por otro lado, se prepara una Solución C mezclando inicialmente en agua tensoactivos entre 1,5% a 3%p/p, entre 1,5% a 2,5% y entre 2,5 a 3% y aditivos entre 3,5% a 6%, entre 3,5% a 4%, 4% a 5%p/p y entre 5% a 6%p/p. Las condiciones necesarias para llevar a cabo la Solución C son agitación y temperatura. La agitación se realiza entre 800 a 1200RPM, entre 800 a 1000RPM y entre 1000 a 1200RPM. La temperatura se debe encontrar entre 20 y 30°C, entre 20 a 24°C, entre 24 a 28°C, entre 28 a 30°C y entre 30 a 32°C. La mezcla que

contiene el tensoactivo y aditivos se realiza bajo las anteriores condiciones el tiempo necesario para que se obtenga una mezcla homogénea. Posteriormente, a la mezcla de tensoactivos y aditivos se le adiciona la poliacrilamida para obtener la Solución C. La poliacrilamida se adiciona en una concentración entre 0,2% y 1,5%p/p, entre 0,2% a 0,5%p/p, entre 0,5% 1%p/p y entre 1% a 1,5%p/p bajo las condiciones de agitación y temperatura definidas anteriormente el tiempo necesario para que se obtenga un líquido viscoso.

Posteriormente, se mezclan las Soluciones A y B bajo condiciones de agitación y temperatura. La agitación se realiza entre 800 a 1600RPM, entre 800 a 1000RPM, entre 1000 a 1200RPM, entre 1200RPM a 1400RPM y entre 1400 a 1600RPM. La temperatura se debe encontrar entre 20 y 30°C, entre 20 a 24°C, entre 24 a 28°C y entre 28 a 30°C. La mezcla de las Soluciones A y B se realiza bajo las anteriores condiciones el tiempo necesario para que se obtenga un fluido homogéneo. Seguidamente, se adiciona la Solución C manteniendo las condiciones de agitación y temperatura descritas anteriormente el tiempo necesario para obtener una Solución D de un fluido de una viscosidad entre 1000 y 6000 cP.

A continuación a la Solución D se adiciona un reticulante en solución a una concentración entre 0,1% a 5%p/p, entre 0,1% a 1%p/p, entre 1% a 2%p/p, entre 2% a 3%p/p, entre 3% a 4%p/p y entre 4% a 5%p/p bajo condiciones de agitación y temperatura. La agitación se realiza entre 800 a 1200RPM, entre 800 a 1000RPM y entre 1000 a 1200RPM. La temperatura se debe encontrar entre 20 y 30°C, entre 20 a 24°C, entre 24 a 28°C y entre 28 a 30°C. Posteriormente a la adición del reticulante, se ajusta el pH entre 9 y 10, entre 9,5 y 10. Una vez ajustado el pH se adiciona un agente reológico en solución a una concentración entre 10% a 50 %p/p, entre 10% a 20%, entre 20 a 30%, entre 30% a 40%p/p y entre 40% a 50%p/p y nuevamente la mezcla se somete bajo condiciones de agitación y temperatura como se describió anteriormente hasta obtener un entrecruzamiento polimérico evidenciado en mayor fluidez de la mezcla. El entrecruzamiento ocurre a través de la reacción entre grupos aminos disponibles producto de la modificación superficial del agente coalescente sobre el derivado de lignina y los nitrógenos disponibles en la poliacrilamida la cual se entrecruza con el reticulante.

Para efectos de la presente invención el término "*en solución*" hace referencia a una mezcla la mezcla homogénea de una o más sustancias disueltas en agua.

Finalmente, se adiciona un sistema polimérico acrílico a concentraciones entre 15 y 30 %p/p, entre 15% y 20%p/p y entre 20% y 30%p/p bajo condiciones de agitación y temperatura. La agitación se realiza entre 800 a 1200RPM, entre 800 a 1000RPM y entre 1000 a 1200RPM. La temperatura se debe encontrar entre 20 y 30°C, entre 20 a 24°C, entre 24 a 28°C y entre 28 a 30°C. La mezcla que contiene la Solución D, el reticulante, agente reológico y sistema polimérico acrílico se realiza bajo las anteriores condiciones el tiempo necesario para obtener una mezcla homogénea correspondiente al agente supresor de polvo.

El agente supresor de polvo obtenido por el proceso de la invención se caracteriza por una viscosidad entre 600 y1500 cP, entre 600 y 900cP, entre 900 y 1200cP y entre 1200 a 1500cP y un pH entre 8.0 –y 9.5.

<u>*Usos*</u>

El agente supresor de polvo de la presente invención es útil para mitigar la emisión de material particulado o polvo aportando humectabilidad y estabilidad a la superficie aplicada. Particularmente, el agente supresor de polvo de la presente invención se aplica sobre una superficie actuando como estabilizante, humectante y aglomerante de capas de polvo, mitigando las emisiones de PM-10, PM-2.5 y PM-1, sin generar una capa deslizante y aumentando la tracción de vehículos automotores.

Para efectos de la presente invención el término "*material particulado*" hace referencia a una mezcla de partículas líquidas y sólidas, de sustancias orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión en el aire. El material particulado forma parte de la contaminación del aire. Entre los principales componentes del material particulado se encuentran sulfatos, nitratos, el amoníaco, el cloruro sódico, el carbón, el polvo de minerales, cenizas metálicas y agua. La contaminación por partículas incluye PM-10 partículas inhalables que tienen

diámetros de, por lo general, 10 micrómetros y menores; y PM-2,5 partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por lo general, 2,5 micrómetros y menores.

El agente supresor de polvo de la presente invención es útil para el control de polvo en terrenos áridos y reservas minerales.

El agente supresor es útil como estabilizante, humectante y aglomerante de capas de material particulado formando una capa de rodamiento estable mejorando la tracción de automotores. Para efectos de la presente invención, el término "*capa de rodamiento estable*" hace referencia a la capa más superficial de terreno que tiene como principal función proporcionar una superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular.

La presente invención será presentada en detalle a través de los siguientes ejemplos, los cuales son suministrados solamente con propósitos ilustrativos y no con el objetivo de limitar su alcance.

EJEMPLOS

Ejemplo 1: Proceso de elaboración de un agente supresor de polvo

Para la síntesis del producto se preparó una Solución A1 con 100 mL de agua, 50g de lignosulfonato de sodio como derivado de lignina y 1g de solución de APTES como agente coalescente a una concentración de 99% Esta mezcla se dejó homogenizar a 30°C de temperatura con agitación de 1000RPM durante 10 minutos hasta alcanzar un mezclado completo.

Siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para la Solución A1 y variando el derivado de lignina, el agente coalescente, la cantidad de los mismos y las condiciones de mezcla se preparan las Soluciones A2 – A4 como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Condiciones para preparar Solución A

Solución A	A1	A2	A3	A4
Tipo de derivado de lignina	Lignosulfonato de sodio	Lignina	Lignosulfonato de calcio	Resina de quebracho
Cantidad de derivado de lignina [g]	50	50	50	50]
Tipo de agente coalescente	(3 minopropil) trietoxisilano	(3-aminopropil) trimetoxisilano	(3 minopropil) trietoxisilano	(3 minopropil) trietoxisilano + (3 minopropil) trietoxisilano
Solución de agente coalescente [%]	0,2	0,2	0,3	0,3
Cantidad de agente coalescente [g]	1	1	1,5	1,5
Agua [mL]	100	100	100	150
Agitación [RPM]	1100	1100	1200	1200
Temperatura [°C]	28	28	28	28
Tiempo [min]	10	10	15	15

Seguidamente se preparó una Solución B1 con 300 ml de agua y 2,5 g de carboximetilcelulosa (CMC) como agente celulósico mezclados con agitación de 1000 RPM y temperatura de 32°C durante 40 min.

Siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para la Solución B1 y variando el agente celulósico, agua, la cantidad de los mismos y condiciones de mezcla se preparan las Soluciones B2 – B4 como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2. Condiciones para preparar Solución B

Solución B	B1	B2	B3	B4
Tipo de agente celulósico	Carboximetilcelulosa (CMC)	Carboxietil celulosa (CEC)	Goma guar	Goma Xantana
Cantidad de agente celulósico [g]	2,5	3,5	3,0	3,0
Agua [mL]	300	300	300	300
Agitación [RPM]	1000	1200	1000	1000
Temperatura [°C]	32	28	28	28
Tiempo [min]	10	20	20	10

Simultáneamente, se preparó una Solución C1 con 60mL de agua, 1,5g de alquilpolietilenglicoleteres como tensoactivo no iónico y 3g de butilglicol como aditivos mezclando con agitación de 1500 RPM y temperatura de 30°C durante 12 min. Posteriormente, a la mezcla obtenida se le adicionó 0,6 g de poliacrilamida y se homogenizo con agitación de 1000 RPM y temperatura de 28°C durante 20min.

Siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para la Solución C1 y variando el tensoactivo, aditivos, la cantidad de los mismos y condiciones de mezcla se preparan las Soluciones C2 – C4 como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Condiciones para preparar Solución C

Solución C	**C1**	**C2**	**C3**	**C4**
Tipo de tensoactivo	Alquilpolietilenglicoleteres	Óxidos de etileno	Óxidos de alquileno	alquilfenoles
Tensoactivo [g]	1,5	1,5	2,0	2,0
Tipo aditivos	butilglicol	butilglicol	etanol	propanol
Aditivos [g]	3	4	3,5	5
Agua [mL]	60	60	60	60
Agitación [RPM]	1500	1200	1200	1200
Temperatura [°C]	30	30	30	30
Tiempo [min]	12	15	15	20
Poliacrilamida [g]	0,6	1,0	1,2	1,0
Agitación [RPM]	1000	1200	1200	1200
Temperatura [°C]	28	30	30	30
Tiempo [min]	20	22	25	20

Una vez preparadas independientemente las Soluciones A1, B1 y C1, se procedió a mezclar la Solución A1 y B1 con agitación mecánica a 1500RPM y temperatura de 32°C durante 30 min. La solución obtenida de la mezcla de A1+B1 se mezcló con la Solución C1 con agitación mecánica a 1500RPM y temperatura de 32°C durante 30 min hasta obtener una Solución D1 de un fluido de alta viscosidad 1000 a 2000 cP.

Siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para la obtención de la Solución D1 y variando las condiciones de mezcla se preparan las Soluciones D2 – D4, como se indica en la Tabla 4.

Tabla 4. Condiciones para obtener Solución D

Solución D	**D1**	**D2**	**D3**	**D4**
Tipo de Solución A	A1	A2	A3	A4
Cantidad Solución A [mL]	100	100	100	100]
Tipo de Solución B	B1	B2	B3	B4
Cantidad Solución B [mL]	300	300	300	300
Agitación [RPM]	1500	1200	1200	1200
Temperatura [°C]	32	28	28	30
Tiempo [min]	30	30	30	30
Tipo de Solución C	C1	C2	C3	C4
Cantidad Solución C [mL]	60	60	60	60
Agitación [RPM]	900	900	900	900
Temperatura [°C]	28	28	30	25
Tiempo [min]	30	25	25	25
Viscosidad Solución D [cP]	1500	1500	1600	1600

Posteriormente, a la Solución D1 se le agregó de manera controlada 1,2 g de glutaraldehido como solución de reticulante a una concentración de 0,5 %p/p con agitación constante a 1000RPM y temperatura de 30°C por 15 minutos hasta alcanzar homogenización completa. Seguidamente, se ajustó el pH de la mezcla a 9,7 con solución de hidróxido de sodio al 45%. A continuación se adicionaron 50mL de una solución de polímeros acrílicos al 16,6%p/p como agente reológico y se mezcló con agitación constante a 1100RPM y temperatura de 28°C por 20minutos.

Finalmente, se adicionó 100 g de polímero estireno-acrilicocomo sistema polimérico acrílico con agitación constante a 1100RPM y temperatura de 30°Cdurante 20 minutos hasta obtener el agente supresor de polvo ASP1.

Siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para ASP1 y variando el reticulante, agente reológico, sistema polimérico acrílico y condiciones de mezcla se preparan los agentes supresores de polvo ASP2 – ASP4 como se indica en la Tabla 5.

Tabla 5. Condiciones para obtener agente supresor de polvo

Agente supresor de polvo	ASP1	ASP2	ASP3	ASP4
Tipo reticulante	Glutaraldehido ($OHC(CH_2)_3CHO$)	1-3 bencenodicar	Aldehido isoftálico	Aldehido terftálico
Solución de reticulante [%]	0,2	1,0	3,0	0,8
Reticulante [g]	1,2	1,5	2	1,5
Agitación [RPM]	1100	1100	1000	1500
Temperatura [°C]	30	28	25	29
Tiempo [min]	15	18	20	20
pH	9,7	9,8	9,8	9,5
Tipo de agente reológico	Polímeros aclilicos	Lactato de laurilo	PEG 20000	PEG-6
Solución de agente reológico [%]	16,6	32	50	25
Volumen de agente reológico [mL]	50	50	50	50
Agitación [RPM]	1550	1200	1200	1500
Temperatura [°C]	30	30	30	30
Tiempo [min]	60	60	60	60
Tipo sistema polimérico acrílico	polímero estireno-acrilico	Látex natural	Látex modificado	Látex modificado
Sistema polimérico acrílico [g]	100	100	100	100
Agitación [RPM]	1200	1200	1200	1000
Temperatura [°C]	30	28	25	28
Tiempo [min]	20	25	30	30

Ejemplo 2: Pruebas de dilución del agente supresor de polvo en agua

Para garantizar una completa dispersión del supresor de polvo en aplicaciones en campo donde el supresor de polvo se adiciona a un tanque de riego y posteriormente se realiza el cargue de agua, se realizaron pruebas de solubilidad del agente supresor de polvo ASP1 obtenido de acuerdo al Ejemplo 1. Para determinar la solubilidad se adicionó 0,1 mL de

agente supresor de polvo ASP1 obtenido de acuerdo al Ejemplo 1 en un Erlenmeyer y se agregó agua hasta completar un volumen de 400mL. Posteriormente, usando una varilla de agitación, se agitó lentamente la mezcla por 30 segundos, después de este tiempo se observó un disolución completa del producto en el agua, obteniendo así una solución de agente supresor de polvo al 0,025% (v/v).

Lo anterior demuestra una total solubilidad del producto en agua, por lo que se logra una perfecta dilución de este, garantizando una fácil aplicación sobre superficies.

Ejemplo 3. Pruebas de aplicación del agente supresor de polvo en laboratorio

Para determinar las propiedades del agente supresor de polvo sobre superficies se hizó una prueba en laboratorio. Para esto, se tomó una muestra de suelo, la cual se dividió en 4 cuadrantes cada uno de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 4 cm de alto, cada cuadrante se llenó con una muestra de suelo hasta cubrir el 80% y obtener una distribución homogénea. Se aplicó una solución de agente supresor de polvo ASP1 obtenido de acuerdo al Ejemplo 1 a concentraciones de 0,025%v/v, 0,1%v/v y 0,2%v/v, y un blanco sin agente supresor de polvo.

Las soluciones de agente supresor de polvo ASP1 a concentraciones 0,025%v/v, 0,1%v/v y 0,2%v/v se envasaron en atomizadores para su aspersión sobre las muestras de suelo. La cantidad de solución de agente supresor de polvo ASP1 fue de 50mL y fue igual para todos los cuadrantes. La aspersión se hizo empleando atomizadores para garantizar que el producto se aplicara sobre toda la superficie del cuadrante y aplicando el mismo número de aspersiones para cada uno de estos.

Para simular el impacto del tráfico vehicular, sobre las muestras de suelo con el agente supresor de polvo ASP1 aplicado sobre la superficie, se procedió a pasar un cilindro macizo de 3kg en acero inoxidable cubierto con caucho, con diámetro de 10,16cm y altura de 5,08cm. El paso del cilindro se hizo cubriendo toda el área del cuadrante.

Después del paso del cilindro, se determinó cualitativamente el tiempo de retención de humedad en cada uno de los cuadrantes con la solución de agente supresor de polvo ASP1 aplicado. El proceso de humedecer la muestra y pasar el cilindro se repitió cuatro veces en cada cuadrante.

A continuación, se hizo un análisis cualitativo de las muestras para evaluar su homogeneidad, aglomeración del material y grado de compactación. Los resultados de esta prueba confirman la retención del material particulado fino, el cual es el de mayor interés cuando se busca el control y mitigación de material particulado.

Ejemplo 4. Pruebas de aplicación del agente supresor de polvo en campo

Se realizó una prueba de aplicación del producto sobre vías sin pavimento para determinar la eficiencia del producto en mitigar la producción de polvo.

Inicialmente, se realizó el monitoreo con el equipo DustMate® (Instrumento para la cuantificación que mide y registra en forma continua, la concentración de partículas de polvo y otras partículas en el aire), para verificar las condiciones iniciales respecto a partículas de polvo y material particulado de la vía en un día normal de operación, el área evaluada fue de 54000 m^2. La prueba se realizó en un horario entre las 10:00a.m y las 4:00p.m, ya que es el lapso de tiempo de mayor generación de material particulado, debido a factores como flujo vehicular y temperatura de la zona.

Inicialmente, se realizaron riegos con solo agua como control del material particulado por 2 días continuos, la frecuencia de riegos correspondió a una periodicidad promedio de 12 minutos, durante esta fase se registró una temperatura promedio de 36°C, un flujo vehicular promedio de 65 camiones por hora- carril y una aplicación mínima de 5 riegos con agua por hora sobre el área durante el horario de prueba.

Posteriormente, manteniendo las condiciones del área y horario, se procedió a aplicar una dosis del agente supresor de polvo, con el propósito de lograr una coalición entre las

partículas finas, y garantizar el control de emisiones de material particulado. Para esto, se aplicó una dosis de 25 litros del ASP1 obtenido de acuerdo al Ejemplo 1 en 20000 galones de agua, para así obtener una solución de agente supresor de polvo al 0,033% v/v, con el cual se realizaron 10 riegos por día durante 3 días continuos para cubrir el área evaluada.

Los resultados obtenidos se muestran en las tablas a continuación:

Tabla 6. Resultados de pruebas de aplicación en campo Blanco (Agua)

Agua				
	Total partículas (µg/m^3)	Partículas PM10 (µg/m^3)	Partículas PM2.5 (µg/m^3)	Partículas PM1 (µg/m^3)
Día 1	2165,31	1811,45	180,92	62,53
Día 2	2145,91	1753,97	188,4	61,28
Promedio	2155,61	1782,71	184,66	61,91

Tabla 7. Resultados de pruebas de aplicación en campo Agente supresor polvo

Agente Supresor de Polvo ASP1				
	Total partículas (µg/ m^3)	Partículas PM10 (µg/ m^3)	Partículas PM2.5 (µg/ m^3)	Partículas PM1 (µg/ m^3)
Día 1	478,58	388,95	42,35	14,81
Día 2	319,31	251,01	30,15	8,29
Día 3	225,33	177,91	21,17	5,85
Promedio	341,07	272,62	31,22	9,65

Tabla 8. Reducción de la emisión de material particulado

% Reducción				
	Total partículas (µg/ m^3)	Partículas PM10 (µg/ m^3)	Partículas PM2.5 (µg/ m^3)	Partículas PM1 (µg/ m^3)
Agua	2155,61	1782,71	184,66	61,905
Agente Supresor de Polvo ASP1	341,07	272,62	31,22	9,65
Reducción (%)	84%	85%	83%	84%

Según los datos obtenidos en el control con agua, las emisiones de material particulado se encontraban en promedio en 2100 µg/m^3 en PM10, valores que representan un riesgo para personas cercanas a la zona.

En la FIG. 2 se evidencia la reducción de más de un 80% del total de material particulado en el área evaluada aplicando el agente supresor de polvo de la presente invención, representando una mejor alternativa al control de emisión de polvo ya que se requiere una menor cantidad de aplicaciones en el área evaluada, reduciendo el consumo de agua y los costos asociados a los viajes de cada tanquero (mantenimiento y operación).

La aplicación de la invención genera una coalición entre las partículas finas y la densificación de la rasante de la vía, evitando la emisión a gran escala de polvo y material particulado, efecto que se irá consolidando en la medida en que se dé continuidad a la aplicación del producto. El efecto generado por la invención al aglomerar las partículas de polvo, no varía las características de estabilidad y agarre para los vehículos y/o equipos que transitan el área evaluada, por lo que no genera condiciones deslizantes que afecten el frenado y/o la tracción.

REIVINDICACIONES

1. Un agente supresor de polvo que comprende:

un sistema polimérico acrílico entre 10% a 30% p/p;
un derivado de lignina entre 5% a 20% p/p;
un agente celulósico entre 0,01% a 0,5% p/p;
una poliacrilamida entre 0,1 a 5% p/p;
un agente coalescente entre 0,1% a 5%p/p;
un tensioactivo entre 0,1 a 20%p/p;
un agente reológico entre 1% a 5%p/p;
un reticulante entre 0,1% a 5%p/p;
un aditivo entre 0,1% a 1% p/p; y
agua entre 30% a 60% v/v.

2. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, caracterizado porque la poliacrilamida se encuentra entrecruzada con el derivado de lignina mediante un puente formado por el reticulante y el agente coalescente.

3. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el sistema polimérico acrílico se selecciona entre polímero estireno-acrílico, látex natural, látex modificado o mezclas de los mismos.

4. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el derivado de lignina se selecciona entre lignina, lignosulfonato de sodio, lignosulfonato de calcio, resina de quebracho, extractos vegetales con taninos, extracto de castaño, tanino de tara, extracto de gambier, extracto de mirabolano o mezclas de los mismos.

5. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el agente celulósico se selecciona entre carboximetilcelulosa (CMC), carboxietilcelulosa (CEC), carragenina, goma guar, goma xantana, goma arabica, goma garrofin, hemicelulosa, hidroxietilcelulosa, carboximetilcelulosa sódica, o mezclas de los mismos.

6. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el agente coalescente se selecciona entre (3-aminopropil) trietoxisilano, (3-aminopropil) trimetoxisilano o mezclas de los mismos.

7. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el tensoactivo es tensoactivo no iónico, tensoactivo aniónico o mezclas de los mismos.

8. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 7, en donde el tensoactivo no iónico se selecciona entre alquilpolietilenglicoléter, óxido de etileno, óxido de alquileno, C_{7-8} alcohol, alquilfenol, alcohol tridecilico, polisorbato 20, polisorbato 65 y polisorbato 80 o mezclas de los mismos.

9. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 7, en donde el tensoactivo aniónico se selecciona entre alquilsulfato, alquilsulfonato o mezclas de los mismos.

10. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el agente reológico se selecciona entre polímeros acrílicos, PEG-20000, PEG-150, PEG-6, lactato de laurilo y mezclas de los mismos.

11. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el agente reticulante se selecciona entre glutaraldehido ($OHC(CH_2)_3CHO$), derivados de glutaraldehido, 1-3-bencenodicar, aldehído isoftálico, aldehído terftálico y mezclas de los mismos.

12. El agente supresor de polvo de acuerdo con la Reivindicación 1, en donde el aditivo se selecciona entre butilglicol, etanol, propanol y sus isómeros, carbitoles, butilcarbitol, metilcarbitol, etilcarbitol, etilenglicol, propilenglicol y mezclas de los mismos.

13. Un proceso para obtener un agente supresor de polvo que comprende:

a) preparar en agua una Solución A mezclando un derivado de lignina y un agente coalescente;

b) preparar en agua una Solución B de un agente celulósico;

c) preparar en agua una Solución C mezclando al menos un tensoactivo y aditivo; y posteriormente adicionar poliacrilamida;

d) mezclar las Soluciones A y B y posteriormente adicionar la Solución C hasta obtener una Solución D de un fluido de alta viscosidad;

e) adicionar a la Solución D un reticulante en solución; y posteriormente un agente reológico en solución; y

f) adicionar un sistema polimérico acrílico y agitar hasta obtener un supresor de polvo.

14. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde la Solución A contiene un derivado de lignina entre 20 y 40%p/p y un agente coalescente entre 0,2 y 1,5%p/p; la Solución B contiene un agente celulósico entre 5 y 15%p/p; y la Solución C contiene tensoactivo entre 1,5 y 3%p/p, aditivos entre 3,5 y 6%; y poliacrilamida entre 0,2 y 1,5%p/p.

15. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde las soluciones se preparan a condiciones de temperatura entre 20 y 32°C y agitación entre 800 y 1200RPM.

16. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde la etapa d) se realiza a temperatura entre 20 y 32°C y agitación entre 800 y 1600RPM.

17. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde el reticulante en solución está a una concentración entre 0,1 a 5%p/p y posterior a la adición de la solución reticulante se ajusta el pH entre 9,5 y 10.

18. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde la solución de un agente reológico está a una concentración entre 10 a 50 %p/p.

19. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde sistema polimérico acrílico se adiciona a una concentración entre 30 y 50%p/p.

20. El proceso de acuerdo con la Reivindicación 13, en donde la etapa f) se realiza a temperatura entre 20 y 30 °C y agitación entre 800 y 1200RPM.

****

RESUMEN

La presente invención hace referencia a un agente supresor de polvo que comprende un sistema polimérico acrílico, un derivado de lignina, un agente celulósico, poliacrilamida, un agente coalescente, un tensioactivo, un agente reológico, un reticulante, un aditivo y agua, caracterizado porque la poliacrilamida se encuentra entrecruzada con el derivado de lignina mediante un enlace covalente formado por el reticulante y el agente coalescente formando una película homogénea y flexible, que actúa iónicamente sobre el material particulado presente en una superficie generando coalescencia y aglomeración del mismo a través de la formación de una película superficial. El agente supresor de polvo se caracteriza por reducir el consumo de agua y mitigar emisiones de material particulado PM-10, PM-2.5 y PM-1 con propiedades de penetración, humectación y estabilización del terreno, que no genere superficies deslizantes y mejore la tracción de automotores.