

COMPOSICIONES Y MÉTODOS PARA REPELER LA BROCA DEL CAFÉ

REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica el beneficio de la solicitud provisional estadounidense n.º 62/078,080, presentada el 11 de noviembre de 2014, cuyos principios se incorporan de forma expresa mediante referencia.

DECLARACIÓN SOBRE DESARROLLO/INVESTIGACIÓN PATROCINADA DE

10 FORMA FEDERAL

No aplica.

ANTECEDENTES

1. Campo de la invención

15 La presente invención se refiere a productos, sistemas y métodos para controlar *Hypothenemus hampei* (broca del café, CBB, por sus siglas en inglés), la plaga más importante económicamente del café en todo el mundo. Más específicamente, esta invención se refiere a métodos y

20 sistemas para repeler la CBB, a efectos tanto de control de población como protección de cultivos a través del uso de semioquímicos volátiles con efectos potentes y variados de comportamiento. Esta formulación semioquímica puede utilizarse

en una amplia variedad de medios, que incluyen un repelente monolítico y una goma impregnada con repelente a utilizarse en áreas controladas, y una formulación líquida que puede tratarse para su aplicación por pulverización.

52. Antecedentes de la invención

Los productos químicos que existen en el ambiente que transmiten algún tipo de información, conocidos como semioquímicos, se utilizan de forma extensiva por los artrópodos para comunicarse entre ellos y pueden utilizarse
10 en estrategias de gestión de plagas.

La gestión directa de las plagas de insectos que utilizan semioquímicos para enfoques repelentes puede proporcionar una excelente eliminación de plagas de coleópteros claves en la
15 agricultura y forestación. Los proyectos de implementación a gran escala han producido reducciones significativas en el uso de pesticidas mientras mantienen bajos niveles aceptables de daño de cultivos.

20 La broca del café (CBB), *Hypothenemus hampei*, es la plaga del café más importante económicamente en todo el mundo, que produce un estimado de \$ 500 millones en pérdidas anualmente.

El escarabajo es nativo de Angola, sin embargo, extendió su alcance a lo largo de África a principios del siglo XX, y continúa haciéndolo desde entonces. Se considera que la mayoría de las invasiones suceden debido a la importación de semillas contaminadas, de forma coloquial, granos.

5 Independientemente del modo de invasión, la CBB ha extendido de forma eficaz su alcance a cada país principal productor de café en el mundo, tocando tierra firme en el estado estadounidense de Hawaii en 2010.

10 La industria cafetera tiene un valor económico mundial estimado de entre \$ 70 y \$ 90 mil millones anualmente. Los precios al por menor por libra de café pueden variar dramáticamente en función de la variedad de los parámetros del producto y el mercado del consumidor, por ejemplo, los

15 precios de café por libra dentro del mercado estadounidense oscilan entre \$ 2 - \$ 30, dependiendo del producto. Debido a estas variaciones en el precio, el impacto económico de las pérdidas por CBB en algunos cultivares es sustancialmente mayor que en otros. Cuando las densidades de CBB alcanzan

20 niveles muy altos, pueden provocar pérdidas de producción por encima de 35 % con 100 % de bayas infestadas al momento de la cosecha; pueden existir mayores pérdidas si se retrasa la

cosecha. Además de estas pérdidas directas, el daño por CBB puede devaluar los precios del café en un 30-40 %.

La CBB es tal fuerza destructora en la industria cafetera dado que la totalidad de la etapa de larva, y gran parte de la etapa de adulto, ocurre dentro de la baya de café. Los

5 machos nunca emergen de la baya, por lo tanto, la totalidad del ciclo de vida de una CBB macho desde su desarrollo hasta su apareamiento está limitada a la misma baya de café en la que eclosionó. Las CBB hembras, por el contrario, se mantienen dentro de la baya de café hasta el apareamiento.

10 Una vez apareadas, las CBB hembras atacan bayas de café inmaduras y maduras. La hembra atacante realiza un agujero en la baya de café y pone huevos entre las semillas a una tasa de 2 a 3 huevos por día durante un período de 20 días. Las larvas se alimentan de las semillas hasta que maduran y se

15 aparean, repitiendo el ciclo. Hay una relación de los sexos 10:1 a favor de las hembras; lo que permite la rápida proliferación a lo largo de una plantación de café. Además, dado que la mayor parte del ciclo de vida sucede dentro de las bayas, las estrategias de control, tanto químicas como no

20 químicas, están muy limitadas.

Dado que las CBB hembras son capaces de volar y su esperanza de vida permite largas duraciones de actividad (casi seis meses en las condiciones ambientales correctas), el daño a las bayas en desarrollo puede suceder durante todo el año. Se han informado tres tipos de daños debido a la CBB: 1) caída prematura de bayas jóvenes, 2) aumento de la vulnerabilidad a infecciones secundarias de bayas maduras infestadas, y 3)

5 reducción tanto en el rendimiento como en la calidad del café, lo que reduce la rentabilidad de la cosecha.

Históricamente, los productores de café han confiado en Endosulfán para el control de la CBB, pero a partir de abril 10 2011, se ha suprimido mundialmente. Endosulfán es un químico altamente tóxico que pone en gran riesgo la salud de las personas al actuar como un disruptor endocrino. También plantea una alta probabilidad de bioacumulación, lo que puede tener un impacto negativo en ecosistemas enteros que rodean

15 las plantaciones de café. Además, el ciclo de vida de la CBB la hace prácticamente inaccesible a la mayoría de las medidas de control. Los productores de café se encontraron en una posición extremadamente difícil en la cual deben combatir a la CBB con insecticidas que aún no han sido evaluados en su 20 eficacia contra la CBB ni se etiquetaron para uso en el café. La mayoría de los

insecticidas utilizados hasta la fecha se han demostrado ineficaces para el control de CBB.

Los productos de control de micoinsectidas que contienen las esporas del hongo *Beauveria bassiana*, tal como BOTANIGARD® ES (BioWorks, Victor, NY, EE. UU.) registrada en EPA, han demostrado la capacidad de reducir la tasa de oviposición y producción de larvas de la hembra y aumentar la mortalidad de la CBB. Sin embargo, el producto requiere dos aplicaciones independientes, una en la mitad y otra al final de la temporada, directamente sobre las bayas y la cubierta vegetal que las rodea, lo que aumenta los requisitos de planificación y logística. Además, el producto cuesta \$ 0.015 - \$ 0.022 por m² por aplicación, lo que hace la protección en general costosa.

De forma alternativa, los productores de café pueden utilizar diversos enfoques de higiene o control culturales para reducir las poblaciones de CBB en la plantación: retirar las bayas y recolectarlas antes y durante el desarrollo de la fruta, la cosecha contenida y la limpieza de la plantación luego de la cosecha.

Podar los árboles productores de fruta es una necesidad para mantener una operación de crecimiento eficaz y saludable. Existen

dos métodos de poda en la producción de café: 1) podar una o dos ramas verticales en el árbol cada año (el método Kona), o 2) podar todas las ramas verticales en el árbol en el mismo año cada tres a cinco años (el método Beaumont-Fukunaga). Sin embargo, antes de la poda, se deben retirar todas las bayas en el árbol para asegurar que no se caigan al suelo. Investigaciones han indicado que las bayas que no se retiraron antes de la poda pueden tener como

5 consecuencia hasta 0.00079 millones de CBB inmaduras y adultas por m^2 . Además, las CBB dentro de las bayas se mantuvieron activas desde el punto de vista reproductivo y continuaron a emerger hasta tres meses después de estar en el suelo. Para minimizar el riesgo de que las poblaciones existentes

10 continúen en la próxima temporada, todas las bayas retiradas antes de la poda deben enterrarse o quemarse.

El café tiene una temporada de fruto variable y prolongada, la floración depende de diversas condiciones ambientales, el
15 crecimiento de la baya es lento y no todas las bayas maduran de manera simultánea. Esto plantea un desafío constante para los productores de café que intentan interceptar las CBB hembras a medida que emergen de su baya de nacimiento y buscan una baya hospedadora nueva y sin habitar. Trampas,

20 tales como la BROCAP® (CIRAD, París, FR), pueden instalarse a una tasa de 0.00198 por m^2 y suspenderse desde el árbol de café a

1.5 m. Las trampas necesitan un señuelo compuesto por metanol y etanol mezclados en diversas proporciones. Las trampas con señuelos no garantizan la remoción de la CBB del campo, si bien se puede alcanzar una protección con una densidad de trampas suficiente. Muy a menudo, las trampas se utilizan como un esfuerzo para monitorear la presencia del escarabajo en el campo.

5

Durante la cosecha, el énfasis se pone en retirar todas las frutas maduras y que se cayeron. Las bolsas de cosechas se deben cerrar de forma hermética en la cosecha para evitar el escape y dispersión de la CBB. El proceso de las bayas a

10 semillas se debe realizar en estructuras cerradas o semicerradas para impedir el escape de las CBB y permitir su adecuada eliminación. Además, luego de la cosecha, las bayas secas y que se cayeron deben recolectarse del campo y enterrarse o quemarse tal como al comienzo de la temporada.

15

Pueden existir métodos alternativos y/o más eficaces para controlar la CBB. La CBB, al igual que la mayoría de los escarabajos, utiliza sistemas de señalización química para determinar muchos aspectos de su ciclo de vida,

20 semioquímicos, de fuentes naturales o artificiales, pueden utilizarse para influir en estas vías químicas. Una función

común de estos semioquímicos en las poblaciones de escarabajos es su capacidad de repeler al comunicar a los escarabajos que se aproximan que un hospedador particular está superpoblado y ya no es adecuado para colonización.

La CBB es un escarabajo de la corteza y miembro de la subfamilia Scolytidae. Esta subfamilia incluye el género de

5 los escarabajos, *Dendroctonus*, que son conocidas grandes plagas para las industrias de madera en el mundo y, como tales, poseen sistemas de comunicación semioquímica muy investigados y documentados. Un semioquímico, la verbenona, ha mostrado ser un fuerte repelente del género *Dendroctonus* y

10 puede ser un fuerte repelente de la totalidad de la subfamilia Scolytidae.

Estudios anteriores han mostrado que, en promedio, la CBB elige viajar por una vía que no contenga verbenona. En estos

15 experimentos, se utilizó un olfatómetro en Y para forzar a la CBB a viajar por una de las dos vías para dilucidar el impacto en la CBB, de haberlo, de semioquímicos específicos, que se conoce que influyen en el comportamiento de otros escarabajos de la corteza. Los resultados confirmaron que la

20 verbenona no es atractiva para la CBB y pueden posiblemente correlacionarse, aunque no está confirmado, con un efecto repelente. Sin embargo, el estudio no proporcionó ninguna información específica sobre la dosis ni el tipo de verbenona utilizada.

Lo que no se conocía anteriormente, y que ahora se descubrió, es que la exposición a (1S)-(-)-Verbenona (cas n.º 1196-01-

6), así como otros enantiómeros de verbenona, provoca que 5 tanto CBB machos como hembras desalojen la baya de café. La invención en la presente se refiere al uso de todas las fuentes posibles de verbenona, que incluyen fuentes sintéticas, fuentes naturales o cualquier extracto natural que contenga verbenona para repeler o de otro modo modificar 10 el comportamiento de *Hypothenemus hampei*, la broca del café. El presente descubrimiento se refiere específicamente a la cantidad de verbenona, incluso todos los enantiómeros de verbenona, que es necesaria para alcanzar dicha capacidad de repeler. Aplicaciones de 0.00025 -2.47104 g de verbenona (Ingrediente

15 Activo, A.I., por sus siglas en inglés) por m² serán suficiente para repeler la CBB de un campo cafetero, mediante el uso de emulsiones de cera o cualquier otra tecnología de aplicación de campo.

20 Se descubrió que la verbenona es un repelente eficaz de la CBB en una plantación de café. El efecto repelente se utilizará para impulsar la CBB fuera de una plantación infestada actualmente, al disminuir o posiblemente retirar la infestación dentro del área de aplicación. La tecnología descrita en la presente también puede utilizarse para repeler la CBB e impedir su establecimiento en plantaciones no infestadas o con baja infestación, tales como nuevas plantaciones, áreas controladas de forma agresiva o regiones 5geográficas en las cuales la CBB no ha ingresado.

Otro aspecto de la invención descrita actualmente es el uso de verbenona como una herramienta de accesibilidad. Al repeler la CBB de las bayas de café, la CBB se hace accesible

10 a los insecticidas en aerosol. Tal aumento en la accesibilidad conducirá a regímenes insecticidas más eficaces y a un uso más eficiente de dichos insecticidas.

Se considera que 1-2500 fuentes puntuales de verbenona por 15 acre proporcionarán una eficaz capacidad de repeler la CBB mediante el uso de monolítico u otra tecnología de aplicación de campo.

En función de las consideraciones que anteceden, la verbenona

20 actúa como un adecuado repelente de CBB cuando se formula con la Tecnología Especializada de Feromonas y Aplicación de Señuelos (SPLAT, por sus siglas en inglés) descrita en la patente estadounidense número 7,887,828, que se incorpora a la presente en su totalidad mediante referencia. Esta formulación para la broca del café de la presente invención (acuñada SPLAT Verb, y utilizada en la presente como tal) tiene un fuerte efecto repelente en la CBB adulta, a dosis bajas, económicamente viables; se produce comercialmente y en

5 grandes cantidad, está etiquetada como orgánica y registrada para "todas las cosechas", y es una molécula estable (una vez que está protegida de los rayos UV y anclada por SPLAT).

BREVE COMPENDIO

10 Una modalidad de la presente descripción se refiere a sistemas y métodos para controlar poblaciones de artrópodos en la etapa adulta. Los sistemas y métodos de la presente invención utilizan repelentes que son reactivos en un artrópodo en la etapa adulta.

15

Una modalidad de la presente invención se refiere a un sistema de repelente para controlar poblaciones de artrópodos. Los artrópodos se caracterizan por una etapa adulta afectada por semioquímicos. El sistema de esta

20 modalidad incluye un sustrato polimérico y un semioquímico. El semioquímico es reactivo en el artrópodo en etapa adulta y se mezcla en el sustrato polimérico. El semioquímico puede ser una feromona y puede ser específicamente una feromona de antiagregación que altere el comportamiento del artrópodo adulto.

El sustrato polimérico puede estar presente en numerosas configuraciones diferentes, que incluyen, de modo no
5 taxativo, microesferas, soluciones de látex, pegamentos termofusibles, resinas, láminas de plástico y emulsiones de cera. Las ceras que pueden utilizarse en la emulsión de cera incluyen, de modo no taxativo, cera de parafina, cera de carnaúba, cera de abeja, cera de candelilla, cera de frutas,
10 lanolina, cera shellac, cera de arrayán, cera de caña de azúcar, cera microcristalina, ozoquerita, ceresina, cera montana y combinaciones de estas. Los pegamentos termofusibles incluyen, de modo no taxativo, pegamentos que incluyen etilenvinilacetato, polietileno, polipropileno, una
15 poliamida o un poliéster. Una emulsión de cera puede estar elaborada de hasta 30 % de cera de parafina, 4 % de aceite de soya, 2 % de Span 60, 1 % de vitamina E y agua destilada. Otra

emulsión de cera prevista en la presente invención incluye 45 % de cera microcristalina, 6 % de aceite de soya, 20 3 % de Span 60, 1 % de vitamina E y agua destilada.

El semioquímico puede estar disuelto en el sustrato polimérico, incluso en las emulsiones de cera. Tal como se describió anteriormente, el semioquímico puede ser una feromona o, más específicamente, puede ser una feromona de antiagregación. Una feromona de antiagregación particular que puede utilizarse es verbenona. Cuando se utiliza verbenona, esta puede estar presente en el sistema en un intervalo entre 5 alrededor de 0.001 % en peso a alrededor de 60.0 % en peso. Más particularmente, la verbenona puede estar presente en el sistema en una cantidad de alrededor de 10 % en peso.

Si bien el sistema puede utilizarse para controlar la 10 población de una amplia variedad de artrópodos, esta modalidad también es adecuada para controlar poblaciones de insectos y, más particularmente, poblaciones de coleópteros. El sistema puede estar en forma de fluido favorable para el uso en un equipo de pulverización aérea convencional. El 15 sistema puede estar preparado de manera de liberar el semioquímico durante un largo período de tiempo, por ejemplo, en un período de 2-6 meses.

Otra modalidad de la presente descripción se refiere a un
20 método para aumentar la accesibilidad a medidas de control de una
población de artrópodos en una región. El artrópodo se
caracteriza por tener una etapa adulta afectada por
semioquímicos. En este método, se administra un sistema a una
región. Tal como se usa en la presente, la región incluye no
solamente el huerto o la plantación, sino también las capas
externas de los árboles individuales, la cubierta vegetal que
la rodean, jardines y plantas individuales. El sistema
administrado a la región es del tipo descrito anteriormente,
5 es decir, el sistema está elaborado a partir de un sustrato
polimérico y un semioquímico. El semioquímico es reactivo en
la etapa adulta del artrópodo y se mezcla en el sustrato
polimérico.

10 El sistema puede administrarse mediante un equipo de
pulverización aérea. Además, el sistema puede administrarse
mediante un equipo de pulverización aérea convencional montado
en un helicóptero o aeronave de ala fija. El sistema también
puede administrarse mediante métodos de base
15 terrestre. Por ejemplo, el sistema puede administrarse mediante
sistemas de pulverización de base terrestre o al dispersar el
sistema mediante "bolas de pintura".

El método permite el efecto novedoso de interferir con el
20 comportamiento del artrópodo en la etapa adulta. Como tal, el
método controla la población del artrópodo mediante la
interacción con la etapa adulta del artrópodo, lo que provoca
que se hagan más accesibles a las medidas de control que
incluyen, de modo no taxativo, insecticidas. Por consiguiente,
el sistema puede administrarse durante la etapa inmadura del
artrópodo y, al estar en forma de una sustancia resistente a
la lluvia de liberación controlada, el sistema se mantiene
presente hasta alcanzar la etapa adulta del

5 artrópodo. Por ejemplo, en el caso de controlar las poblaciones
de CBB, el sistema puede administrarse antes de la formación
de la baya de café y el sistema puede mantenerse dentro de la
región durante al menos seis meses, por lo tanto, está presente
durante la totalidad del ciclo de vida

10 de la CBB y está presente para interferir con la etapa adulta de
la CBB. Por consiguiente, el semioquímico puede repeler
cualquier CBB en etapa adulta que esté presente, retirando de
ese modo la CBB de la baya y aumentando la accesibilidad a la
CBB para mejor implementación de las medidas de control.

15

Tal como se describió anteriormente, el semioquímico puede ser
una feromona o, más particularmente, puede ser una feromona de

antiagregación. Una feromona prevista para usarse en el método es verbenona. Una modalidad particular del

20 método incluye administrar el sistema a la región de modo que se administren 10 gramos de verbenona a cada hectárea, o subparcela, de la región.

Otra modalidad de la presente descripción se refiere a un método de preparación de un sistema dispersable para uso en el control de la población de artrópodos. Las etapas de este método incluyen proporcionar un sustrato polimérico y agregar un semioquímico al sustrato polimérico. El semioquímico es 5 reactivo en un artrópodo en etapa adulta. Además, el semioquímico puede ser una feromona. En particular, la feromona puede ser una feromona de antiagregación. Una feromona particular que puede utilizarse es verbenona. El sustrato polimérico puede ser una emulsión de cera. En la

10 presente modalidad, la emulsión de cera puede formarse al fundir una cera, agregar un aceite, emulsionante, conservante y agua calentada por encima de la temperatura de fundición de la cera para que la cera fundida forme una emulsión de cera, y enfriar la emulsión de cera. Si bien se contemplan varias

15 ceras, estas pueden incluir, de modo no taxativo, cera de parafina y cera microcristalina. De forma adicional, el aceite puede

ser aceite de soya, el emulsionante puede ser Span 60 y el conservante puede ser vitamina E.

20 Una modalidad de la presente descripción se refiere a métodos para desalojar a la broca del café de una baya de café. El método incluye administrar un sistema en la baya de café o cerca de esta, donde el sistema consiste en un sustrato de cera o polimérico y un semioquímico capaz de afectar la broca del café mezclado en el sustrato. El sustrato puede ser una emulsión de cera, microesferas, una solución de látex, un pegamento termofusible, una resina o láminas de plástico. El semioquímico puede ser una feromona o, más particularmente, puede ser una feromona de antiagregación. En particular, la feromona de antiagregación puede ser verbenona, salicilato de metilo, un extracto e infusión del orden botánico Alismatales, Apiales, Arecales, Asparagales, Asterales, Brassicales, Canellales, Caryophyllales, Cycadales, 5 Dipsacales, Ericales, Fabales, Gentianales, Lamiales, 10 Laurales, Magnoliales, Malpighiales, Malvales, Myrtales, Pinales, Poales, Ranunculales, Rosales, Sapindales, Solanales, Theales o Zingiberales, o combinaciones de cualquiera de estos.

Cuando la feromona de antiagregación es verbenona, esta puede ser (-) Verbenona, (S) Verbenona, Levobernona, L-Verbenona y sus respectivos isómeros: (+) Verbenona, (R) Verbenona, D-Verbenona o cualquier Verbenona que contenga isótopos de ²Hidrógeno (deuterio) y carbono (¹³carbono) en cualquier posición en su estructura. La verbenona puede estar presente en el sistema en un intervalo entre alrededor de 0.001 % en peso a alrededor de 60.0 % en peso. En determinadas modalidades, la verbenona está presente en el sistema en una cantidad de alrededor de 10 % en peso.

El sistema puede administrarse tanto mediante un equipo de pulverización aérea montado en un helicóptero o aeronave de ala fija o mediante un sistema de pulverización de base terrestre, y puede administrarse de modo que se administre 110 000 g del semioquímico por hectárea en cada hectárea que contenga bayas de café. En determinadas modalidades, se administran 4400 g del semioquímico por hectárea en cada 10 hectárea que contenga bayas de café.

Otra modalidad de la presente descripción se refiere a métodos para repeler artrópodos en una región. El método incorpora administrar un sistema a la región, donde el

15 sistema tiene un sustrato de cera o polimérico y una feromona de antiagregación mezclada en el sustrato. El sustrato puede ser una emulsión de cera, microesferas, una solución de látex, un pegamento termofusible, una resina o láminas de plástico. La feromona de antiagregación puede ser verbenona,

20 salicilato de metilo, un extracto e infusión del orden botánico Alismatales, Apiales, Arecales, Asparagales, Asterales, Brassicales, Canellales, Caryophyllales, Cycadales, Dipsacales, Ericales, Fabales, Gentianales, Lamiales, Laurales, Magnoliales, Malpighiales, Malvales, Myrtales, Pinales, Poales, Ranunculales, Rosales, Sapindales, Solanales, Theales o Zingiberales, o combinaciones de cualquiera de estos.

5 El método puede utilizarse para repeler insectos y, más particularmente, coleópteros. De hecho, se prevee que el método pueda utilizarse para repeler coleópteros del género: *Dendroctonus* spp., *Rhynchophorus* spp., *Hypothenemus* spp., y *Xylosandrus* spp. Se prevee que el método funcione en

10 particular para repeler la broca del café.

Aun otra modalidad de la presente descripción se refiere a sistemas para repeler la broca del café. El sistema incluye un sustrato de cera o polimérico y una feromona de

15 antiagregación mezclada en el sustrato. El sustrato puede ser una emulsión de cera, microesferas, una solución de látex, un pegamento termofusible, una resina o láminas de plástico. La feromona de antiagregación puede ser verbenona, salicilato de metilo, un extracto e infusión del orden botánico

20 Alismatales, Apiales, Arecales, Asparagales, Asterales, Brassicales, Canellales, Caryophyllales, Cycadales, Dipsacales, Ericales, Fabales, Gentianales, Lamiales, Laurales, Magnoliales, Malpighiales, Malvales, Myrtales, Pinales, Poales, Ranunculales, Rosales, Sapindales, Solanales, Theales o Zingiberales, o cualquier combinación de estos.

El sistema puede incluir además una sustancia tóxica para
 5 insectos. El sustrato puede ser una emulsión de cera formada al fundir una cera y agregarle a la cera fundida un aceite, un emulsionante, un conservante y agua calentada por encima del punto de fundición de la cera para formar la emulsión de cera. Luego se enfría la emulsión de cera. En una modalidad
 10 particular, el sistema tiene la fórmula que se muestra en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1:

15	agua	5 % - 60 % en peso;
	vaselina	2 % - 20 % en peso;
	aceite de soya	5 % - 80 % en peso;
20	monoestearato de sorbitán	0.1 % - 10 % en peso; sílice
	pirogenada	0.5 % - 10 % en peso;
	cera	1 % - 50 % en peso;
	carbón activado	0.1 % - 5 % en peso verbenona
		1 % - 60 % en peso; y
	salicilato de metilo	1 % - 60 % en peso.

De forma alternativa, la emulsión de cera puede elaborarse a partir de un portador de cera seleccionado de cera de parafina, cera de carnaúba, cera de abeja, cera de candelilla, cera de frutas, lanolina, cera shellac, cera de arrayán, cera de caña de azúcar, cera microcristalina, 5ozoquerita, ceresina, cera montana o combinaciones de estas. Una modalidad particular tiene una emulsión de cera con los componentes enumerados en la Tabla 2.

Tabla 2:

10	30 % en peso de cera de parafina;
	4 % en peso de aceite de soya; 2 % en peso
	de monoestearato de sorbitán;
	1 % en peso de vitamina E; y

58 % en peso de agua destilada.

15 El sistema de la reivindicación 3, donde la emulsión de cera comprende:

45 % en peso de cera microcristalina;

6 % en peso de aceite de soya;

3 % en peso de monoestearato de sorbitán;

20 1 % en peso de vitamina E; y

40 % en peso de agua destilada.

El sustrato puede, de forma alternativa, ser un pegamento termofusible, en particular, puede ser un polímero seleccionado de etilenvinilacetato, polietileno, polipropileno, un poliamida o un poliéster.

Las formulaciones descritas anteriormente pueden incluir
5 además agua, donde el portador de cera se encuentra en una suspensión de fluido del agua. La suspensión de fluido puede ser una emulsión. Las formulaciones pueden incluir además uno o más aditivos seleccionados de lípidos, emulsionantes, plastificantes, bloqueados de UV y absorbentes,
10 antimicrobianos, antioxidantes e inhibidores de volatilidad. Estos aditivos, de encontrarse presentes, pueden estar en una cantidad de alrededor de 0.001 % a alrededor

de 20 % en peso. Los emulsionantes pueden ser lípidos, aceite de soya, lecitinas, lecitinas modificadas, monoglicéridos, diglicéridos, sorbitanos, ácidos grasos o combinaciones de estos. La emulsión puede pulverizarse, rociarse o esparcirse.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Estos y otros elementos y ventajas de las diversas modalidades descritas en la presente se comprenderán mejor con respecto a la siguiente descripción y dibujos, en los cuales los numerales similares se refieren a partes similares a lo largo de esta, y en los cuales:

la Figura 1 es un gráfico que muestra la infestación de bayas de café entre grupos de control y aquellas que se tratan con una composición tal como se describió en la presente; y

5

la Figura 2 es un gráfico que muestra la infestación de bayas de café tal como se describió en la Figura 1 durante un período de tiempo.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se pretende que la descripción detallada que se indica a continuación constituya una descripción de la modalidad

preferida actualmente de la invención, y no se pretende que represente la única forma en la que se puede construir o
15 utilizar la presente invención. La descripción establece las funciones y secuencias de las etapas para construir y hacer funcionar la invención. Sin embargo, debe comprenderse que las mismas funciones y secuencias, o equivalentes de estas, pueden llevarse a cabo mediante diferentes modalidades y
20 también se pretende que estén abarcadas en el alcance de la invención.

Las formulaciones de semioquímicos deben presentar una tasa de liberación de orden cero y mantener los niveles de liberación por encima de un determinado umbral durante un largo período de tiempo, donde los niveles de liberación por debajo del umbral tendrían únicamente un efecto disruptivo insignificante en el comportamiento del insecto objetivo. Con
5 algunas excepciones, cuando se formula con menos de 10 % de ingrediente activo (AI), la Tecnología Especializada de Feromonas y Aplicación de Señuelos (SPLAT) proporciona de forma sistemática prácticamente una tasa de liberación de orden cero del semioquímico, con una evaporación
10 insignificante alrededor del momento de aplicación.

El desarrollo e investigación inicial que culminó en la tecnología SPLAT existente se llevó a cabo mediante el uso como insecto modelo de la *Grapholita molesta*, la polilla

15 oriental de la fruta (OFM, por sus siglas en inglés), una plaga grave de las manzanas en todo el mundo. Cuando se formuló con menos de 10 % de la feromona de OFM, la SPLAT proporcionó de forma sistemática prácticamente una tasa de liberación de orden cero con evaporación insignificante. Los

20 ensayos de campo en grandes operaciones comerciales de manzanas en América del Sur indicaron que las formulaciones de SPLAT que contenían 0.00371 g de feromona por m² mantenían una detención de la trampa prácticamente completa en 180 días, lo que en realidad se tradujo en una reducción significativa del daño a la fruta por parte de la OFM, en comparación con lo que se descubrió en el control químico tradicional del agricultor. El análisis de la SPLAT

"envejecida" indicó que había diferentes niveles de feromonas 5 que se mantenían en la fuente puntual de SPLAT al término del período de prueba de 180 días y se relacionó con la posición de la porción en la cubierta (que reciben más o menos incidencia solar), así como también el tamaño real de la porción analizada: la feromona en microporciones fue

10 indetectable, mientras que porciones de 1 g aún contenían 5-10 %, y porciones de 5 a 10 g mantuvieron entre 10 y 25 % de AI.

En el caso de la CBB, la presente descripción prevee una
 15 formulación repelente a base de feromona y SPLAT que proporciona
 una capacidad de repeler a largo término aceptable mientras
 minimiza todo posible impacto dañino. La aplicación de la SPLAT
 y verbenona puede suceder en el inicio de la formación de la
 baya de café y al mantenerse en su
 20 lugar la emisión de feromona repelerá los adultos existentes y
 emergentes para el daño adicional de las bayas de café en
 desarrollo.

Esta formulación novedosa, una formulación de verbenona y SPLAT
 que repele, puede aplicarse mediante el uso de aparatos de
 aplicación defensiva convencionales, durará 6 meses o más en el
 campo, libera prácticamente toda la feromona que contiene, y es
 biodegradable y segura.

5

Esta formulación le proporciona a los productores de café un
 sistema funcional y ahorros sustanciales. El costo de SPLAT
 con 0.002471 g de verbenona/m² será alrededor de \$ 0.00741
 dólares por m², lo que representa un ahorro de \$ 0.00741 -
 0.01483 por m²,
 10 considerando únicamente el costo de BOTANIGARD®ES. Ahora, si esta
 formulación también sustituye los dos tratamientos habituales

de BOTANIGARD®ES a un costo de \$ 0.01483 - 0.02224/ m², entonces los ahorros serán de \$ 0.01483 - 0.02965/ m².

15 Nuestro cálculo de ahorros es muy conservador. No toma en consideración los ahorros adicionales realizados debido a la simplificación de la operación de control de CBB cultural actual, una formulación con dicha vida prolongada que permite una única aplicación para la totalidad del ciclo de la CBB.

20 Se lograrán más ahorros mediante la eliminación de situaciones de crisis y sus costos asociados. Además, consideramos que sobrestimamos el costo de fabricación de la SPLAT. Es probablemente alto dado que se basa en el precio que pagamos actualmente a nuestros proveedores, lo que no refleja los descuentos disponibles de proveedores comerciales cuando adquirimos las materias primas en grandes cantidades. Además, la eficiencia de la línea de producción aumenta con grandes volúmenes, lo que hace que se necesiten *menos* horas

5 de trabajadores por volumen de la SPLAT producida. Estos ahorros adicionales no se tomaron en cuenta.

Dada su acción repelente, la SPLAT y verbenona pueden proporcionar protección de población no solo en áreas de

10 poblaciones existentes, sino también en áreas sin densidad de población o con densidades bajas, tal como plantaciones

recientemente establecidas, lo que proporciona un enorme beneficio a la industria cafetera y población en general.

15 Se considera que la formulación de verbenona ideal debe aplicarse mediante el uso de un equipo de pulverización aérea convencional, tener una duración de al menos dos a seis meses, adherirse a la vegetación donde se posa, rápidamente adquirir cualidades resistentes a la lluvia, proteger la

20 feromona de la degradación, trabajar de forma sinérgica con adulticidas de modo que se puedan controlar las poblaciones de CBB tanto en bajas como en altas densidades, ser biodegradable, de ser posible orgánica, no dañar propiedad privada, y, finalmente, la formulación debe ser de bajo costo para que adoptarla no sea únicamente viable técnicamente sino también económicamente.

Se espera que la presente invención cumpla con todos los
5 factores convenientes al proporcionar una solución óptima de semioquímicos para el control eficaz de la CBB independientemente de la densidad de la población. El objetivo general de la presente invención es proporcionar un control eficaz del campo durante la temporada de las

10 poblaciones de CBB mediante el uso de un sistema de emulsión de
cera con capacidad de flujo (SPLAT) que suministre la verbenona
con feromona de antiagregación. Se formuló la SPLAT y verbenona
mediante el uso de emulsiones de cera con capacidad de flujo
de diferentes características para
15 determinar, en el laboratorio, la tasa de emisión y estabilidad
de la feromona. Dos de las formulaciones optimizadas se
presentaron a ensayos de campo y de
laboratorio, a los que se agregó una alta presión de CBB.
Las muestras de las formulaciones de SPLAT envejecidas en el
20 campo se cuantificaron de forma analítica para determinar la
estabilidad residual y la eficacia de los componentes de la
feromona.

Algunos de los objetivos de la invención incluyen: 1) una
formulación con una duración de seis meses mientras se
protege de la degradación cuando se administra la verbenona;
2) una formulación que funciona de forma sinérgica con
agentes destructores; 3) una formulación de SPLAT que
5 funcione con un equipo de pulverización aérea convencional, se
adhiera a la vegetación y rápidamente se vuelva resistente a
la lluvia; y 4) una formulación que controle las poblaciones
de CBB tanto en bajas como en altas densidades.
Sin embargo, se contempla que en algunas modalidades de la

10 invención se logren únicamente algunos, o incluso ninguno, de los objetivos.

No hay formulaciones de verbenona en el mercado hoy en día que tengan una gran longevidad y que puedan aplicarse
15 mediante el uso de un equipo de pulverización aérea convencional. La presente invención es una solución óptima de semioquímicos para el control eficaz de la CBB independientemente de la densidad de la población. La presente invención es eficaz en el control del campo durante

20 la temporada de las poblaciones de CBB mediante el uso de un sistema de emulsión de cera con capacidad de flujo (SPLAT) que suministre la verbenona con feromona de antiagregación. Se midió cada tasa de liberación de verbenona de la SPLAT,
10 % de feromonas en la composición de SPLAT, aplicada en el campo como fuentes puntuales en tres tamaños, 1 g, 7 g y 17 g. Las formulaciones de SPLAT se mantuvieron y continuaron a emitir feromona durante 120 días, donde las formulaciones aun mantuvieron 30 % - 80 % de su feromona (en función del tamaño
5 de la fuente puntual y la dosis). Esto sugiere que estas formulaciones probablemente duren otros 30 a 60 días en el campo (en función del tamaño de la fuente puntual y la dosis). Esto indica que, si la formulación se pulveriza en el campo al momento del desarrollo de la baya del café, esta

10 durará hasta la cosecha. Esto permite, por primera vez, que una formulación pueda pulverizarse para controlar la CBB a través de la emisión de tasas eficaces de feromona durante la vida adulta.

15 Al dirigirse a la CBB con una formulación orgánica, segura y eficaz, los organismos no objetivo se verán mínimamente afectados por cualquier uso extra de insecticidas, por lo tanto la diversidad de especies de insectos se conservará donde se utilice la formulación semioquímica. Esto, al mismo
20 tiempo, conservará los animales vertebrados que dependan de los insectos para su alimentación.

En una modalidad de SPLAT y verbenona, la feromona dura toda la temporada, pero únicamente durante la temporada de producción de la baya de café, no más, para evitar problemas residuales no deseados y la exposición a especies no objetivo. Los sistemas y métodos de la presente invención pueden utilizarse para una gran cantidad de otras plagas y
5 especies invasivas (por ejemplo, el escarabajo de pino de la montaña, el escarabajo del pino del sur, el escarabajo del pino del oeste y otros).

El estudio implicó la aplicación de aproximadamente 0.2 g de

10 SPLAT Verb en una placa de Petri de aproximadamente 6 pulgadas.

(SPLAT Verb está cargada con 10 % de verbenona en peso.) Esta área correspondería a .0000045ac de tierra; por

lo tanto, la tasa de aplicación de campo sería aproximadamente 0.01087 kg de SPLAT Verb (1.0873 g de verbenona) por

15 m². Las bayas de café, comúnmente utilizadas para criar la CBB, se colocaron en la placa de Petri. Se introdujo 0.2 g de SPLAT Verb en la placa de Petri sellada. Luego, se midieron las veces que la CBB desalojó o salió de la baya. La cantidad desalojada es una suma del total desalojado en ese punto en

20 el tiempo. Los datos (tal como se muestran en la Tabla 3) verifican que la CBB salió de su hospedador preferido y, después de desalojar, mantuvo altos niveles de actividad sin volver a ingresar en las bayas. Estos datos sirven como una primera confirmación de la actividad repelente de la verbenona.

Tabla 3:

	Cantidad	Nivel de
5	desalojada	actividad fuera
Tiempo		de la baya
	2	
4 min 51 s	3	Alta
7 min 17 s	4	Alta
15 min 32 s	6	Alta
10	6	Alta
19 min 25 s	7	Alta
22 min 21 s	8	Alta
28 min 38 s	9	Alta
32 min 32 s		Alta
15		
Total en 37 min	9	Alta

El alcohol es un fuerte atrayente de la CBB. Más estudios de la SPLAT Verb muestran (tal como se puede observar en las 20 Figuras 1 y 2) que la adición de la verbenona reduce el nivel de atracción de la CBB incluso con las trampas con alcohol a niveles por debajo del control (trampa sin atrayente o cualquier otro semioquímico).

La formulación de liberación de feromona de verbenona y SPLAT, una emulsión con capacidad de fluir, amorfa y novedosa puede aplicarse como fuentes puntuales de microlitros hasta porciones de decenas de gramos. Las formulaciones

5 dispensadoras de cera de SPLAT de la presente invención pertenecen a una categoría "monolítica" o "tipo matriz" de los dispositivos de liberación controlada. Estos dispensadores "monolíticos" o "tipo matriz" se definen como dispositivos donde el ingrediente activo se dispersa o

10 disuelve en una matriz polimérica. La liberación del ingrediente activo de un dispositivo monolítico sucede mediante difusión y puede describirse microscópicamente mediante la ley de Fick. La ley de Fick establece que el movimiento de una molécula mediante difusión es directamente

15 proporcional a la concentración de esa molécula en un sistema. Microscópicamente, si se sigue el movimiento de una molécula de un agente activo a través de una matriz, esta molécula comienza su trayectoria en una de dos maneras: si se dispersa en la matriz, comienza su trayectoria mediante la

20 disociación de otras moléculas en su célula cristalina y la solubilización en la fase polimérica. Si se disuelve en la matriz, entonces se evita esta etapa. Luego, la molécula se disemina a través de regiones amorfas en la matriz que comprenden el volumen libre del sistema. La molécula también puede moverse a través de la matriz en una de dos maneras. Si es muy pequeña en comparación con el tamaño de los espacios amorfos en la matriz, entonces se diseminará a través de la matriz al moverse de un espacio a otro; si es muy larga en

5 comparación con el tamaño de esos espacios, entonces los
segmentos del polímero que comprenden la matriz deberán volver
a disponerse para que suceda la diseminación de la molécula de
agente activo. Las regiones cristalinas en la matriz son
prácticamente impermeables a las moléculas del
10 agente activo. Tras alcanzar la superficie de la matriz, se
liberará en el ambiente.

Una serie de factores influye en la tasa de liberación de un
agente activo desde un dispositivo monolítico e incluye
15 propiedades del material de la matriz así como las propiedades
del agente activo. La temperatura de la matriz influye en la
liberación del agente activo; a temperaturas mayores, el
volumen libre se aumenta, y la diseminación sucede más
rápidamente. A menores temperaturas, el volumen
20 libre se disminuye, y la diseminación es más lenta. La historia
térmica de un polímero también puede aumentar o disminuir el
volumen libre del sistema y conducir a cambios en la tasa de
diseminación de un agente activo.

La propiedad del agente activo con mayor influencia en su tasa
de liberación es su peso molecular. En general, las moléculas
más grandes demoran más para dirigirse a través del espacio
libre de una matriz. La ramificación en una molécula

5 también puede disminuir su tasa de diseminación a través de una matriz. El coeficiente de partición del agente activo entre la matriz y el ambiente también puede influir en la tasa de liberación de ese agente. Si el agente se divide fácilmente en el ambiente, entonces su tasa de liberación

10 será de diseminación controlada y de primer orden. Sin embargo, si la partición del agente activo en el ambiente está relativamente almacenada, entonces su coeficiente de partición determinará su tasa de liberación de la matriz y el dispositivo presentará cinética de liberación de orden cero.

15 La partición del agente activo en el ambiente es una función de la solubilidad del agente activo en la matriz; los compuestos más solubles en la matriz se dividen en el ambiente más lentamente. Las emulsiones de parafina SPLAT en un ambiente de campo presentan una liberación de diseminación

20 controlada. El área de superficie del dispositivo también influye en su tasa de liberación. Los dispensadores de parafina con mayores áreas de superficie liberan agente activo a tasas más rápidas.

La tasa de liberación de una formulación SPLAT que contiene una cantidad fija de un semioquímico puede modularse simplemente al cambiar algunos de los parámetros de la formulación, que incluyen el tipo de componentes utilizados

5 (por ejemplo, la composición de cera, los emulsionantes utilizados), su proporción en la formulación (por ejemplo, el porcentaje de contenido de agua, aceite o cera), la etapa de fabricación de los diferentes componentes en la que se agregan, la reología y finalmente las características de

10 aplicación de la SPLAT en el campo (por ejemplo, aplicada como microporciones de 1-10 ug cada una o grandes porciones de 10 g cada una).

El resultado es una formulación semioquímica que es

15 extremadamente maleable y que se ajusta a muchas necesidades y usos que no pueden respaldarse por cualquier otra formulación comercial disponible en el mercado.

Se elaboró una emulsión de de 30 % de cera de parafina que

20 consistió de 30 % de cera de parafina (Gulf Wax, Royal Oak Sales, Inc., Roswell, Ga.), 4 % de aceite de soya (Spectrum Naturals, Inc., Petaluma, Calif.), 2% de Span 60 (monoestearato de sorbitán, Sigma-Aldrich Co., San Luis, Mo.), 1 % de vitamina E (α -tocoferol, Sigma Chemical Co., San Luis, Mo.) y 58 % de agua destilada. También se elaboró una emulsión de 45 % de cera microcristalina que consistió en 45 % de cera microcristalina (Blended Waxes, Inc., Oshkosh,

Wis.), 6 % de aceite de soya, 3 % de Span 60, 1 % de vitamina 5E y 40 % de agua destilada.

La cera se funde (parafina: 60 - 65 °C; microcristalina: 78 - 80 °C); y agua calentada por encima de la temperatura de fundición de la cera (emulsión de parafina: 65 - 70 °C; 10 emulsión microcristalina: 78 - 88 ° C). El aceite de soya, Span 60 y vitamina E se agregan a la cera fundida y se mezclan cuidadosamente, luego se agrega el agua caliente. Luego, esta mezcla se vierte en una mezcladora industrial de laboratorio. La emulsión se mezcla inmediatamente, luego se 15 coloca en un baño de agua fría y se mezcla cada 15 minutos hasta que la solución se haya enfriado a 25 - 30 °C, momento en el que se coloca en una cubeta de plástico y se almacena hasta su uso.

20 Justo antes de su uso, se mezclan cuidadosamente 0.03 % (3 g), 1.0 % (10 g) y 3.0 % (30 g) en peso de la emulsión de verbenona racémica en la emulsión mediante el uso de un mezclador de laboratorio de alta velocidad.

Estudios preliminares con formulaciones genéricas de SPLAT que contenían 3 % de verbenona racémica mediante el uso de celdas de flujo indican que liberan feromona a un nivel muy constante durante largos períodos. Para mostrar la liberación

5 de semioquímicos de AI en SPLAT, se recogió el efluvio de 5 g de
SPLAT GM 3 %, que contenía 150 mg de disparelure (AI) y se
descubrió que liberaba disparelure a una tasa de 44.06 ± 13.08
ug/día durante aproximadamente 170 días. Como comparación, 5 g
de Disrupt II (una formulación de la técnica
10 previa) que contiene 894 mg de disparelure, emite 51.45 ± 2.33
ug/día. Es importante percatarse de que, si bien ambas cámaras
de flujo tenían 5 gramos de formulación, Disrupt II en realidad
tenía seis veces más feromona que SPLAT mientras liberaba
únicamente 15 % más feromona que SPLAT, una
15 diferencia que probablemente no tenga efecto biológico que
mencionar. Estos resultados sugieren que la SPLAT es una
formulación mucho más eficiente que las que se conocen en la
técnica previa; en realidad, seis veces más eficiente. Como
tal, debería ser necesario aplicar seis veces menos de AI al
20 utilizar SPLAT que si se utilizaran las formulaciones de la
técnica previa. En general, el componente más caro de una
formulación de disrupción de apareamiento es el ingrediente
activo. Por consiguiente, se considera que la SPLAT es
sustancialmente más económica que las formulaciones de la
técnica previa.

Con SPLAT, se puede cambiar la consistencia de la emulsión al cambiar la proporción de los componentes o al cambiar la reología de la mezcla de los componentes. La palabra "reología" normalmente se refiere al flujo y deformación de los materiales "no clásicos", tales como goma, plásticos fundidos, soluciones de polímeros, suspensiones y pastas, fluidos electrorreológicos, sangre, músculo, compuestos, suelos y pinturas. Estos materiales pueden presentar estructuras internas y externas variadas y llamativas debido a sus propiedades reológicas que la mecánica y elasticidad de los fluidos clásicos no pueden describir. La experiencia es que la fórmula SPLAT con una emulsión de 45 % de cera microcristalina (45 % de cera microcristalina, 6 % de aceite de soya, 3 % de Span 60, 1 % de vitamina E y 40 % de agua destilada) puede aplicarse de forma mecánica y se adhiere rápidamente a la vegetación y, siempre que posea un par de horas para asentarse, se convierte en resistente a la lluvia.

20

La Tecnología Especializada de Feromonas y Aplicación de Señuelos (SPLAT) es una formulación de matriz base de materiales biológicamente inertes utilizada para controlar la liberación de semioquímicos y/u olores con o sin pesticidas. Exhaustivas investigaciones sobre el uso de SPLAT de una variedad de señuelos demuestra que esta matriz emite

semioquímicos a niveles eficaces de supresión de plaga durante un intervalo de tiempo que oscila de 2-16 semanas.

5 Con una amplia variedad de viscosidades y método de aplicación (por ejemplo, aplicadores de pulverización, aplicadores de pulverización aérea, tubos de tipo pistola para calafateo, etc.), SPLAT aumenta la productividad al mecanizar la aplicación de los puntos de dispensación de

10 feromona. La calidad amorfa y capacidad de fluir de este producto altamente adaptable permite una fácil transición de aplicaciones manuales a pequeña escala a aplicaciones mecánicas a gran escala.

15 La descripción que antecede se presenta a modo de ejemplo y no de modo taxativo. Dada la descripción que antecede, un experto en la técnica podría idear variaciones que se encuentren dentro del alcance y espíritu de la invención descrita en la presente, lo que incluye diversas maneras de

20 administrar la verbenona. Además, las diversas características de las modalidades descritas en la presente pueden utilizarse solas o en diversas combinaciones entre sí, y no se pretende que estén limitadas a la combinación específica descrita en la presente. Por lo tanto, el alcance

de las reivindicaciones no estará limitado por las modalidades ilustradas.