

MÉTODO DE LIBERACIÓN PARA DISTRIBUCIÓN DE INSECTOS

CAMPO Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En algunas formas de realización, la presente invención se refiere a un método y a un aparato para la distribución artificial de insectos y, más particularmente, pero no de manera exclusiva, a la distribución de insectos como
5 parte de programas de control de enfermedades, programas de control de vectores, programas de polinización y similares.

Actualmente hay extensas regiones en el Continente Americano, África y Asia que padecen enfermedades transmitidas por insectos, en particular los
10 mosquitos. Las enfermedades incluyen en particular el dengue, la chikungunya y el paludismo, que son enfermedades infecciosas transmitidas y propagadas por la picadura de mosquitos hembra.

Ha habido muchos intentos para obtener un medio seguro y eficaz para controlar las enfermedades transmitidas por vectores, específicamente el
15 dengue y el paludismo, en regiones extensas, incluidas las zonas urbanas, controlando la población de mosquitos. Un método es liberar machos estériles. Los machos estériles se aparean con las hembras en lugar de los machos fértiles y de esta manera impiden la reproducción.

Un problema con estos intentos ha sido la distribución efectiva de los
20 machos estériles. No es posible liberar a los insectos desde aviones, como se hace con los productos químicos y la fumigación de cultivos, porque la velocidad del aire y la cortante del viento involucrado generalmente mata a los insectos. Esto es particularmente cierto en el caso de los mosquitos que son relativamente frágiles. Por otra parte, la distribución terrestre es muy laboriosa y es muy difícil
25 y costoso lograr una distribución razonable de los machos en todos los lugares

donde se congregan los mosquitos. Un método que se utiliza implica la liberación lenta de machos estériles desde una jaula desde un vehículo que se mueve lentamente. Sin embargo, esto limita la liberación a áreas que tienen acceso para vehículos, y la distribución de mosquitos no tiene muy en cuenta el acceso
5 a vehículos. Otra dificultad es que la liberación se limita a unas pocas horas al día cuando los mosquitos están activos. Tratar de liberar mosquitos en otras ocasiones es ineficaz.

Además, cuando se liberan mosquitos de jaulas abiertas, es difícil controlar y cambiar la densidad a la que se liberan los mosquitos con respecto
10 al nivel de riesgo por área dada.

La bibliografía describe la necesidad de sistemas de liberación aérea. Las siguientes son citas seleccionadas:

En "The Sterile Insect Technique for Controlling Populations of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) on Reunion Island Rating Vigour of Sterilized
15 Mates" se indica que si es posible desarrollar sistemas de liberación aérea adecuados y la superficie del área tratada es lo suficientemente extensa, las liberaciones aéreas asegurarían una cobertura rentable en toda el área.

En "The Sterile Insect Technique: can established technology beat malaria? International Atomic Energy Agency, 2006", se indica, "La liberación
20 aérea, aunque nunca fue probada con los mosquitos, tiene una serie de beneficios potenciales sobre las liberaciones terrestres. Los sitios de liberación pueden estar más alejados de las instalaciones, ampliando en gran medida el alcance geográfico de la operación. La necesidad de un buen acceso terrestre a los sitios de campo ya no es válida para liberaciones diarias, aunque para fines
25 de control todavía sería deseable. Además, se necesita menos personal para la

liberación aérea y ésta puede beneficiarse del equipo de navegación existente a bordo para liberar con precisión los mosquitos en las zonas designadas.... Sin embargo, a diferencia de la mosca robusta, los mosquitos son criaturas bastante frágiles. Deben desarrollarse y evaluarse métodos para manipular, envasar y liberar mosquitos para determinar el impacto de la liberación aérea sobre el comportamiento y la longevidad de los machos... ".

Por otro lado, en "Historical applications of induced sterilization in field populations of mosquitoes", David A Dame, Christopher F Curtis, Mark Q Benedict, Alan S Robinson and Bart GJ Knols, 2009 se indica que "...hasta la fecha la liberación de mosquitos estériles ha sido terrestre. Se han diseñado envases, metodologías de transporte, recipientes de liberación y refugios relativamente simples para la liberación de pupas y adultos, pero no se ha iniciado ningún trabajo sobre métodos de distribución aérea. Ciertamente, en los programas urbanos, la liberación terrestre podría ser suficiente, pero la disponibilidad de métodos de liberación aérea satisfactorios podría proveer una distribución más oportuna y eficaz con menos oportunidades de daño previo a la liberación de machos estériles. Para poder producir y liberar millones de individuos por día, sería necesario desarrollar mecanismos de liberación acelerada con los que se eviten pérdidas en la calidad y la competitividad".

En la actualidad existen dos sistemas básicos para la liberación aérea de insectos. Estos son los sistemas de liberación desde la bolsa y la liberación de la mosca enfriada. Sin embargo, estos sistemas tienden a ser utilizados para insectos relativamente resistentes como la mosca de la fruta y son menos útiles para los mosquitos que son relativamente frágiles.

La liberación desde la bolsa es un proceso relativamente simple en el cual las moscas emergen de bolsas de papel cerradas que se desgarran y luego son lanzadas desde un avión. Por ejemplo, las bolsas pueden ser desgarradas manualmente y lanzadas por la ventana, o pueden ser arrojadas por un conducto de salida y entrar en contacto con ganchos o cuchillas situadas en el extremo del conducto al salir del avión.

El residuo resultante generalmente es biodegradable, pero no es favorable para el medio ambiente en climas secos donde el proceso de degradación es lento.

Las bolsas de papel sirven para aumentar el área superficial dentro del recipiente, reduciendo así la competencia por el espacio entre los individuos encerrados.

Generalmente, las moscas permanecen en las bolsas hasta llegar al suelo, y luego emergen por la rasgadura, en este punto quedan expuestas al riesgo de ser comidas por los depredadores.

El sistema de liberación del adulto enfriado funciona de la siguiente manera. En el centro de liberación, los insectos se colocan en refrigeradores del tamaño de una habitación y se enfrían a 4°C hasta que caen al fondo de las cajas PARC en una fase conocida como fase de derribo. Luego los insectos enfriados se recogen en una caja de enfriamiento que se lleva al avión de liberación. Estas cajas contienen hasta cinco millones de insectos estériles. Una vez en el avión, la caja se coloca en un refrigerador que mantiene los insectos inmóviles durante el período de liberación, haciendo también que las moscas sean menos activas, logrando una distribución más uniforme en el medio ambiente. Las moscas caen desde el fondo de la caja de enfriamiento a un sistema de barrena, y luego se

las transporta a través de un conducto situado en la parte inferior del fuselaje del avión. La velocidad de liberación de insectos por unidad de área puede controlarse a través de las revoluciones de velocidad del sistema de barrena. La mortalidad de los insectos en este sistema es insignificante, y la dispersión es satisfactoria. Sin embargo, el sistema sólo es adecuado para las moscas, que son insectos relativamente robustos y, como se mencionó, no puede usarse con insectos más frágiles como los mosquitos.

El dispositivo de distribución por avión divulgado en la solicitud de patente provisional de EE. UU. US 62/053.242 en trámite presentada por el solicitante el 22 de septiembre de 2014, Método y Aparato para Distribución Artificial de Insectos, describe un sistema para liberar insectos frágiles típicamente desde un pequeño avión fumigador que se desplaza habitualmente a 120 km/h.

La región de velocidad pequeña descrita puede no presentar las velocidades bajas deseadas para un avión que se desplace a más de 120 km/h.

El tamaño del dispositivo sugerido no puede aumentarse ilimitadamente si se pretende montarlo en aviones fumigadores de baja velocidad, para obtener mejores resultados (región de velocidad pequeña también para una mayor velocidad de desplazamiento del avión), ya que el aumento del tamaño del dispositivo para utilizarlo en aviones fumigadores pequeños, puede afectar la seguridad del vuelo y el rendimiento del avión.

RESUMEN DE LA INVENCION

Las presentes formas de realización pueden implicar configurar un volumen de transición de gradualmente cambiar la velocidad del aire entre el avión y el aire ambiente de modo que los insectos no estén expuestos a fuertes cortantes del viento cuando salen del avión. Una manera de lograr dicho

volumen de transición es liberar los insectos utilizando una ligera sobrepresión, desde dentro de un cuerpo central delgado y alargado colocado dentro de una tobera con una geometría de receptáculo axisimétrico.

De acuerdo con una primera forma de realización de la presente
5 invención, se provee un difusor para distribuir insectos desde un avión cuyo interior y exterior comprenden:

al menos un tubo de distribución conectado a una fuente de insectos en un primer extremo y abierto hacia el exterior en un segundo extremo en una dirección alejada de la dirección de desplazamiento del avión, para la distribución de los
10 insectos; y

un perfil que rodea el segundo extremo, formándose el perfil para definir una velocidad aerodinámica que cambia constantemente.

En una forma de realización, la abertura está situada con respecto al perfil conformado en una ubicación mínima de velocidad aerodinámica.

15 En una forma de realización, la velocidad aerodinámica que cambia constantemente comprende un gradiente de velocidad aerodinámica que se acelera de forma constante alejándose del tubo de distribución en la dirección alejada de la dirección de desplazamiento del avión.

En una forma de realización, el perfil está conformado para proveer una
20 desaceleración aerodinámica gradual hacia el segundo extremo siguiendo el gradiente de velocidad aerodinámica que se acelera de manera constante.

En una forma de realización, un obstáculo como está situado contra el viento del segundo extremo, generando así el mínimo de velocidad aerodinámica en el segundo extremo.

Una forma de realización puede comprender una forma de tobera que rodea el segundo extremo;

y un protector del tubo que rodea el segundo extremo dentro de la tobera, teniendo el protector del tubo una sección transversal en forma de perfil aerodinámico, formando la cubierta del tubo y la tobera juntas el perfil.

El difusor puede ser un receptáculo de avión, y el receptáculo de avión puede proveer una tobera para los insectos.

En una forma de realización, el receptáculo comprende una sección transversal sustancialmente circular.

En una forma de realización, el receptáculo es para montar debajo del fuselaje de un avión o debajo del ala de un avión.

En una forma de realización, la fuente de insectos se encuentra contenida dentro del receptáculo junto con el difusor.

En una forma de realización, el receptáculo comprende una forma de tobera convergente-divergente subsónica.

En una forma de realización, el receptáculo comprende un contorno interior de polinomio bicúbico.

En una forma de realización, el receptáculo comprende una forma externa elíptica.

En una forma de realización, la forma del perfil aerodinámico es un perfil NACA estándar, que puede ser más particularmente el perfil NACA estándar 0018.

En una forma de realización, el protector del tubo está situado dentro del receptáculo de manera que un contorno exterior liso de la forma estándar limita

la separación del flujo hasta la estela cercana de la sección del borde de salida como de la tobera.

En una forma de realización, la fuente de insectos está provista de una sobrepresión.

5 En una forma de realización, la sobrepresión es tal que provee una velocidad del aire que sale del tubo en el segundo extremo de sustancialmente 1 m/s (un metro por segundo).

En una forma de realización, la tobera es cúbica.

10 En una forma de realización, los insectos que se distribuyen comprenden insectos relativamente frágiles que no soportan una cortante del viento de más de 60 km/h.

En una forma de realización, los insectos que se distribuyen comprenden insectos machos.

15 En una forma de realización, los insectos que se distribuyen comprenden mosquitos machos estériles.

Las presentes formas de realización pueden utilizarse para ser difundidas desde un avión que se desplaza a más de 110 km/h.

20 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se provee un difusor para distribuir insectos desde un avión cuyo interior y exterior comprenden:

al menos un tubo de distribución conectado a una fuente de insectos en un primer extremo y abierto al exterior en un segundo extremo en una dirección alejada de la dirección de desplazamiento del avión, para la distribución de los insectos; y

un perfil que rodea el segundo extremo, estando el perfil conformado para definir una dirección de flujo de aire tangencial a las líneas de corriente locales al segundo extremo.

El difusor puede estar montado en un avión mediante un montaje de
5 avión, en el cual el perfil está formado por una combinación de un protector del tubo que protege el segundo extremo, una tobera y el montaje.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención se provee un método de distribución aérea de insectos frágiles que comprende:
liberar insectos en un tubo de liberación que tiene una salida al aire ambiente;
10 alinear el tubo de liberación con una dirección de corriente de aire alrededor de la salida; y
liberar los insectos a través de la salida en el aire ambiente.

El método puede comprender además colocar un protector corriente arriba de la salida para proteger la salida del flujo de aire.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

En los dibujos:

La Fig. 1 es una vista esquemática de un mecanismo de inyección de insectos de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La Fig. 2 es una vista esquemática simplificada de un corte longitudinal a
20 lo largo del eje de un receptáculo axisimétrico para la distribución de insectos;

La Fig. 3 es un diagrama simplificado que muestra velocidades del aire simuladas resultantes de la forma del receptáculo axisimétrico de la Fig. 2;

La Fig. 4 es una vista frontal esquemática de un receptáculo axisimétrico para la distribución de insectos, de acuerdo con una forma de realización de la
25 presente invención;

La Fig. 5 es una vista lateral posterior esquemática de un receptáculo axisimétrico para la distribución de insectos de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La Fig. 6 es una vista lateral esquemática de un receptáculo axisimétrico para la distribución de insectos, de acuerdo con una forma de realización de la presente invención;

La Fig. 7 es una vista esquemática posterior de un avión con la forma del receptáculo axisimétrico de la Fig. 2 montada debajo de las alas en varios puntos.

La figura 8 es una vista esquemática del ala de un avión que muestra los tanques de almacenamiento para insectos conectados al receptáculo con estructura aerodinámica, encerrando tubos de suministro entre el almacenamiento y el punto de liberación dentro del receptáculo de liberación;

La Fig. 9 es una vista esquemática del ala del avión con una forma de receptáculo axisimétrica de la Fig. 2 montada debajo del ala y celdas de almacenamiento de insectos frágiles montadas al lado del receptáculo con tubos de conexión.

La Fig. 10 es una ilustración del receptáculo de la Fig. 2, que muestra la alimentación de los insectos en el receptáculo utilizando sobrepresión;

La Fig. 11 es una ilustración de un tubo de liberación para su uso a bajas velocidades de aire y que muestra cómo se pueden liberar los insectos en la corriente de aire y que se elevará gradualmente hasta la velocidad del aire ambiente;

La Fig. 12 es un diagrama simplificado que muestra dos estructuras del receptáculo de la Fig. 2 para diferentes velocidades de aire;

Las Figs. 13A y 13B son diagramas de velocidad de aire simplificados en los que los colores indican regiones de alta y baja velocidad aerodinámica;

La Fig. 14 es un diagrama de velocidad aerodinámica simplificado que muestra velocidades como bloques de volumen de pasos de igual tamaño en
5 velocidad; y

La fig. 15 es un diagrama esquemático simplificado que ilustra un ejemplo de distribución de insectos de acuerdo con las presentes formas de realización, y que muestra las velocidades asociadas.

10 DESCRIPCIÓN DE FORMAS DE REALIZACIÓN ESPECÍFICAS DE LA INVENCION

La presente invención, en algunas de sus formas de realización, se refiere a un método y a un aparato para la distribución artificial de insectos y, más particularmente, pero no de manera exclusiva, a la distribución de insectos como parte de programas de control de enfermedades, programas de control de
15 vectores, programas de polinización y similares.

Los mosquitos son insectos frágiles y, por lo tanto, si se introducen directamente a las velocidades del viento aeronáutico después de la liberación, la tasa de mortalidad será muy alta. Las presentes formas de realización pueden proveer a los insectos un cambio gradual en las velocidades del aire, reduciendo
20 así la tasa de mortalidad y haciendo que el proceso de liberación sea más eficiente. El efecto se logra en primer lugar liberando los insectos detrás del avión en una dirección antiparalela a la dirección de desplazamiento y, en segundo lugar, proporcionando protección alrededor del punto de liberación para proveer una velocidad del viento inferior en el punto de liberación. En una forma
25 de realización, el punto de liberación está rodeado por una tobera y en una forma

de realización adicional el punto de liberación se encuentra a lo largo de la longitud de un perfil conformado que inicialmente es estrecho y luego se ensancha gradualmente. La abertura se encuentra en un punto a lo largo de ese perfil que se determina que tiene una velocidad de viento más baja.

5 De este modo, los mosquitos pueden ser liberados hacia atrás a lo largo de la trayectoria de vuelo. Sin embargo, el propio avión y algunos de sus subsistemas pueden afectar la dirección del flujo cerca del avión. Además, los mosquitos son muy sensibles a las ráfagas de viento. Por lo tanto, las presentes formas de realización pueden proveer protección local para la salida de los
10 mosquitos, y pueden alinear la dirección de suministro de los mosquitos tan cerca como sea posible de la dirección de flujo del viento local. Además, las formas de realización pueden asegurar que el gradiente de velocidad a lo largo de la trayectoria de suministro de mosquitos se mantenga reducido.

En general, se obtienen los mejores resultados cuando la dirección de la
15 liberación es colineal con el flujo de aire local. Cuando el dispositivo está montado en un vehículo aéreo móvil, entonces se puede montar de modo que el montaje compense cualquier ángulo entre el vehículo y el flujo de aire de modo que la liberación real todavía sea colineal con el flujo de aire. Es decir, cuando el dispositivo está montado en un avión, su orientación con respecto a la línea
20 de flotación del avión debe ser tal que la dirección de liberación sea tangencial a las líneas de corriente locales.

El receptáculo de las presentes formas de realización coloca un objeto justo detrás del punto de liberación de los insectos que bloquea el aire entrante y crea un volumen local con un flujo de aire bajo, que luego aumenta
25 gradualmente en todas las direcciones, es decir, en las tres direcciones X-Y-Z.

Lo anterior es una descripción de la geometría en general y, dependiendo del rendimiento requerido, de la necesidad de un flujo de aire bajo o de la rapidez con que se requiere un gradiente de flujo, se pueden aplicar diferentes geometrías como se ve en las figuras. Más particularmente, la baja velocidad
5 del aire en la proximidad del puerto de suministro se obtiene ya sea por una desaceleración aerodinámica gradual o por la presencia de un obstáculo como adelante de la región de suministro, generando así un flujo de aire local equivalente de una región de agua muerta.

En una forma de realización, los insectos son empujados afuera del avión
10 hasta el punto de liberación utilizando presión de aire. En tal caso, los insectos pueden permanecer el mayor tiempo posible a lo largo de la trayectoria antiparalelos al flujo de aire, en el cual el gradiente es el más pequeño. Es decir, la expulsión de los mosquitos a través del tubo de alimentación es a una pequeña velocidad longitudinal que ayuda además a disminuir la velocidad relativa del aire
15 entre la corriente de aire externa y los mosquitos.

El dispositivo axisimétrico puede ser utilizado para suministrar materiales frágiles, tales como mosquitos, por ejemplo, a velocidades más altas que la velocidad operativa típica de los aviones fumigadores comunes, por ejemplo
aproximadamente 32 m/s que son aproximadamente 100 km/h.

20 La configuración general consiste en una tobera hueca axisimétrica convergente-divergente. La parte exterior o protector puede asemejarse a una forma elipsoidal en la dirección longitudinal. La cubierta puede tener una sección transversal redonda perpendicular al eje x.

El dispositivo de las presentes formas de realización puede compartir
25 alguna funcionalidad y procedimientos operativos con el sistema bidimensional

descrito en la solicitud de patente provisional de Estados Unidos US 62/053.242 presentada el 22 de septiembre de 2014, Método y Aparato para la Distribución Artificial de Insectos ("US 62/053.242"). La presente unidad puede tener también una cubierta de tubo o una unidad de protección para lanzar los materiales desde

5 dentro directamente a una región de baja velocidad y conectividad con elementos de almacenamiento para obtener los insectos. Sin embargo, las presentes formas de realización tienen una geometría similar a un receptáculo axisimétrico, como se tratará con mayor detalle a continuación. El hecho de que el dispositivo sea axisimétrico provee la capacidad de aumentar la relación entre

10 el área superficial del dispositivo en el punto de salida y el área superficial del dispositivo en el punto de entrada. Mientras que para el dispositivo bidimensional descrito en US 62/053.242 la relación de las áreas superficiales corresponde a la relación en las alturas entre los bordes superior e inferior del dispositivo de las secciones de la salida y la garganta, el caso de la geometría similar al

15 receptáculo axisimétrico es algo diferente. En este caso, el parámetro de influencia es la relación entre el área en la salida hacia el área de la garganta como se tratará con mayor detalle a continuación. Una diferencia entre una tobera bidimensional y una axisimétrica puede ser que para diferencias de altura similares entre la salida y la garganta, la relación de área correspondiente en el

20 caso de la axisimétrica es proporcional al cuadrado de la relación de altura. Por lo tanto, en el caso axisimétrico se puede lograr una relación de área considerablemente más alta de modo que la velocidad del aire local en la salida del receptáculo podría reducirse aún más. De este modo, una configuración axisimétrica permite aumentar adicionalmente el tamaño del dispositivo (por

25 ejemplo, longitud y diámetro), logrando la transición requerida desde alta

velocidad hasta baja velocidad para los insectos que se liberan, mientras se impide las separaciones de flujo a lo largo de las paredes de la tobera. El dispositivo de geometría similar a un receptáculo axisimétrico propuesto puede preferirse al dispositivo bidimensional descrito en US 62/053.242 en los casos
5 en que el avión se desplaza a una velocidad típica superior a 140 km/h y dado que hay suficiente distancia al suelo desde el fuselaje o el ala para montar la estructura similar al receptáculo.

La longitud del dispositivo axisimétrico podría estar en el rango de $0,800\text{ m} < \textit{Longitud} < 1,600\text{ m}$ (depende de las condiciones de vuelo). El
10 diámetro máximo del dispositivo será $0,180\text{ m} < D_{\text{max}} < 0,240\text{ m}$. El núcleo interno (forma y posición longitudinal) está diseñado especialmente para minimizar las separaciones de flujo y las pérdidas de presión en la parte divergente de la tobera.

Los insectos frágiles que se liberarán pueden llegar desde tanques de
15 almacenamiento conectados con tubos de distribución desde los tanques de almacenamiento hacia el punto de liberación.

Si hay espacio suficiente para los tanques de almacenamiento de insectos dentro del fuselaje, entonces se puede usar el fuselaje, y se proveen tubos adecuados para el suministro de los mosquitos al "núcleo" dentro de la tobera.

20 Alternativamente, los tanques pueden estar unidos a los lados de la tobera de suministro. En este caso, el contorno externo del receptáculo puede tener una forma elíptica que provee una estructura aerodinámica para el receptáculo con los tanques unidos.

Los tanques pueden ser almacenados dentro del contorno externo,
25 situados entre el contorno interior del receptáculo y el contorno exterior del

receptáculo con un contorno externo de forma elíptica. La forma de los tanques puede ser la de unidades de almacenamiento rectangulares, sujetas a encajar dentro del contorno externo. El contorno externo puede tener puertas para cambiar, descargar y cargar las unidades de almacenamiento dentro del
5 contorno externo con insectos como mosquitos.

En una forma de realización, los tanques pueden formar el contorno externo del receptáculo.

Cada tanque o dispositivo de almacenamiento puede tener una unidad de propulsión para empujar los insectos hacia la cubierta del tubo para el punto de
10 liberación.

La salida del tanque puede tener un obturador que se abre en sincronización con el funcionamiento de la unidad de propulsión para liberar los insectos de sus tanques.

La liberación desde los tanques puede ser controlada continuamente por un
15 controlador central.

En otra forma de realización, el almacenamiento es dentro de casetes adyacentes al receptáculo, conectados con el sistema de suministro de tubos desde las unidades de almacenamiento hasta la cubierta del tubo para el punto de liberación, como se ve en la Fig. 9.

20 La sección transversal de la salida de los insectos puede ser redonda, pero alternativamente puede ser asimétrica y puede ser una construcción tridimensional. Las razones para que las construcciones sean asimétricas pueden incluir el ajuste físico de los componentes dentro del receptáculo, la distancia al suelo, etc.

Antes de explicar al menos una forma de realización de la invención en detalle, debe entenderse que la invención no está necesariamente limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes y/o métodos establecidos en la siguiente descripción y/o a lo ilustrado en los dibujos y/o en los Ejemplos. La invención puede tener otras formas de realización o puede ser practicada o llevada a cabo de diversas maneras.

Ahora se hace referencia a la Fig. 1, que es un diagrama esquemático simplificado que ilustra un difusor 10 fijado a un avión 12 para distribuir insectos desde un avión. Un tubo de distribución 14 está fijado a una fuente de insectos 15 en un extremo y abierto hacia el exterior en un segundo extremo 16 para liberar los insectos en la dirección de la flecha 18 que apunta en una dirección alejada de la dirección de desplazamiento del avión, flecha 20. El conector 22 conecta el difusor al avión.

Los insectos, por ejemplo, los mosquitos, se liberan en el punto de liberación 16 en dirección de la flecha 18, que está alineada para estar a lo largo de la corriente de aire en un lugar dado.

Con referencia ahora a la Fig. 2 y el difusor 10 puede comprender un receptáculo 30. El receptáculo 30 comprende un punto de entrada de flujo de aire 32, una garganta estrecha 34 a favor del viento del punto de entrada y un protector del tubo 36 a favor de la garganta y en un lugar en el cual el receptáculo se ensancha después de la garganta. El protector del tubo se encuentra adelante del segundo extremo 16 del tubo que es el punto de salida para los insectos. Más específicamente, para una forma de realización optimizada, la salida está en realidad a unas pocas decenas de milímetros corriente arriba del extremo del extremo del perfil externo del receptáculo, como se muestra en la Fig. 10.

La sección transversal del receptáculo define un perfil que rodea el segundo extremo 16, que está diseñado para proveer una velocidad aerodinámica que cambia constantemente dentro del receptáculo y provee el equivalente de flujo de aire de agua muerta en el punto de salida. De este modo, la abertura en el segundo extremo 16 está situada dentro del perfil conformado del receptáculo en una posición mínima de velocidad aérea.

Ahora se hace referencia a la Fig. 3 que muestra el perfil con forma de receptáculo y diferentes velocidades aerodinámicas, mostradas en color de acuerdo con la escala de color 40. A las partes del perfil del receptáculo se les dan los mismos números de referencia que en la Fig. 2. La región 42 es una región de mínima velocidad aérea alrededor del punto de salida 16. La velocidad aerodinámica que cambia constantemente puede comprender un gradiente de velocidad aerodinámica que se acelera de forma constante 44 alejándose del tubo de distribución en la dirección de alejamiento de la dirección de desplazamiento del avión. Además, el perfil está conformado para proveer una región de desaceleración aerodinámica gradual 46 hacia el punto de salida 16 desde el extremo ascendente. El protector del tubo 36 es un obstáculo romo que está situado contra el viento del segundo extremo 16, para proteger el segundo extremo y generar el área de baja velocidad 42.

La forma del receptáculo puede formar adicionalmente una tobera que rodea el segundo extremo. Alternativamente, el extremo del protector puede estar formado como una tobera para rodear el punto de salida del segundo extremo. Volviendo a la Fig. 2 y el protector del tubo puede proteger el segundo extremo. El protector del tubo 36 puede tener una sección transversal en forma de perfil aerodinámico para mejorar el flujo de aire alrededor del punto de salida

en el segundo extremo 16, evitando así el arrastre. La cubierta del tubo y la abertura de la tobera del receptáculo puede considerarse que forman el perfil.

En una forma de realización, el perfil, o el perfil combinado con el montaje, puede estar conformado para definir una dirección de flujo de aire que es tangencial a las líneas de corriente locales al segundo extremo del tubo y al punto de salida.

La construcción de la garganta provee al receptáculo una estructura de tobera convergente-divergente subsónica. Alternativamente, el receptáculo puede tener un contorno interior de polinomio bicúbico. De nuevo, el receptáculo puede tener una forma externa elíptica.

La forma aerodinámica del protector del tubo puede ser un perfil NACA estándar, por ejemplo el perfil NACA estándar 0018.

El protector del tubo 36 puede estar situado dentro del receptáculo de modo que un contorno exterior liso de la forma estándar limite la separación de flujo a la estela cercana de la sección del borde de salida como de la tobera, causando así el área relativamente inmóvil alrededor de la salida inmediata.

En una alternativa adicional, el receptáculo puede tener una construcción cúbica en lugar de ser redonda en la sección transversal.

El difusor puede ser integrado a un receptáculo del avión.

Ahora se hace referencia a la Fig. 4 que muestra las vistas recta 48 y en perspectiva 49 del receptáculo desde el frente. Una abertura ancha en el área de entrada de aire 50 conduce a una garganta estrecha 52 y el protector del tubo 54 puede ser visto a través de la garganta 52.

Ahora se hace referencia a la Fig. 5 que muestra el mismo receptáculo en vistas recta 60 y en perspectiva 62 desde la parte posterior. En la vista en

perspectiva, la entrada de aire se ve a través de la garganta 52. En ambas vistas, el protector del tubo 54 se muestra enfrente del punto de salida.

Como se muestra, el receptáculo comprende una sección transversal sustancialmente circular.

5 Ahora se hace referencia a la Fig. 6 que muestra las vistas en perspectiva izquierda 70 y derecha 72 del receptáculo desde el costado. En un extremo se muestra el área de entrada de aire 50 y en el otro extremo se muestra el área de salida de los insectos en el segundo extremo 16 en frente del protector del tubo 54.

10 Ahora se hace referencia a la Fig. 7 que es un diagrama esquemático que muestra un avión 80 con alas 81 y con receptáculos 82 dispuestos debajo de las alas. En una configuración alternativa, el avión 84, con alas 86 tiene una solo receptáculo 88 montado debajo del fuselaje.

 Ahora se hace referencia a la Fig. 8, que es un diagrama esquemático
15 simplificado que ilustra cómo una unidad de almacenamiento de insectos se puede incorporar a un receptáculo de acuerdo con las presentes formas de realización. El receptáculo 90 aquí se ve desde atrás y está suspendido bajo el ala 92, aunque lo mismo se aplica a la forma de realización que está suspendido debajo del fuselaje. El receptáculo tiene la misma entrada de aire y la garganta
20 estrecha como en las formas de realización anteriores, y el área de salida está igualmente en el segundo extremo 16 del tubo de suministro 94, y está protegido por un protector del tubo o tobera 96. La unidad de almacenamiento de insectos 98 o fuente de insectos, está construida alrededor del receptáculo en el exterior, para formar el difusor general como una estructura única.

Ahora se hace referencia a la Fig. 9, que es un diagrama simplificado que muestra una forma de realización alternativa del receptáculo en la que las unidades de almacenamiento de insectos están montadas a lo largo del mismo receptáculo. Tanto el mismo receptáculo 100 como las unidades de almacenamiento de insectos 102 están situados debajo del ala 104. El tubo 106 alimenta los insectos desde el almacenamiento hasta el lugar de salida del receptáculo. El receptáculo es idéntico a las formas de realización previas con la garganta estrecha y el protector del tubo 108.

Ahora se hace referencia a la Fig. 10 que muestra un receptáculo 110 que recibe una alimentación de insectos desde el tubo 112. El obturador 114 permite que la alimentación de insectos se abra y se cierre, a medida que los insectos emergen del cartucho 116. El cartucho 116 recibe aire soplado, siempre que el obturador 117 esté abierto, desde una fuente de presión de aire 118 bajo el control del controlador 120.

Se observa que en formas de realización de alimentación continua, por ejemplo, donde los insectos se suministran a través de una cinta transportadora, se puede prescindir de los obturadores. Así, la fuente de insectos está provista de una sobrepresión que da a los insectos cierta velocidad propia cuando salen del avión. Una velocidad del aire típica que sale del tubo puede estar alrededor de 5 m/s (cinco metros por segundo).

Como se mencionó arriba, para velocidades aerodinámicas bajas, no se necesita mucha estructura alrededor del tubo de insectos, aunque el tubo puede estar alineado con la corriente de aire local. La Fig. 11 ilustra un sistema adecuado para velocidades del viento entre 10 y 20 m/s. El tubo 130 es seguido por los bloques 131, 132, 133 y 134. Cada bloque representa un aumento

escalonado similar en la velocidad del viento y a estas velocidades bajas, incluso sin estructura específica, se puede lograr un aumento escalonado de la velocidad del viento.

Ahora se hace referencia a la Fig. 12, que es un diagrama simplificado que muestra una estructura del receptáculo mínimo 140 que es adecuada para velocidades del aire de 20-30 m/s y una estructura del receptáculo más grande 142 que es adecuada para velocidades del aire superiores a 30 m/s.

Ahora se hace referencia a las Figs. 13A y 13B, que son diagramas de flujo de aire que muestran el flujo de aire alrededor del receptáculo a diferentes velocidades. La Fig. 13A muestra el flujo de aire alrededor del receptáculo mínimo 140 a una velocidad del aire de 24,5 m/s y la Fig. 13B muestra el flujo de aire alrededor de la estructura 140 a una velocidad del aire de 59 m/s. En la velocidad aerodinámica más baja el flujo de aire es bastante caótico pero se vuelve más suave hacia la velocidad del aire más alta.

La Fig. 14 ilustra las dos estructuras 140 y 142 y muestra el flujo de aire en términos de bloques 151, 152, 153, 151', 152', 153', definiendo regiones de cambio escalonado de la velocidad del aire. Como se muestra, los cambios escalonados sucesivos se vuelven más graduales hasta que los insectos alcanzan el aire ambiente.

Ahora se hace referencia a la Fig. 15, que es un diagrama esquemático simplificado que ilustra un ejemplo de distribución de insectos utilizando las presentes formas de realización y que indica las velocidades reales medidas. La velocidad del aire es de 63 m/s. Los insectos están almacenados y un dispositivo de liberación les da a los insectos una pequeña velocidad de liberación. La estructura del receptáculo asegura que haya un diferencial de no más de 15 m/s

cuando los insectos salen del tubo y luego gradualmente se aceleran hasta la velocidad del viento ambiental a medida que se alejan del punto de liberación.

Como se dijo, los insectos que se distribuyen comprenden insectos relativamente frágiles que no soportan una cortante del viento de más de 60 km/h. Los insectos que se distribuyen pueden ser insectos machos, pueden ser machos estériles y pueden ser mosquitos machos estériles.

Las formas de realización más grandes pueden utilizarse para distribuir insectos desde un avión que se desplaza a más de 140 km/h.

A continuación se hacen comentarios adicionales sobre la geometría del receptáculo. La forma interna de la geometría axisimétrica del receptáculo es esencialmente una tobera convergente-divergente. La tobera específica puede haber sido generada haciendo coincidir dos polinomios cúbicos, uno para la sección convergente del receptáculo mientras que el otro se usa para la parte divergente.

Para ser más precisos, cada una de las partes de la tobera tiene la forma matemática general de:

$$r(x) = A * x^3 + B * x^2 + C * x + D$$

Los dos conjuntos de coeficientes se definen de forma única a partir de las condiciones:

Los diámetros son: en la entrada $D_i = 0,120 \text{ m}$, en la garganta $D_t = 0,030 \text{ m}$ y en la salida $D_e = 0,120 \text{ m}$. Además, la estación de entrada se establece como la sección longitudinal relativa: $x_i = 0,000 \text{ m}$, la garganta en: $x_t = 0,260 \text{ m}$, y la sección de salida se encuentra en: $x_e = 1,240 \text{ m}$. Las dos curvas se ajustan sin problemas en la garganta con un ángulo de inclinación común cero.

El ejemplo de receptáculo interno descrito arriba reduce satisfactoriamente la velocidad del aire local a 10-15 m/s en la estación de suministro de mosquitos (cuatro centímetros por delante de la sección de salida) mientras que la velocidad de vuelo del avión es de 62-72 m/s. Los mosquitos en este ejemplo se suministran a una velocidad de eyección longitudinal de aproximadamente 5 m/s.

Si por alguna razón operativa, algunos tipos de insectos deben ser suministrados a velocidades de vuelo considerablemente más altas, la única acción que se debe tomar es elevar gradualmente la presión dentro de los tanques de almacenamiento de insectos, y por consiguiente puede aumentar la velocidad de eyección.

Con respecto a los tamaños típicos, la longitud total de un receptáculo típico puede ser de 1,24 m con la longitud de la sección convergente de 0,26 m y la parte divergente de 0,98 m. Un diámetro de entrada típico es de 0,12 m, un diámetro típico para la garganta es de 0,03 m y un diámetro típico de la salida es de 0,12m.

Se espera que durante la vida útil de la patente resultante de la presente solicitud se desarrollen muchos receptáculos y sistemas de suministro relevantes y que el alcance de las condiciones correspondientes incluyan a priori todas estas nuevas tecnologías.

Los términos "comprende", "comprendiendo", "incluye", "que incluye", "que tiene/teniendo" y sus derivados significan "inclusive, entre otros".

El término "consiste en" significa "incluido y limitado a".

Tal como aquí se emplean, las formas singulares "un/o/a" y "el/lo/la" incluyen referencias plurales, a menos que el contexto claramente indique lo contrario.

En toda la presente solicitud, se pueden presentar diversas formas de
5 realización de esta invención en un formato de rango. Debe entenderse que la descripción en formato de rango es meramente por conveniencia y brevedad y no debe interpretarse como una limitación inflexible del alcance de la invención. Por consiguiente, se debe considerar que la descripción de un rango ha divulgado específicamente todos los subrangos posibles, así como los valores
10 numéricos individuales dentro de ese rango. Por ejemplo, se debe considerar que la descripción de un rango tal como entre 1 y 6 tiene subconjuntos específicamente divulgados tales como entre 1 y 3, entre 1 y 4, entre 1 y 5, entre 2 y 4, entre 2 y 6, entre 3 y 6, etc., así como los números individuales dentro de ese rango, por ejemplo, 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Esto se aplica independientemente de
15 la amplitud del rango.

Siempre que se indique aquí un rango numérico, se pretende incluir los números citados (fracciones o integrales) dentro del rango indicado. Las frases "que varían entre" un primer número indicado y un segundo número indicado y "que varía/varía entre" un primer número indicado "y" un segundo número
20 indicado se utilizan aquí indistintamente y están destinados a incluir el primero y el segundo número indicados y todos las fracciones e integrales entre ellos.

Se apreciará que ciertas características de la invención, que por claridad se describen en el contexto de formas de realización separadas, también pueden proveerse en combinación en una única forma de realización, y la descripción
25 anterior debe ser interpretada como si esta combinación estuviera escrita

expresamente. Por el contrario, varias características de la invención, que por brevedad, se describen en el contexto de una única forma de realización, también se pueden proveer por separado o en cualquier subcombinación adecuada o como sea adecuado en cualquier otra forma de realización descrita de la invención, y la descripción anterior se debe interpretar como si estas formas de realización separadas estuvieran escritas explícitamente. Ciertas características descritas en el contexto de diversas formas de realización no deben considerarse características esenciales de dichas formas de realización, a menos que la forma de realización sea inoperante sin dichos elementos.

10 Aunque la invención se ha descrito conjuntamente con sus formas de realización específicas, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serán obvias para los expertos en la técnica. Por consiguiente, se pretende abarcar todas estas alternativas, modificaciones y variaciones que caen dentro del espíritu y amplio alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Todas las publicaciones, patentes y solicitudes de patente mencionadas en esta especificación se incorporan en la presente en su totalidad como referencia en la especificación, en la misma medida como si cada publicación individual, patente o solicitud de patente estuviera especificada e individualmente indicada para ser incorporada en la presente como referencia. Además, la cita o
20 identificación de las referencias en la presente solicitud no se interpretarán como una admisión de que dicha referencia está disponible como antecedente de la presente invención. En la medida en que se usan los títulos de las secciones, no deben interpretarse como necesariamente limitantes.