

Título

DISPOSITIVO DE SUJECCIÓN DE INSECTOS

Sector tecnológico de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo para restringir el movimiento de artrópodos. Más concretamente, a un dispositivo para sujetar insectos tales como una abeja, con fines de investigación.

Estado de la técnica

El desarrollo de mecanismos de inmovilización de abejas data de mediados del siglo pasado, con el arreglo inventado por Hubert Frings (1944) que permitía inmovilizar abejas con el propósito de identificar las regiones corporales sensibles a la estimulación de una solución azucarada que provocará la extensión de la probóscide. El mismo involucró el uso de éter, compuesto que al ser inhalado por parte del animal producía su anestesiamento, permitiendo la manipulación del cuerpo de la abeja, sin que esta pudiera picar, y la inserción de sus alas en un bloque de cera mientras el animal aún permanecía adormecido por efecto del éter. Un diseño posterior, desarrollado por Kubuwara en 1957, cambiaba el bloque de cera por un clip para papeles metálico, también sujetando a las abejas por las alas. Estos arreglos solo fueron reportados en dichas investigaciones y su uso no vio luz en otras investigaciones.

El protocolo de Respuesta de Extensión de Probóscide (PER) desarrollado por Bitterman y colaboradores (1983) fue el primer protocolo de investigación del paradigma PER consistentemente usado por diversos investigadores en el mundo interesados en dicho fenómeno.

Los porta insectos más usados en el protocolo PER consisten en un tubo cilíndrico cortado en el que se ubica la abeja y se sujeta con una cinta adhesiva para intentar mantener inmóvil la cabeza y otra para mantener inmóvil el cuerpo de la abeja (Bitterman et al., 1983; Matsumoto et al., 2012; Scheiner et al., 2013). Este método tradicional requiere considerable pericia del investigador, lo que puede ocasionar diferencias en los resultados como fruto del ruido experimental que genera esto, además que, en cierta medida el insecto puede ser dañado en el proceso debido a la cinta adhesiva. Otra de las características de este método, es que para lograr ubicar a la abeja se deben someter las abejas a una temperatura reducida para adormecerlas y hacerlas más fáciles de manipular.

Más allá del porta insectos tradicional, en el estado de la técnica se encontraron varios dispositivos para portar y sujetar insectos, pero poseen características claramente distinguibles con relación al dispositivo de sujeción de insectos aquí divulgado.

La patente US7036454B2 divulga un porta insectos, el cual comprende una carcasa en la que se retiene el insecto con la cabeza del insecto hacia el exterior de la carcasa. No obstante, este porta insectos está compuesto de varias partes separables entre sí, haciéndolo más difícil de maniobrar por el experimentador y al mismo tiempo más difícil de construir y ensamblar. También cuenta con una abertura para la cabeza y la probóscide,

y otras aberturas para las patas, lo cual puede dificultar la ubicación de la abeja si las patas no quedan en el lugar señalado para tal fin, haciendo que requiera cierta pericia del experimentador. Esta patente presenta opciones de introducir a la abeja que no requieren sedación, pero para esto deben usarse elementos adicionales como comida, olor, luz o mucha pericia del investigador. El método de fabricación de este porta insectos consiste en procesos industriales como mecanizado o moldeado, lo que representa cierta restricción para diferentes investigadores o laboratorios que no cuentan con acceso a este tipo de procesos.

La solicitud de patente US20110185787A1 divulga un porta insectos que comprende un cuerpo para retener la cabeza del insecto en una posición predeterminada. Sin embargo, el diseño es de fabricación industrial, sin especificar el material empleado, lo que puede dificultar su replicación. Este diseño cuenta con un sistema de detección de extensión de la probóscide, pero solo permite una detección binaria de si hubo intención o no y, al ser un diseño pensado para la industria, le agrega partes electrónicas al diseño sin considerar posible ruido experimental al existir otros estímulos sensoriales para la abeja. En este diseño existe un gatillo retráctil que va desde la base, lo que hace que pueda presionar el cuerpo de la abeja además de su cabeza.

En el artículo *Revisiting olfactory classical conditioning of the proboscis extension response in honey bees: A step toward standardized procedures* (2012) divulgan diferentes porta insectos para retener abejas, sin embargo, todos estos diseños usan cinta para ajustar la abeja perjudicando la supervivencia y aumentando la dificultad para el arnesado, debido al diseño también la probóscide puede quedarse atascada en el tubo o las extremidades superiores pueden interferir también en la extensión de la proboscis, lo que puede ocasionar pérdida de datos y ruido experimental.

Como se logró evidenciar en el estado de la técnica, existe una variedad de porta insectos que retienen la cabeza del insecto en una posición determinada. No obstante, ninguno de los porta insectos ha sido diseñado, específicamente, para experimentación en laboratorio, buscando disminuir diferentes ruidos experimentales como estímulos de diferentes fuentes o buscando que la probóscide no se vea afectada por la posición de la mandíbula ante giros de la cabeza del animal o a la posición de las patas. Otros diseños tampoco propenden por facilitar la replicabilidad del dispositivo con tecnologías que garanticen una réplica exacta empleando tecnologías de alta accesibilidad como la impresión 3D por método de Fabricación por Filamento Fundido (FFF).

Figuras y descripción de las figuras

Figura 1. Vista general, Corte transversal isométrica frontal superior del dispositivo de sujeción de insectos que permite distinguir el tubo 106 donde se ubica el insecto a inmovilizar.

Figura 2. Vista isométrica frontal izquierda del dispositivo de sujeción de insectos donde es posible observar el área de salida de la probóscide sobre el reposacabeza 104.

Figura 3. Vista isométrica trasera izquierda del dispositivo de sujeción de insectos que muestra el gatillo 103 que facilita la sujeción e inmovilización del insecto.

Figura 4. Vista isométrica trasera izquierda desde la parte baja del dispositivo de sujeción de insectos que hace posible observar los espacios cilíndricos 105 y 106 donde se dan las características de la invención aquí reivindicada.

Figura 5. Corte transversal y acotado del dispositivo de sujeción de insectos para una de las realizaciones específicas aplicada a abejas de la especie *Apis mellífera*.

Figura 6. Modo de uso del dispositivo de sujeción que detalla el ingreso sujeción e inmovilización de la abeja sin que se le cause daño y quedando dispuesta para el procedimiento experimental del cuál ha de salir ilesa.

Descripción de la invención

Se reivindica un dispositivo de sujeción de insectos hecho en elastómero plástico flexible (tipo caucho rígido) que aloja un insecto a la vez para su estudio en laboratorio. La invención mejora las condiciones de introducción del insecto al soporte ya que implementa un mecanismo que por medio de un tubo externo (**107**) efectúa la apertura de un gatillo retráctil (**103**) mientras el insecto es acomodado en la cámara interna (**106**) diseñada para este fin. El mecanismo de sujeción se acciona suavemente de forma automática al retirar el tubo externo (**107**), asegurando al insecto de tal forma que se garantice su bienestar y supervivencia.

Con el propósito de facilitar e incentivar la investigación conductual en abejas en Colombia, se ha desarrollado un arnés de sujeción de insectos basado en impresión 3D y fabricado con un material plástico flexible. Este dispositivo no solo apoya el trabajo de los laboratorios que requieren esta tecnología, sino que también mejora las condiciones de los experimentos en el laboratorio. El material flexible facilita su manipulación, aumenta sus prestaciones y características, y garantiza una vida útil prolongada, lo que asegura condiciones térmicas adecuadas para la supervivencia de los insectos mientras están dentro del dispositivo. Como resultado, este avance contribuye a lograr tasas de aprendizaje más rápidas y efectivas en el estudio de los insectos.

El dispositivo también se enfoca en reducir el ruido experimental en la investigación y simplificar el proceso para los investigadores al eliminar la necesidad de sedar previamente a los insectos. Por otro lado, también mejora las condiciones de alojamiento de los insectos en el arnés, minimizando así el impacto de factores humanos en los resultados. Además de sus beneficios, este dispositivo busca promover el acceso global a esta tecnología al estar diseñado para ser fabricado mediante impresión 3D, resulta fácil que cada laboratorio pueda imprimir los que sean necesarios en pocas horas y empezar a usarlos inmediatamente, sin recurrir a costos de fabricación excesivos o de difícil acceso.

Otra ventaja añadida de la fabricación del casquillo por impresión 3D es la reducción de costes de fabricación en el caso de la impresión de pocas unidades: el costo de fabricación de pocas unidades utilizando las técnicas de moldeado y mecanizado resulta alto y los casquillos solo son baratos si se realiza producción masiva.

Descripción detallada de la invención

Se reivindica un dispositivo de sujeción para insectos hecho en elastómero plástico flexible (tipo caucho rígido) que aloja un insecto a la vez para su estudio en laboratorio, en el cual se mejora la introducción del insecto garantizando su bienestar y supervivencia. El dispositivo de sujeción, con una altura entre 20 mm y 35mm (sin el tubo externo) y un diámetro externo entre 10 mm y 20 mm, se compone de un gatillo móvil **(103)**, el cual posee un pestillo **(101)** que permite liberar el insecto y un seguro para la cabeza del insecto **(102)**, una cámara externa **(105)** con un diámetro entre 10mm y 13mm para el acceso de un tubo externo **(107)** con espesor entre 1 y 2 mm, una cámara interna **(106)** con diámetro entre 5mm y 8mm para el alojamiento del insecto con un reposacabeza **(104)** al final de esta (Ver Figura 5).

Fabricado en Poliuretano Termoplástico (TPU por sus siglas en inglés) mediante la tecnología de impresión 3D FFF (Fabricación por Filamento Fundido), el arnés es un dispositivo pequeño que tiene como protagonistas al par de orificios concéntricos mostrados en las Figuras 1, 4 y 5, representado la cámara externa **(105)**, que permite el acceso de un tubo externo **(107)** o tubo de acceso que sirve para conducir cada insecto a su posición ideal, pero además, el tubo externo **(107)** permite empujar el gatillo móvil flexible **(103)** que al estar construido en este material TPU permite la movilidad del mismo desde su base.

El gatillo móvil flexible **(103)** es una pieza sólida sin bisagras ni hendiduras que integra en la misma pieza el pestillo **(101)** y el seguro para la cabeza del insecto **(102)** (ver Figuras 2 y 3), y que al retirar el tubo externo **(107)** del interior del dispositivo retoma su forma y posición original. El pestillo **(101)** es una pestaña que sobresale al final del gatillo y es jalado por la persona que esté efectuando el experimento para liberar al insecto; a futuro (y pensando en que el arnés puede ser integrado a alguna máquina) esta parte puede ser usada para liberar al insecto sin intervención humana. El seguro para la cabeza del insecto **(102)** se ubica al final del gatillo móvil flexible **(103)** en dirección hacia el reposacabeza **(104)**.

La cámara interna **(106)** es el espacio ocupado por cada insecto mientras es alojado en el arnés. A su vez, el reposacabeza **(104)** está dispuesto para que la cabeza del insecto repose mientras permanece dentro del arnés, al sacar la cabeza por la abertura superior; el reposacabeza **(104)** está constituido por dos pestañas ubicadas al final de la cámara interna **(106)** para que el insecto pueda posar su cabeza y a su vez, se posicione completamente derecho dentro del dispositivo y mirando hacia el frente, posición apropiada para la experimentación y el adecuado análisis por parte de los investigadores. Al ser retirado el tubo externo **(107)**, el gatillo móvil flexible **(103)** empieza a retomar su posición y forma original, en ese momento y a consecuencia de esto, el seguro para la cabeza del insecto **(102)** se ubica detrás de la cabeza del insecto sin hacer demasiada presión y a cierta distancia del reposacabeza **(104)** pero sin llegar a lastimar al insecto.

Ejemplo de aplicación del dispositivo en la práctica

En la Figura 5 se muestra el corte transversal y acotado del dispositivo de sujeción de insectos para una de las realizaciones específicas, en donde el insecto a sujetar es una abeja. En la Figura 6 se muestra el modo de uso del dispositivo. Para este ejemplo se emplea una de las realizaciones específicas del dispositivo, donde se usa como tubo externo (107) una jeringa modificada (sin la punta) con su émbolo, sin ser este limitante para el tipo de tubo externo que se pueda emplear. A continuación se describe el modo de uso:

- A. Se introduce el insecto en el tubo externo **(107)** mientras que el émbolo de la jeringa está alejado del borde superior y todo esto se ubica bajo el dispositivo de sujeción.
- B. Se procede a dar inicio con la inserción del tubo de la jeringa dentro de la cámara externa **(105)**.
- C. Conforme se ejerce un poco de fuerza al introducir el tubo externo **(107)** en el dispositivo, y debido a su forma, el gatillo móvil flexible **(103)** opone cierta resistencia, gracias a que el dispositivo está hecho en **TPU** y este material es altamente flexible, por lo tanto, cede y se va deformando hacia atrás, dándole paso al tubo externo **(107)** hasta que pueda llegar al tope superior de la cámara externa **(105)**. Mientras tanto, la cámara interna **(106)** queda dentro del tubo de la jeringa y se convierte en el único camino posible que tiene el insecto, esto completa el empalme.
- D. Luego de que el tubo externo **(107)** llega al tope superior de la cámara externa **(105)**, en esta realización, el émbolo es útil para motivar al insecto a que se desplace hacia arriba y ocupe su lugar, teniendo como única posibilidad el seguir subiendo hasta llegar a quedar acomodado con la cabeza entre el seguro para la cabeza del insecto **(102)** y el reposacabeza **(104)**.
- E. Cuando se le ve bien acomodado al insecto se procede a retirar lentamente el tubo externo **(107)** para que a su vez el gatillo móvil flexible **(103)** retome su forma y posición original y sujete así la cabeza del insecto y el cuerpo quede de manera holgada dentro de la cámara interna **(106)**, posicionando al insecto completamente derecho dentro del dispositivo y mirando hacia el frente, posición adecuada para la experimentación y adecuado análisis por parte de los investigadores.

Se propone de esta manera una solución novedosa e inventiva para el trabajo experimental con insectos que hace uso de los materiales plásticos y técnicas de manufactura actuales (impresión 3D) para proponer un soporte flexible que permite asegurar al insecto sin recurrir a más aditivos o materiales que puedan terminar injuriando al artrópodo, el cual es ubicado en su lugar de experimentación mediante un tubo y un émbolo, que puede ser una jeringa modificada, con esto se asegura que la ubicación del insecto en su posición experimental es eficaz y eficiente además de permitir asegurar la indemnidad del insecto.

Aunque el dispositivo de sujeción de insectos se ha descrito a modo de ejemplo con referencia a una realización específica de la invención, pueden realizarse diversas modificaciones o adiciones sin apartarse del desarrollo reivindicado.

Reivindicaciones

1. Un dispositivo de sujeción para insectos impreso en plástico flexible (tipo caucho rígido) CARACTERIZADO PORQUE comprende: la introducción del insecto mediante la combinación de las cámaras cilíndricas **105** y **106** que ante la acción de un tubo externo (**107**) provisto de un émbolo, mediante el cual se apoya la introducción del insecto, permite al desplazar el gatillo móvil (**103**) y brindar las condiciones para ubicar y asegurar el insecto mediante el seguro para la cabeza del insecto (**102**) el cual se ubica sobre los reposacabeza (**104**); el pestillo (**101**) dispuesto sobre el gatillo móvil (**103**) permite liberar al insecto una vez concluida la prueba.

Anexo - Figuras

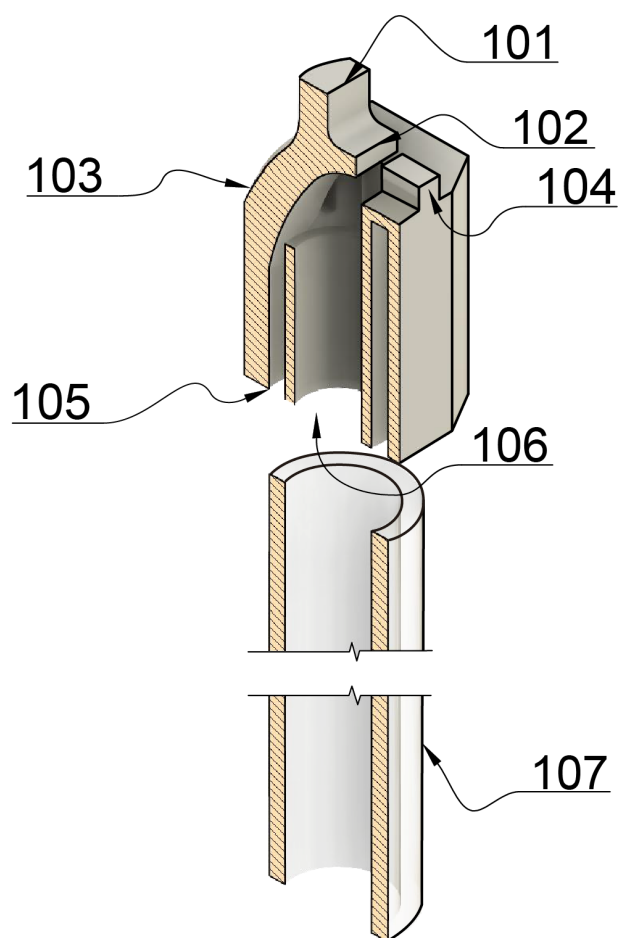


Figura 1

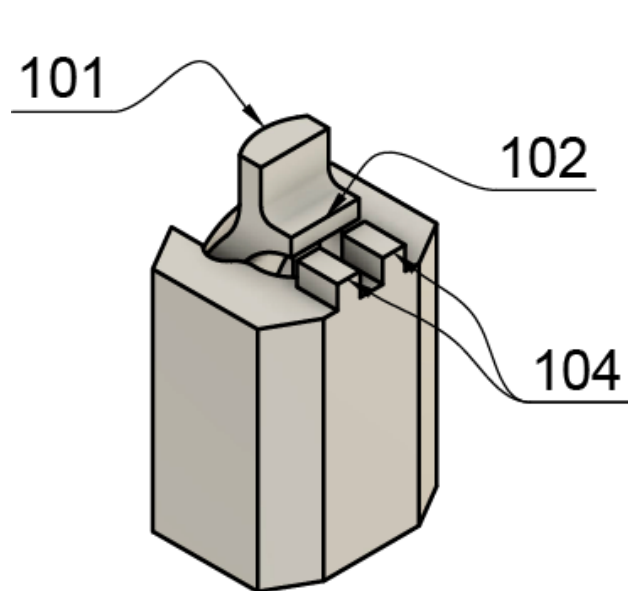


Figura 2.

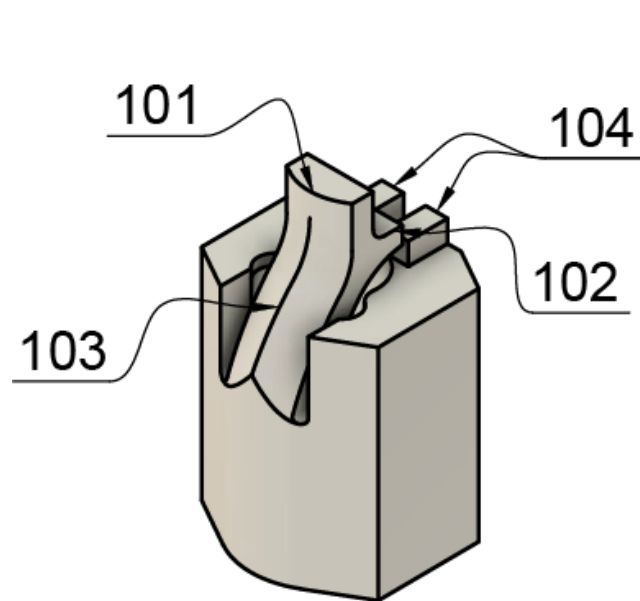


Figura 3.

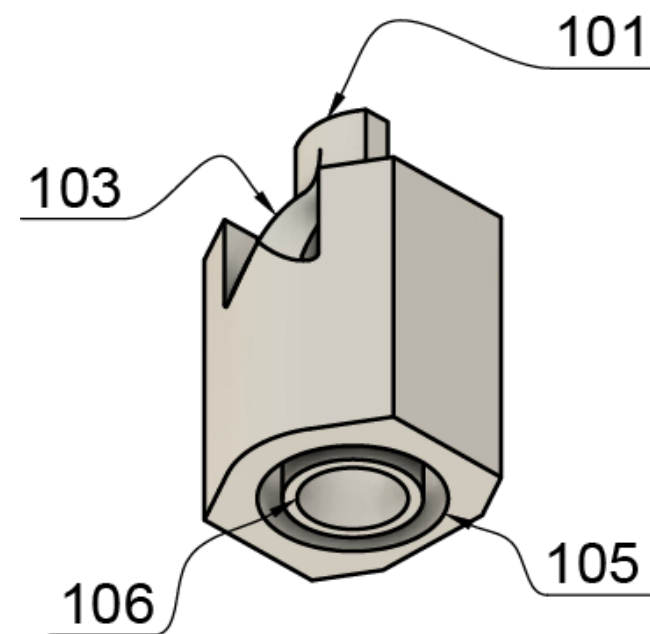


Figura 4.

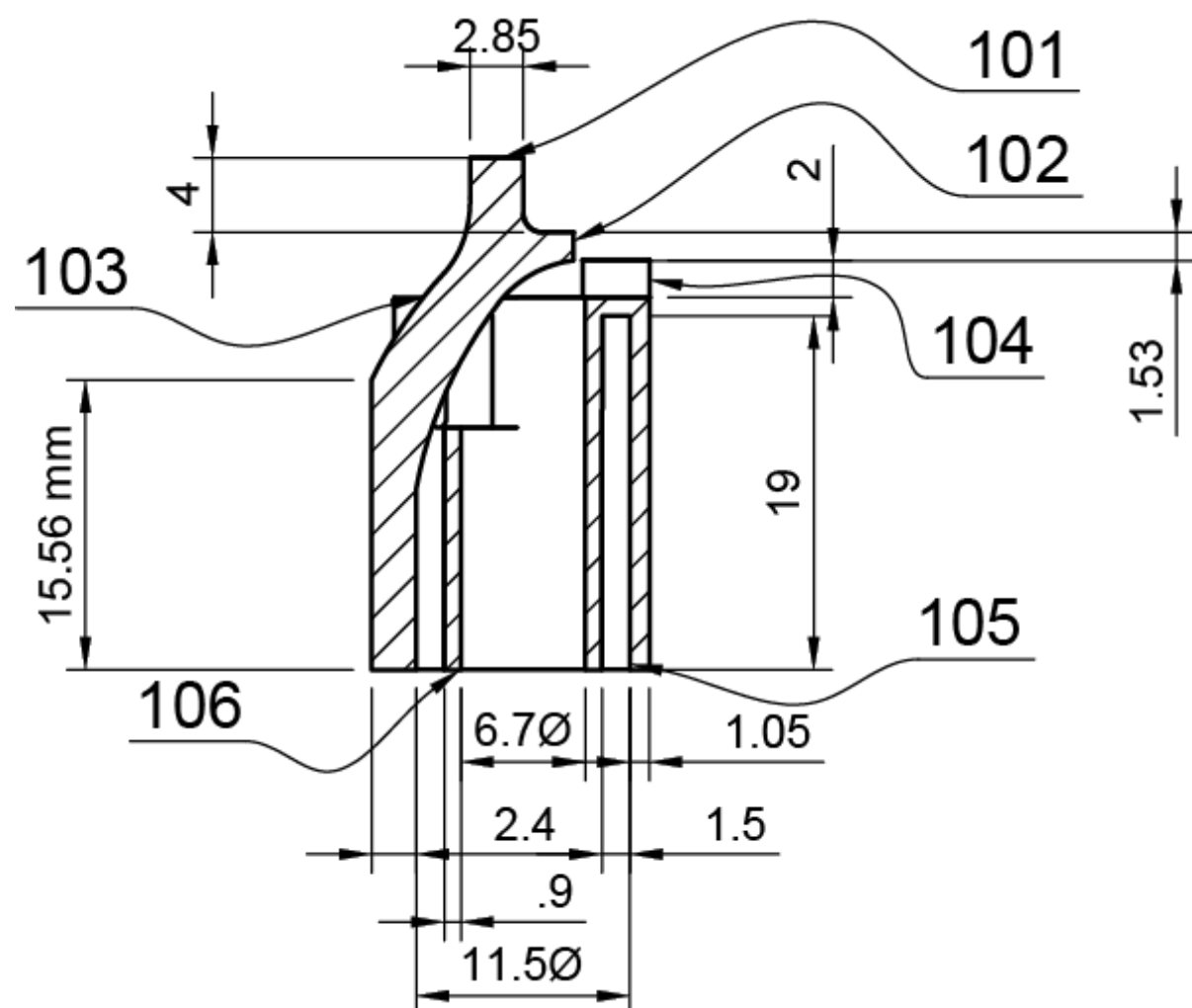


Figura 5.

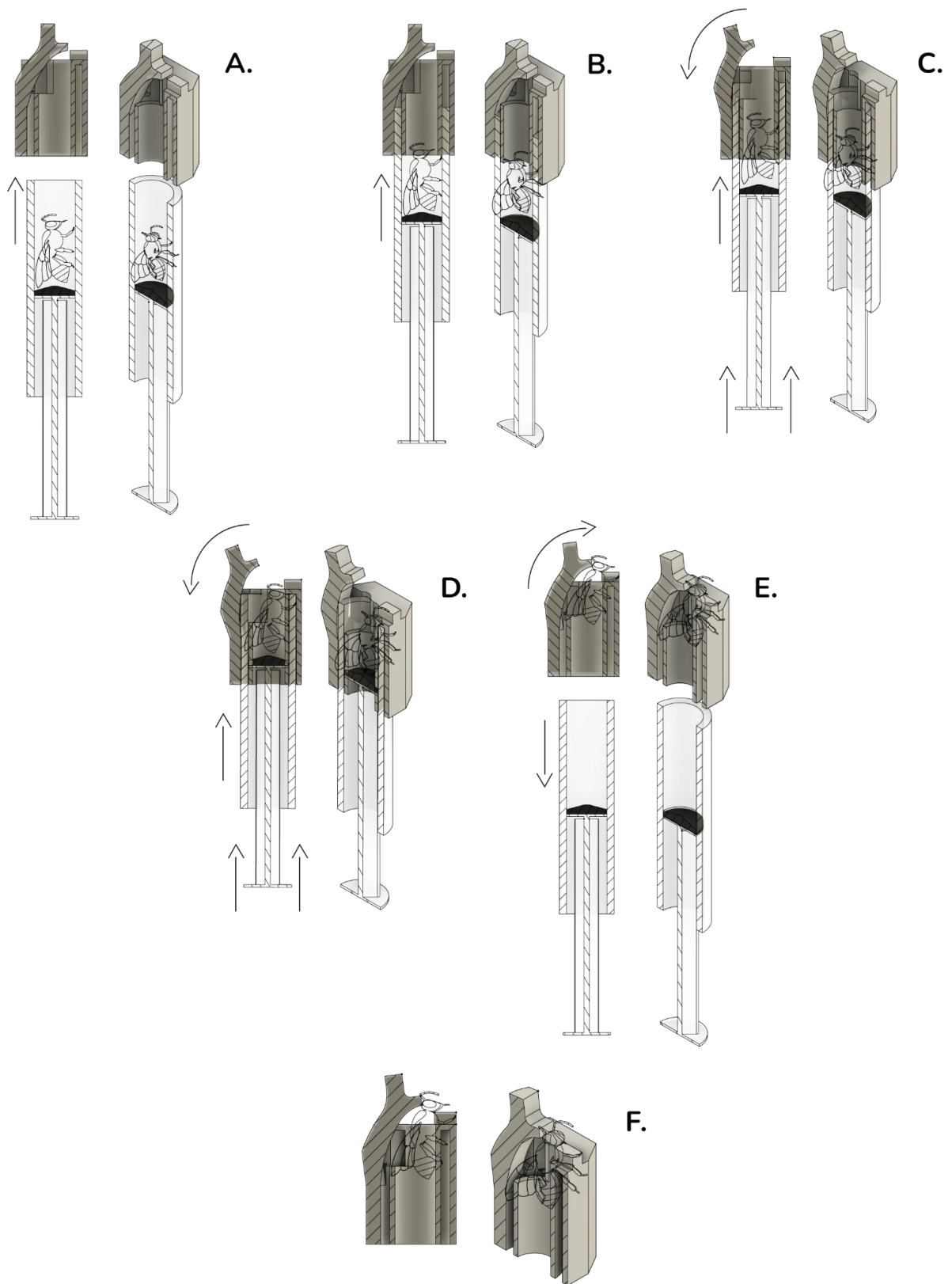


Figura 6

Resumen

Un dispositivo de sujeción para insectos hecho en plástico flexible (tipo caucho rígido) que aloja un insecto a la vez para su estudio en laboratorio, mejora la introducción del insecto garantizando su bienestar y supervivencia. El dispositivo de sujeción, con una altura entre 20 mm y 35mm (sin el tubo externo) y un diámetro externo entre 10 mm y 20 mm, se compone de un gatillo móvil **(103)**, el cual posee un pestillo **(101)** que permite liberar el insecto y un seguro para la cabeza del insecto **(102)**, una cámara externa **(105)** con un diámetro entre 10mm y 13mm para el acceso de un tubo externo **(107)** con espesor entre 1 y 2 mm, una cámara interna con diámetro entre **(106)** para el alojamiento del insecto con un reposacabeza **(104)** al final de esta.

REFERENCIAS

- Bitterman, M. E., Menzel, R., Fietz, A., & Schäfer, S. (1983). Classical conditioning of proboscis extension in honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Comparative Psychology*, 97(2), 107–119. <https://doi.org/10.1037/0735-7036.97.2.107>
- Briens, M., Grant, D., Bax, M., Westley, D., & Cherry, K. (2009). *Insect holder* (Patent No. US20110185787A1). U.S. Patent and Trademark Office. <https://patentimages.storage.googleapis.com/04/34/94/ca477c2299d6ac/US20110185787A1.pdf>
- Davis, P., Tomkins, P. W., Cherry, K. A., & Bayliss, J. S. (2002). *Insect holder* (Patent No. US7036454B2). U.S. Patent and Trademark Office. <https://patentimages.storage.googleapis.com/cc/8c/8a/ff889f5106896a/US7036454.pdf>
- Kuwabara, M. (1957). Bildung des bedingten Reflexes von Pavlovs Typus bei der Honigbiene, *Apis mellifica*. *J Fac Hokkaido Univ Ser VI Zol*, 13, J Fac Hokkaido Univ Ser VI Zol. [https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/27274/1/13\(1_4\)_P458-464.pdf](https://eprints.lib.hokudai.ac.jp/dspace/bitstream/2115/27274/1/13(1_4)_P458-464.pdf)
- Matsumoto, Y., Menzel, R., Sandoz, J. C., & Giurfa, M. (2012). Revisiting olfactory classical conditioning of the proboscis extension response in honey bees: A step toward standardized procedures. *Journal of Neuroscience Methods*, 211(1), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2012.08.018>
- Scheiner, R., Abramson, C. I., Brodschneider, R., Crailsheim, K., Farina, W. M., Fuchs, S., Grünewald, B., Hahshold, S., Karrer, M., Koeniger, G., Koeniger, N., Menzel, R., Mujagic, S., Radspieler, G., Schmickl, T., Schneider, C., Siegel, A. J., Szopek, M., & Thenius, R. (2013). Standard methods for behavioural studies of *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1–58. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.04>