

POLINIZADOR MOTORIZADO

Campo de la invención

La presente invención se refiere a aparatos, dispositivos o máquinas diseñados para llevar a cabo la polinización asistida y/o artificial en plantas de interés agroindustrial, tales como híbridos OxG de palma de aceite. En particular, la invención proporciona aparatos especialmente diseñados para ser portados fácilmente por el operario, lo que permite que sean empleados de forma continua durante la jornada de trabajo. En particular, los aparatos de la invención poseen un motor que permite la aplicación efectiva de mezcla(s) de productos utilizados en la Polinización asistida y/o artificial.

Antecedentes

El cultivo y aprovechamiento de la palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*) es una de las actividades económicas de mayor interés en la actualidad en América Latina, lamentablemente, esta especie se ve fuertemente afectada por una enfermedad fúngica denominada “pudrición del cogollo”. Por este motivo, los productores han trabajado en el desarrollo de alternativas que permitan mejorar la resistencia a dicha enfermedad, entre ellas, la obtención de híbridos mediante el cruce con palma americana (*Elaeis oleífera*), denominados comúnmente OxG.

Lamentablemente, la productividad en los cultivos de estos híbridos, es decir la calidad y cantidad de fruto, se ve fuertemente afectada por las bajas tasas de polinización natural, relacionada principalmente con la baja viabilidad del polen. Asimismo, las bajas poblaciones de polinizadores y la poca atracción de estos hacia los híbridos OxG conllevan a una población insuficiente de insectos y una pobre población de inflorescencias masculinas por hectárea. En consecuencia, un punto clave para aumentar la productividad en los cultivos de estos híbridos es lograr una polinización efectiva.

Es así como, a fin de superar estas dificultades y mejorar la producción de racimos de fruta fresca (RFF) en el cultivo de palma de aceite OxG, se han desarrollado metodologías orientadas al aumento de las tasas de polinización en las plantaciones, tales como la polinización asistida o artificial, las cuales implican,

por lo general, la aplicación manual de mezclas que comprenden polen a inflorescencias femeninas en estado de antesis (inflorescencias abiertas y receptivas para ser polinizadas), por parte de operarios capacitados para tal fin.

Ahora bien, cada una de dichas metodologías posee características propias y distintivas. Así, en el caso de polinización asistida, la mezcla aplicada a las inflorescencias comprende únicamente polen y talco, mientras que, en el caso de la polinización artificial, la mezcla comprende además de polen y talco, un regulador de crecimiento, que es por lo general, ácido 1-naftalenacético (ANA).

La práctica de polinización asistida de los híbridos OxG debe hacerse bajo las más estrictas condiciones de calidad y de oportunidad para que sea efectiva. Así, si las inflorescencias no son polinizadas cuando las flores están receptivas, o si la aplicación del polen no se hace cubriendo la mayor parte posible de la inflorescencia, el resultado es la pérdida de racimos por aborto, malogros y pudriciones o tasas de bajas de extracción que pueden llegar a hacer inviable la producción. Incluso se estima que, aún con una calidad adecuada en la polinización y una buena supervisión de la labor, se puede llegar a perder hasta el 15% de los racimos por no realizarse una polinización a tiempo. Además, 15% o más de los frutos dentro de los racimos no se forman, por lo cual el potencial de producción de los híbridos no se alcanza en su totalidad.

Ahora bien, a pesar de estas dificultades, el uso de la polinización asistida ha demostrado su efectividad, pues se ha encontrado que los niveles de aceite aumentan de manera significativa en frutos provenientes de plantas polinizadas en comparación con frutos que provienen de plantas sin polinizar. Lo cual se demuestra en las tasas de extracción, que se encuentran entre 18 a 23% en plantas polinizadas, y sólo de entre 11 a 15% en plantas sin polinizar. Asimismo, existe una diferencia significativa en el peso de los racimos cosechados, en donde los frutos obtenidos de una planta polinizada alcanzan hasta un 40% más en peso que uno proveniente de una planta no tratada, un aumento en la formación de frutos con semilla de hasta el 70%, es decir una reducción en la formación de frutos partenocarpicos (frutos sin semilla).

Por otra parte, la polinización artificial ofrece ventajas sobre la polinización asistida, pues elimina la necesidad de realizar el tratamiento sobre una misma inflorescencia en varias ocasiones a la semana (alta frecuencia). Por el contrario, por medio de la polinización artificial es posible realizar el tratamiento sobre la misma inflorescencia con una frecuencia disminuida, por ejemplo, en intervalos de una vez a la semana. De este modo, empleando la metodología de polinización artificial, el operario a cargo de la labor de polinización solo deberá entrar al lote una o dos veces por semana, para polinizar las inflorescencias nuevas (en antesis o después de antesis) y para realizar el proceso sobre las inflorescencias que fueron tratadas una o dos semanas antes. Los procesos de polinización artificial empleados comúnmente se encuentran descritos en documentos como “Polinización artificial de híbridos OxG para la obtención de frutos partenocárpicos y la producción de aceite (*Elaeis oleifera* Cortés x *Elaeis guineensis* Jacq.)”, Fedepalma, 2018, cuyo contenido se incorpora aquí en su totalidad como referencia.

Otra ventaja importante de la polinización artificial es que se incrementa la ventana de oportunidad para llevar a cabo la labor, asegurando un mayor éxito en la misma. Así, mientras que con la polinización asistida es fundamental que las inflorescencias tratadas con el polen externo estén receptivas o en fase de antesis, con la polinización artificial esta ventana de receptividad es mucho más amplia, pues es posible realizar el procedimiento antes, durante o hasta 14 días después de la antesis, garantizando una buena formación de frutos.

Ahora bien, para llevar a cabo esta labor la indumentaria comúnmente empleada consiste en dispositivos o aparatos que poseen un recipiente de almacenamiento y medios para impulsar la mezcla, tales como peras de succión, que deben ser operados manualmente.

De este modo, la implementación de dichas metodologías de polinización no solo es costosa, pues requiere de una considerable cantidad de mano de obra, sino que además está asociada a riesgos laborales para el operario que las desarrolla, relacionadas principalmente con afecciones respiratorias y/o síndrome del túnel carpiano. Por otra parte, para operarios que llevan a cabo procedimientos de polinización artificial, el riesgo laboral se ve aumentado, pues este proceso

requiere la exposición a un producto químico (ANA). Asimismo, la aplicación de mezclas polen-talco, o polen-talco-ANA requiere tiempos extensos de labor, particularmente en plantaciones de gran amplitud y es especialmente compleja considerando que las inflorescencias presentan brácteas pedunculares que dificultan el ingreso del polen, y también que muchas veces el proceso se realiza en plantas de edad avanzada, en las cuales la altura de las inflorescencias es mayor.

Ahora bien, en el estado de la técnica se encuentran descritas algunas alternativas orientadas a proporcionar aparatos para la polinización en plantas de interés agronómico. En particular, se han desarrollado algunos dispositivos motorizados que permiten la aplicación de polen por parte de operarios en diversas clases de plantas.

Así, en documentos de patente como CN208354273U, KR20160089719A y CN107484654 se enseñan dispositivos para la polinización en plantas o árboles frutales, tales como arándanos y kiwi, los cuales poseen recámaras para el almacenamiento del polen y mecanismos para la entrega del mismo, y han sido diseñados de manera que puedan ser llevados por el operario durante su operación.

Ahora bien, cada uno de estos dispositivos se encuentra diseñado para enfrentar dificultades propias del cultivo específico para cada tipo de planta, por ejemplo, el aparato descrito en el documento CN208354273U busca suprimir las pérdidas de polen relacionadas con los métodos tradicionales de polinización en arándanos, para lo cual emplea un sistema que posee una bolsa de aire unidireccional y, además, un cabezal perforado que permite la aplicación del polen.

Por su parte, el dispositivo descrito KR20160089719A busca controlar y corregir la cantidad de líquido atomizado y entregado por la boquilla, con el fin de disminuir las pérdidas de polen u otros agroquímicos dados durante los procesos de inseminación artificial o fumigación para plantas cultivadas en invernaderos, en donde el polen o agroquímico debe ser aplicado en medio líquido.

Asimismo, el documento CN107484654 busca mejorar la eficiencia del proceso de polinización en kiwi, el cual se lleva a cabo por medio de la aplicación de una

mezcla de polen líquida. Para conseguir dicho fin, este documento proporciona una máquina para la polinización de atomización neumática.

De otro lado, el documento de patente CN208657591U divulga un dispositivo diseñado para la polinización de las ramas superiores de árboles frutales, tales como manzaneros, perales o durazneros, el cual hace uso de un soplador de aire y una batería que lo alimenta. Sin embargo, este dispositivo se encuentra diseñado como un vehículo, y, por lo tanto, presenta un costo elevado y requiere de condiciones específicas de terreno para su operación.

De manera alternativa, el documento “*A cost-effective ground pollination system for hybridization in tall coconut palms*” de Kumar *et al.* (Current science, vol. 114, No. 5, 2018), describe un sistema para la hibridación de cocoteros altos, el cual se compone de una bomba de aire, una batería que alimenta dicha bomba, un cargador para la batería, un mecanismo de alimentación de polen, un tubo de transporte de polen y una bolsa de polinización modificada, la cual permite al operario llevar consigo el sistema mientras que escala hasta la corona de la palma para realizar la polinización.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, es importante señalar que se conocen alternativas de aparatos o dispositivos que permiten realizar procesos de polinización en plantas, los cuales están enfocados a mejorar la productividad de los cultivos, y se encuentran diseñados teniendo en cuenta las características fisiológicas propias de los cultivos de interés, a pesar de todo lo anterior, dichos aparatos o dispositivos no presentan una solución adecuada para el problema de polinización de los híbridos OxG.

Por lo tanto, es absolutamente claro que persiste la necesidad de desarrollar aparatos sencillos, portátiles, seguros y de bajo costo, que permitan mejorar la productividad a través de la polinización asistida y/o polinización artificial en plantas de híbridos OxG, evitando a su vez el riesgo laboral para el operario que lleva a cabo el proceso.

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INVENCION

Definiciones y abreviaturas

Con el fin de dar mayor claridad a la solicitud, se presenta a continuación una breve lista de términos y sus definiciones, los cuales deben ser entendidos en el campo técnico de la invención y siempre en el sentido más amplio y no limitativo.

Como se usa en la presente solicitud, el término *ANA* se refiere al Ácido 1-naftalenacético.

Como se usa en la presente solicitud, el término *RFF* se refiere a Racimos de Fruto Fresco de palma de aceite.

Como se usa en la presente solicitud, el término *OxG* se refiere a los híbridos de palma de aceite obtenidos como resultado del cruce de *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*.

Como se usa en la presente solicitud, los términos *Brácteas* y *Brácteas pedunculares* se emplean como sinónimos y se refieren a las hojas modificadas y especializadas asociadas a las inflorescencias originadas a partir del pedúnculo.

Como se usa en la presente solicitud, los términos *aparato*, *dispositivo*, *equipo*, *máquina* y *artefacto* se entienden como sinónimos y se emplean para describir el objeto de la invención.

Como se usa en la presente solicitud, el término *prófilo* se refiere a la primera bráctea de una rama auxiliar.

De esta manera, en la presente solicitud se describe un novedoso aparato para la polinización asistida y/o polinización artificial en híbridos de palma de aceite *OxG*, el cual cuenta con un recipiente de almacenamiento de mezcla, un mecanismo para la aplicación de la misma y un conjunto de ganchos para abrir parcialmente las brácteas pedunculares de las inflorescencias.

Característicamente, el aparato polinizador de la invención está conformado por un motor adaptado para disminuir el ruido y evitar el sobrecalentamiento, un regulador de carga, una batería, un panel solar, un recipiente para el

almacenamiento de mezcla(s) de productos empleados en polinización asistida (talco:polen) y/o artificial (talco:polen:ANA), un conducto que permite el transporte y la aplicación de esta(s) mezcla(s) y un tubo que, además de dar soporte al conducto de aplicación, presenta en su parte terminal una serie de ganchos para abrir las brácteas pedunculares.

En particular, el aparato polinizador de la invención se encuentra diseñado de forma tal que todos los elementos se encuentran ensamblados entre sí por medio de un arnés tipo chaleco, que permite ubicar el panel solar en la espalda del operario, logrando así que el aparato sea fácilmente transportado durante la jornada laboral.

Breve Descripción de las Figuras

La Figura 1 corresponde a una vista posterior del polinizador motorizado de la invención.

La Figura 2 corresponde al despiece del polinizador motorizado de la invención.

La Figura 3 corresponde a una vista en detalle del arnés tipo chaleco que hace parte del polinizador motorizado de la invención.

La Figura 4 corresponde a una vista frontal del polinizador motorizado de la invención, siendo usado por un operario.

La Figura 5 corresponde a una fotografía que enseña el polinizador motorizado de la invención en operación.

La Figura 6 corresponde a fotografías que ilustran el proceso de aplicación de la mezcla de productos utilizados para la polinización asistida y/o artificial mediante el polinizador motorizado de la invención.

La Figura 7 corresponde a una fotografía que enseña el resultado de la polinización en las inflorescencias.

La Figura 8 corresponde a esquema en donde se ilustra la clasificación dada por la evaluación de conformación de racimos en cultivares OxG.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En primer lugar, se aclara que los términos en que se han utilizado en la presente descripción deben ser entendidos dentro del campo técnico de la invención, siempre en el sentido más amplio y no limitativo de los mismos.

En este sentido, se presenta a continuación una descripción de los elementos que conforman el polinizador motorizado de la invención:

- (1) Arnés tipo chaleco: corresponde a una pieza o prenda formada por un conjunto de correas diseñadas para que el polinizador pueda ser portado por el operario. El arnés posee además compartimientos que dan soporte a los demás elementos que conforman el polinizador.
- (2) Motor modificado: corresponde a un motor eléctrico adaptado para disminuir el calentamiento y el ruido generado que comprende un motor eléctrico, una recámara formada por dos compartimientos, una hélice o aspa, tapas o tapones, y elementos de conexión a una tubería.
- (3) Batería: corresponde a un dispositivo que permite almacenar energía y convertirla en corriente eléctrica.
- (4) Panel, placa o módulo Solar: corresponde a un dispositivo encargado de captar la radiación solar para su aprovechamiento posterior como fuente de energía.
- (5) Recipiente de almacenamiento: corresponde a un envase que almacena la(s) mezcla(s) empleada(s) para la polinización asistida o artificial. Este recipiente comprende una recámara conectada a una tubería de salida y un tapón de acople.
- (6) Conducto de aplicación: corresponde a un ducto flexible que conduce la(s) mezcla(s) para polinización desde el recipiente de almacenamiento hasta las inflorescencias.
- (7) Tubo de soporte: corresponde a un cuerpo alargado que proporciona soporte al conducto de aplicación, el cual comprende, además, terminaciones

usadas para abrir las brácteas pedunculares para la aplicación de las muestras.

- (8) Mecanismo de accionamiento: corresponde a un dispositivo eléctrico que permite encender y apagar el aparato de la invención.
- (9) Medios de conexión eléctrica: corresponden al cableado y conexiones eléctricas que permiten el paso de corriente eléctrica entre los diferentes componentes del polinizador de la invención.
- (10) Regulador de carga: corresponde a un dispositivo encargado de regular la transferencia de energía desde el panel solar hacia la batería, con el fin de evitar que se dé una sobrecarga.

En este sentido, y de conformidad con la Figura 1, el polinizador motorizado de la invención comprende un arnés en forma de chaleco (1), un motor adaptado para disminuir el ruido y evitar sobrecalentamiento (2), una batería (3), un panel solar (4) y un recipiente de almacenamiento (5).

En una modalidad preferida, el panel solar (4) posee unas dimensiones tales que su área cubre substancialmente la espalda del trabajador, tal como puede observarse, por ejemplo, en la Figura 5. De este modo, la invención proporciona un aparato que posee un arreglo cómodo y liviano, que facilita su transporte por el operario durante la jornada de trabajo.

Asimismo, el aparato de la invención se caracteriza porque comprende un motor adaptado (2), que permite impulsar la(s) mezcla(s) evitando vibraciones, sobrecalentamiento y ruidos indeseados, los cuales afectan el desarrollo normal de la tarea, pues son incómodos y pueden llegar a representar un riesgo para el bienestar del operario.

De este modo, tal como se enseña en la Figura 2, el motor modificado (2) comprende un motor eléctrico (2a) ubicado al interior de una recámara formada por dos compartimientos (2b y 2b'), y una hélice o aspa (2c) encargada de generar corrientes de aire. De este modo, el primer compartimiento (2b) del recipiente actúa como soporte del motor eléctrico (2a) evitando la vibración del mismo, mientras que el segundo compartimiento (2b') proporciona un medio de

aislamiento térmico para el motor eléctrico (2a) dado por las corrientes de aire generadas por la hélice (2c). De otro lado, el segundo compartimiento (2b') se acopla a una tubería (2g) por medio de elementos de conexión (2e, 2f). Por último, los tapones (2d) permiten el cierre y la protección de la recámara. En una modalidad preferida, los medios de conexión (2e, 2f) corresponden a tuberías y elementos de acople, tales como codos, empleados comúnmente en el campo técnico.

De esta manera, el recipiente de almacenamiento (5) se conecta al motor modificado (2) por medio de la tubería (2g), la cual además transporta el aire generado por el motor, permitiendo así el movimiento de la mezcla.

Por otra parte, y de acuerdo con la Figura 2, el recipiente de almacenamiento (5) está formado por una recámara (5a) que se ensambla a un tapón de acople (5c) por medio de un elemento de unión (5b), una tubería de salida (5d) y un tapón (5e) que protege y cierra el extremo del recipiente (5). En particular, el tapón de acople (5c) posee aberturas para la unión de las tuberías (2e) y (5d), permitiendo el ensamblaje con las mismas.

En una modalidad, la recámara (5a) es una recámara que posee un compartimiento. En otra modalidad, la recámara (5a) posee dos compartimientos. En modalidades adicionales, la recámara (5a) posee más de dos compartimientos. En particular, el recipiente de almacenamiento (5) está adaptado para contener de manera segura las mezclas de productos empleadas tanto para la polinización asistida (polen:talco), como para la polinización artificial (polen:talco:ANA).

Asimismo, tal y como se ilustra en la Figura 2, el dispositivo de la invención posee un conducto de transporte y aplicación (6a) el cual actúa como canal de paso para la(s) mezcla(s) de productos utilizados para la polinización asistida y/o artificial desde el recipiente de almacenamiento (5) y su aplicación sobre las inflorescencias. En modalidades particulares, el conducto de aplicación (6a) se acopla a una boquilla de aplicación (6b) en uno de sus extremos. En modalidades particulares, el aparato de la invención posee un refuerzo (6c) el cual direcciona el conducto de aplicación (6a).

Por otra parte, de acuerdo con lo ilustrado en la Figura 2, el polinizador motorizado de la invención comprende además un tubo de soporte (7a) el cual soporta al conducto de transporte (6a). En particular, el tubo de soporte (7a) posee en uno de sus extremos una o más terminaciones en forma de gancho (7b). De este modo, las terminaciones (7b) permiten abrir parcialmente las brácteas pedunculares de manera que la inflorescencia queda expuesta para recibir la mezcla de productos utilizados para la Polinización asistida (Talco:Polen) y/o la mezcla de productos utilizados para la Polinización artificial (Talco:Polen:ANA). Asimismo, en algunas modalidades particulares, las terminaciones (7b) poseen una punta que permite marcar las hojas que sostienen las inflorescencias para su posterior reconocimiento en la plantación.

Ahora bien, el tubo de soporte (7a) se encuentra articulado con un mecanismo de accionamiento (8) que permite encender o apagar el dispositivo de la invención.

En particular, el mecanismo de accionamiento (8) se encuentra ubicado en la sección del tubo más cercana al recipiente de almacenamiento (5) de modo que es de fácil acceso y manejo para el operario, quien no pierde estabilidad durante la aplicación de la mezcla al accionar el dispositivo de la invención.

Asimismo, de acuerdo con lo enseñado en la Figura 2, el dispositivo de la invención posee medios de conexión eléctrica (9) que conectan la batería (3), el panel solar (4) y el motor adaptado (2) al regulador de carga (10), y el motor adaptado (2) al mecanismo de accionamiento (8). En donde dichos medios de conexión incluyen cables, terminaciones y conectores eléctricos.

De otro lado, conforme a la Figura 3, el arnés tipo chaleco (1) incluido en el polinizador motorizado de la invención comprende una serie de correas ajustables (1a), un bolsillo (1b) dentro del cual se ubica la batería (3), un bolsillo (1c) en donde se ubica el motor adaptado (2), un sujetador (1d) que se ajusta al recipiente de almacenamiento (5), una serie de correas (1e) configuradas para dar soporte al panel solar (4) y un sistema de correas (1f) que permiten ajustar el arnés al operario.

Igualmente, en una modalidad particular, la recámara (5a), empleada para el almacenamiento de la(s) mezcla(s) de productos utilizados en la polinización

asistida (Talco:Polen) y/o polinización artificial (Talco:Polen:ANA), y el tapón de acople (5c) se encuentran fabricados en un material liviano de alta resistencia mecánica y química, tal como PVC o similares.

En una modalidad preferida, los medios de conexión (2e, 2f) y la tubería (2g) se encuentran fabricados en materiales de alta resistencia mecánica, tales como PVC o similares.

En una modalidad preferida, el motor (2a) es un motor eléctrico de 12 Voltios DC 5 Amperios (21840 rpm).

En una modalidad particular, la batería (3) es una batería de 12 Voltios 5 A o cualquier alternativa equivalente.

En otra modalidad, el panel solar (4) es un panel solar policristalino de 10 Watts 12 Voltios.

En otra modalidad, tanto el recipiente (5) de almacenamiento de la mezcla de productos utilizados para la Polinización asistida (Talco:Polen) y/o una mezcla de productos utilizados para la Polinización artificial (Talco:Polen:ANA), como su tapa (5a), se encuentran fabricados en PVC, aluminio, o cualquier otro material de alta resistencia mecánica y química. En una modalidad adicional, la tubería de salida (5d) corresponde a una tubería metálica liviana. En una modalidad aún más preferida la tubería de salida se encuentra fabricada en cobre.

En aun otra modalidad, el conducto (6a) incluido en el polinizador motorizado de acuerdo con la invención es un conducto flexible con un diámetro suficiente para la salida homogénea de la mezcla, tal como una manguera fabricada en caucho, plástico o cualquier otro material de alta resistencia mecánica y química. En una modalidad preferida, el conducto de aplicación (6a) es una manguera de caucho de 10x15 mm de alta presión (lisa internamente), y su longitud se seleccionará de acuerdo con la altura de las palmas a tratar.

En una modalidad particular, el conducto (6a) se encuentra ubicado al interior del tubo de soporte (7a). En otra modalidad, el conducto (6a) se encuentra ubicado al lado del conducto (6a).

En una modalidad más, el tubo de soporte (7a) se encuentra fabricado en un material ligero y resistente, tal como aluminio. En aun otra modalidad, los ganchos (7b) se encuentran fabricados en un material resistente y duro, tal como acero o similares.

Asimismo, debe entenderse que el dispositivo de la invención comprende también todos los elementos de unión, tales como abrazaderas, tornillos, tuercas o similares, que puedan ser necesarios para su ensamblaje y funcionamiento.

En una modalidad preferida, la invención se relaciona con un método para la polinización asistida y/o artificial de híbridos de palma de aceite OxG, el cual comprende la etapa de aplicar una mezcla de polen-talco a inflorescencias femeninas en estado de antesis mediante el polinizador motorizado de la invención.

En una modalidad de la invención, el método de polinización asistida y/o artificial comprende las etapas de:

- (a). identificar las inflorescencias óptimas para la aplicación de la(s) mezcla(s) polen-talco (en caso de polinización asistida) y/o polen-talco-ANA (en caso de polinización artificial),
- (b). abrir el prófalo y las brácteas pedunculares para descubrir la inflorescencia, mediante el gancho (7b)
- (c). aplicar la mezcla de polen-talco mediante el polinizador motorizado de la invención,
- (d). marcar las inflorescencias polinizadas haciendo uso de la punta del gancho (7b)

En una modalidad preferida de la invención, el método de la invención comprende la aplicación de una mezcla de productos utilizados para la Polinización asistida (Talco:Polen) y/o una mezcla de productos utilizados para la Polinización artificial (Talco:Polen:ANA), en donde el método de aplicación dependerá de las condiciones establecidas en cada plantación.

En una modalidad del método de la invención, la polinización es polinización asistida. Así, la aplicación de la mezcla Polen:Talco deberá realizarse en un mismo lote con una frecuencia de 3 veces por semana, es decir, ingresando al lote día de por medio.

En una modalidad del método de la invención, la polinización es polinización asistida, y la mezcla de polen-talco aplicada a las inflorescencias tiene una proporción de 1:7 respectivamente, es decir, por cada gramo de polen utilizado en la mezcla se adicionan 7 gramos de talco. Ahora bien, en otras modalidades de la invención, se emplean proporciones diferentes en mezcla polen:talco, tales como 1:10 (Polen:Talco).

En otra modalidad del método de la invención, la polinización es polinización artificial, en la cual la aplicación de la mezcla Polen:Talco:ANA se realiza una vez o dos veces por semana, dependiendo del número de inflorescencias encontradas en el lote en particular. En particular, de acuerdo con el método de la invención cada una de las inflorescencias deben ser polinizadas una vez por semana, por 3 semanas consecutivas, y no deben ser sobrepolinizadas en la misma semana.

De este modo, en una modalidad de la invención, el operario ingresará 2 veces por semana a un mismo lote a fin de identificar las inflorescencias en estado de antesis y aplicar la(s) mezcla(s) sobre las mismas, favoreciendo la formación de frutos normales (frutos con cuesco).

En una modalidad particular del método de la invención, la polinización es polinización artificial, y la mezcla de polen:talco:ANA aplicada a cada inflorescencia comprende de aproximadamente 80 mg a aproximadamente 120 mg de Polen, de aproximadamente 1000 mg de talco a aproximadamente 4000 mg de talco, y de aproximadamente 100 mg a aproximadamente 280 mg de ANA..

En una realización, la cantidad total de mezcla aplicada a cada inflorescencia es de entre aproximadamente 1180 a aproximadamente 4000 mg. En una realización particularmente preferida, la cantidad de mezcla por aplicación es de aproximadamente 1400 mg. En otra modalidad, esta cantidad es de aproximadamente 4000 mg.

En una modalidad preferida, la mezcla comprende aproximadamente 120 mg de ANA por aplicación en cada inflorescencia. En otra modalidad, la mezcla comprende aproximadamente 180 mg de ANA por aplicación en cada inflorescencia. En aún otra modalidad más preferida, la mezcla comprende aproximadamente 240 mg de ANA por aplicación en cada inflorescencia.

En una realización preferida, la mezcla comprende aproximadamente 100 mg de polen por aplicación en cada inflorescencia. En aun otra realización, la mezcla comprende aproximadamente 80 mg de polen por aplicación en cada inflorescencia.

En una realización particular, la mezcla comprende la cantidad de talco necesaria para alcanzar una peso total preseleccionado por aplicación en cada inflorescencia. De este modo, la cantidad de talco presente en cada mezcla se calculará a partir de la cantidad de ANA y la cantidad de polen empleadas, y a partir de la cantidad total de mezcla necesaria para la aplicación en cada inflorescencia. Así, dependiendo la modalidad, la mezcla podrá comprender talco en cantidades de, por ejemplo, 1180 mg, 1120, 1060 o 3680 mg, según sea el caso.

Ejemplo

Se fabricó un polinizador motorizado y se procedió a realizar la polinización asistida de acuerdo con lo mencionado en la presente solicitud en un cultivo de Híbrido OxG material Unipalma de 7 años.

De este modo, y de acuerdo con las Figuras 4 y 5, el polinizador motorizado de la invención demostró que puede ser portado y operado por el operario sin requerir un esfuerzo físico significativo, permitiendo alcanzar inflorescencias altas sin dificultad.

Resultados polinización asistida

En primer lugar, se llevó a cabo el procedimiento de polinización asistida empleado una pera de succión (de operación manual) para la aplicación de la muestra. De este modo, se aplicó la mezcla polen-talco por medio del dispositivo

de la invención, tal como puede observarse en la figura 6, por aproximadamente 2 meses, realizando seguimiento de formación de RFF.

En total se evaluaron 12 racimos por cada equipo de aplicación (dispositivo de la invención y pera de succión), de los cuales 9 estaban en estado de antesis y los 3 restantes en estado de post-antesis al momento de ser polinizados. Los resultados pueden encontrarse en las tablas 1 y 2 mostradas a continuación.

Tabla 1 Resultados alcanzados empleando el polinizador de la invención.

Racimos polinizados con el aparato de la invención		
Racimos	Tipo	Peso (kg)
1	Antesis	22,5
2	Antesis	18,1
3	Antesis	21,6
4	Antesis	19,6
5	Post-Antesis	10,9
6	Post-Antesis	14,8
7	Antesis	23,7
8	Antesis	23,7
9	Antesis	19,2
10	Antesis	21,7
11	Antesis	26,3
12	Post-Antesis	12,7
Promedio/Tipo antesis		21,8
Promedio/Tipo post-antesis		12,8
Promedio general		19,6

Tabla 2 Resultados alcanzados empleando la pera de succión.

Racimos polinizados con pera de succión		
Racimos	Tipo	Peso (kg)
1	Antesis	18,6
2	Antesis	16,8
3	Antesis	12,9
4	Antesis	12,8
5	Post-Antesis	10,6
6	Antesis	18,4
7	Antesis	15,7
8	Antesis	16,4
9	Post-Antesis	10,8
10	Antesis	11,5
11	Post-Antesis	9,8
12	Antesis	10,2
Promedio/Tipo Antesis		14,8
Promedio/Tipo Post-antesis		10,4
Promedio General		13,7

Para las inflorescencias que se polinizaron en estado de Antesis con el dispositivo de la invención, el peso promedio fue de 21,8 kg, con un aumento de 7,0 kg comparado con la polinización con Pera.

Por otra parte, inflorescencias polinizadas en estado de Post-Antesis con el dispositivo de la invención presentaron un peso promedio de 12,8 kg, con un aumento de 2,4 kg comparado con la polinización con Pera.

De este modo, la ganancia en peso de los frutos lograda con el dispositivo de la invención en comparación con la Pera fue de 5,9 kg, sin tener en cuenta el estado de la inflorescencia.

Los resultados del proceso de polinización asistida empleando el aparato de la invención pueden observarse en la Figura 7, en donde en los cuadros A y C se observan las inflorescencias sin polinizar, mientras que en los cuadros B y D se observa la formación de los frutos en las mismas, después de dos meses de aplicación de mezcla polen-talco.

Resultados de polinización artificial

Por otra parte, se llevó a cabo la polinización artificial en híbridos de OxG aplicando mezclas de ANA:Polen:talco mediante el polinizador motorizado de la invención. De este modo, se evaluaron diferentes cantidades de ANA para su aplicación por inflorescencia, ensayando mezclas de acuerdo con lo descrito en la Tabla 3 a continuación:

Tabla 3 Mezclas ejemplares empleadas en el proceso de polinización artificial.

Componente\Mezcla	1	2	3
ANA (mg)	120	180	240
Polen (mg)	100	100	100
Talco (mg)	1180	1120	1060
Total (mg)	1400	1400	1400

De este modo, en todos los casos se manejó una cantidad final de 1,4 g de mezcla (Polen- Talco- ANA), lo cual implica una disminución con respecto a la cantidad recomendada por Cenipalma, que es de 4 g de mezcla. Lo anterior se debe a la potencia del equipo, que permite tener una aplicación más uniforme de la mezcla.

Sin embargo, deberá entenderse que la presente invención no se limita de ninguna manera a dichas cantidades particulares de mezcla total o de cada uno de sus componentes.

Asimismo, se evaluó la aplicación de dichas mezclas tanto a inflorescencias descubiertas como a inflorescencias cubiertas por las brácteas. Los resultados obtenidos se muestran a continuación en la tabla 4:

Tabla 4 Resultados de la aplicación de distintas mezclas mediante diferentes metodologías

Tratamiento	Descripción	Cantidad de Racimos cortados	Peso promedio (kg)
T1	Aplicación de mezcla 3 con descubrimiento de inflorescencias	5	18,2
T2	Aplicación de mezcla 2 con descubrimiento de inflorescencias	11	19,8
T3	Aplicación de mezcla 3 sin descubrimiento de inflorescencias	8	19,6

De este modo, tal como se observa en la tabla 4, el proceso de polinización artificial de la presente invención demostró ser efectivo en las dos metodologías de aplicación evaluadas, encontrando un mejor rendimiento en el tratamiento T2. En consecuencia, se evidenció la eficiencia del aparato de la invención incluso en bajas cantidades de ANA o sin descubrimiento de las inflorescencias.

Estudio de clasificación de racimos

Finalmente, se realizó una clasificación del tipo de racimos según la formación de frutos en los cultivares de híbridos OxG. La cual, tal como se ilustra en la Figura 8, consiste en catalogar los racimos en clases de acuerdo con el porcentaje de formación de frutos, así, a mayor cantidad (expresada en %) de frutos formados, menor número de clase.

Se evaluó un total de 304 racimos en los cuales se llevó a cabo la polinización artificial mediante el método de la invención. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5, a continuación:

Tabla 5 Clasificación de racimos polinizados artificialmente

	Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4
% de racimos	73,9	23,6	2,5	---

Estos resultados demuestran que, como resultado de la aplicación del método de la invención, más del 96% de los racimos evaluados son de clase 1 y 2, es decir, tienen una formación de frutos está entre el 70 y 100%. Por lo tanto, la aplicación de este método da como resultado una formación apropiada del racimo, favoreciendo así la tasa de extracción de aceite.

Por último, a partir de los ensayos realizados fue posible verificar que:

- El dispositivo de la invención se puede encontrar en funcionamiento durante toda la jornada de trabajo, gracias al sistema de batería y panel solar.
- Se mejoró la cantidad y el peso de los racimos de fruta fresca (RFF) formados en la parte inferior de la inflorescencia.
- Se disminuyeron los tiempos en la aplicación de las mezclas (Polen-Talco) o (Polen-Talco-ANA), aumentando así la eficiencia en la labor.
- El dispositivo fue aceptado por los operarios.
- Se redujo el esfuerzo físico de la labor físico tanto en evitar aplicaciones con la boca como con aplicaciones con pera, evitando problemas respiratorios y desarrollo de enfermedades laborales como túnel carpiano.
- Se disminuyó el esfuerzo físico de la labor al evitar abertura total de brácteas pedunculares, aumentando el rendimiento de los operarios.

- Se disminuyeron los riesgos para la salud y se mejoró la seguridad del personal.
- Se comprobó la eficiencia del aparato de la invención incluso bajo condiciones de lluvia (a excepción de tormentas eléctricas o fuertes lluvias).
- Se comprobó que el aparato de la invención puede ser utilizado en polinización artificial con ANA en polvo.

Por último, se deberá reconocer que las variaciones o modificaciones secundarias hechas al dispositivo de polinización motorizado particular que ha sido enseñado en detalle en la presente solicitud se encuentran dentro del ámbito de aplicación de la presente invención.