

TRAMPA PARA CAPTURA Y MUERTE DE CULÍCIDOS

MARIA FERNANDA VIDAL ESPINEL

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2017**

TRAMPA PARA CAPTURA Y MUERTE DE CULÍCIDOS

MARIA FERNANDA VIDAL ESPINEL

**Trabajo de grado para optar al título de
Diseñadora Industrial**

Director:

**HECTOR JULIO PARRA MORENO
Diseñador Industrial
Magister en Diseño Industrial**

Codirector:

**JONNY EDWARD DUQUE LUNA
Biólogo
Doctor en Ciencias Biológicas**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2017**

DEDICATORIA

A mi madre Martha Stella Espinel que siempre fue un apoyo incondicional en mis decisiones, en mis luchas y malos momentos que se dieron en el proceso. A mi padre Jorge Eliecer Vidal que me apoyó para poder completar mis estudios y en cada momento que necesité. Demostrándome cada día que si es posible lograr mis metas, que a pesar de los malos momentos anímicos y económicos.

A mis compañeros y amigos que me apoyaron en todo momento y no me abandonaron en ninguna parte del proceso.

A Marlon Delgado quien me apoyó y alentó para continuar, cuando parecía que todo se venía abajo, siempre pude contar contigo.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Industrial de Santander, porque en sus aulas, recibí el conocimiento intelectual y humano de cada uno de los docentes de la Escuela de Diseño Industrial.

Especialmente agradezco a mis Directores de Proyecto Hector Julio Parra y Jonny Duque Luna, por su conocimiento, paciencia, confianza y amistad, por embarcarnos en este gran proyecto que nos enriqueció personal y profesionalmente.

A todos los integrantes del CINTROP que me mostraron la importancia del método científico y el diseño de experimentos para la solución de cualquier tipo de problema.

A Ruth Castillo y Gustavo Rincón por su colaboración en el cuidado de la colonia de insectos y por compartirme sus conocimientos.

Y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron para el desarrollo de mi carrera y proyecto.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	16
1. JUSTIFICACIÓN.....	18
2. OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GENERAL	20
2.1.1 Objetivos específicos	20
3. MARCO DE REFERENCIA	21
3.1 VECTORES.....	21
3.1.1 <i>Aedes aegypti</i>	21
3.1.2 <i>Anopheles albimanus</i>	22
3.1.3 <i>Culex quinquefasciatus</i>	23
3.1.4 Comportamiento alimenticio.	25
3.1.5 Comportamiento perceptivo de los culícidos.	25
3.2 CICLO DE VIDA.....	27
3.3 VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA DE CULICÍDOS	30
3.4 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (DIPTERA CULICIDAE).....	31
3.4.1 Dengue.....	31
3.4.2 Chikungunya y Zika.	32
3.4.3 Malaria.....	32
3.4.4 Virus del nilo occidental y Encefalitis japonesa.....	33
3.5 DISPOSITIVOS ACTUALES PARA CONTROL	34
3.6 NORMATIVAS.....	38

3.6.1 Normatividad para prevención y control del dengue.....	38
4. METODOLOGIA	39
4.1 FASE PLANEACION E INVESTIGACION	40
4.1.1 Investigación preliminar.	40
4.1.2 Declaración de la misión.....	41
4.2 FASE DESARROLLO DE CONCEPTOS.....	42
4.2.1 Estructuración del problema.	42
4.2.2 Identificación de las necesidades del usuario.	43
4.2.3 Especificaciones del producto.	47
4.2.4 Generación de concepto.....	53
4.3 FASE EXPERIMENTAL (PRUEBAS Y RESULTADOS)	57
4.3.1 Selección de conceptos.....	57
4.3.2 Prueba de concepto.....	62
4.4 FASE DISEÑO DE DETALLE	90
4.4.1 Arquitectura del producto.....	90
4.4.2 Esquema del producto.....	90
4.4.3 Disposición geométrica aproximada.	91
4.5 DISEÑO PARA MANUFACTURA	97
4.5.1 Planos técnicos.....	97
4.5.2 Diagrama de flujo de producción.....	97
4.5.3 Descripción técnico productivo.....	99
4.5.4 Manual de uso.	101
4.5.5 Manual de imagen corporativa y empaque.....	102
4.5.6 Modelo funcional final y empaque.....	103
4.6 PRUEBA FINAL (VALIDACION MODELO FUNCIONAL).....	104

4.6.1 Experimento Final (Campo): Validación Trampa	104
5. CONCLUSIONES Y OBSEVACIONES.....	109
BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS	117

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1- <i>Aedes aegypti</i>	21
Figura 2 - <i>Anopheles albimanus</i>	22
Figura 3 - <i>Culex quinquefasciatus</i>	23
Figura 4 - Características morfológicas mosquito <i>Anopheles</i> Vs <i>Aedes</i> y <i>Culex</i>	24
Figura 5 - Ojo compuesto mosquito culícido.....	25
Figura 6 - Ciclo de vida mosquitos culícidos.....	28
Figura 7 – Cabeza mosquito Culicidae.....	29
Figura 8 - Acciones de prevención, control regular y contingencial del Aedes.....	30
Figura 9 - Normativas de prevención y control de Dengue.....	38
Figura 10 - Diagrama metodología empleada.....	39
Figura 11 - Procedimiento CRIA y manejo de la colonia.....	41
Figura 13 - Diagrama funcional básico.....	53
Figura 14 - Diagrama funcional en tres sub-problemas.....	53
Figura 15 - Diagrama funcional en tres fases.....	54
Figura 16 – Soluciones a sub-problemas.....	54
Figura 17 - Tratamientos experimento N°1.....	66
Figura 18 - Tratamiento control.....	66
Figura 19 - Diagrama experimento N°1 - M: miel C: control T: tratamiento.....	67
Figura 20 - Montaje experimento N° 1.....	67
Figura 21 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°1 Laboratorio; T: tratamientos C: Control σ : Desviación estándar.....	68
Figura 22 - Análisis estadístico Exp. N°1 (Laboratorio) *: Diferencias significativas.....	69
Figura 23 – Puntos de muestreo experimento de campo N°1.....	71
Figura 24 - Captura en campo Exp. N°1.....	71
Figura 25 - Análisis estadístico Exp. N°1 Campo.....	73
Figura 26 - Tratamientos experimento N°2.....	75
Figura 27 – Tratamientos control experimento N°2.....	75
Figura 28 - Diagrama experimento N°1 - M: miel C: control T: tratamiento.....	76
Figura 29 - Montaje Experimento N°2.....	76
Figura 30 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°2 Laboratorio; T: Tratamientos C: Control σ : Desviación estándar.....	77
Figura 31 - Análisis estadístico Exp. N°2 (Lab.) *: Diferencias significativas.....	78
Figura 32 – Puntos de muestreo para experimento de campo N°2.....	79
Figura 33 - Captura de campo Exp. N°2.....	80
Figura 34 - Análisis estadístico Exp. N°2 Campo.....	81
Figura 35 - Tratamientos experimento N°3.....	83
Figura 36 - Disposición tratamientos Exp. N°3 M: miel C: control T: tratamientos.....	84

Figura 37 - Montaje experimento N° 3.....	84
Figura 38 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°3 Laboratorio; T: Tratamiento C: Control σ : Desviación estándar	85
Figura 39 - Análisis estadístico Exp. N°3 (Lab.).....	86
Figura 40 - Puntos de muestreo para experimento de campo N°3	87
Figura 41 - Captura en campo Exp. N°3	88
Figura 42 - Análisis estadístico Exp. N°3 Campo	89
Figura 43 - Esquema del producto	91
Figura 44 - Propuestas de desarrollo	92
Figura 45 - Usuarios realizando la prueba	92
Figura 46 - Análisis estadístico tiempo de armado	93
Figura 47 - Contenedor del gel	95
Figura 48 – Sistema de desorientación	96
Figura 49 - Adhesivo impregnado en las ventanas.....	96
Figura 50 - Configuración del producto	97
Figura 51 - Diagrama de flujo de producción	98
Figura 52 - Manual de uso.....	101
Figura 53 - Imagen corporativa.....	102
Figura 54 - Modelo funcional final.....	103
Figura 55 - Tratamientos experimento FINAL	104
Figura 56 - Locaciones elegidas Exp. FINAL	105
Figura 57 - Postura trampas Exp. Final.....	106
Figura 58 - Retiro trampas Exp. Final.....	107
Figura 59 - Análisis estadístico Exp. FINAL Campo	108

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 – Dispositivos actuales para control.....	35
Tabla 2 - Declaración de la misión	42
Tabla 3 - Interpretación de necesidades	44
Tabla 4 - Necesidades del producto y su importancia	47
Tabla 5 - Métricas del producto	49
Tabla 6 - Métricas del producto. Comparación con productos existentes.....	50
Tabla 7 - Especificaciones del producto.....	52
Tabla 8 - Lluvia de ideas / Bocetación.....	55
Tabla 9 - Matriz de filtrado de concepto	58
Tabla 10 - Matriz evaluación de concepto.....	60
Tabla 11 - Alternativas nuevas	62
Tabla 12 – Resultados (Identificación) Exp. N°1 Campo - T: Tratamientos C: Control	72
Tabla 13 - Resultados (Identificación) Exp. N°2 Campo - T: Tratamientos C: Control	80
Tabla 14 - Resultados (Identificación) Exp. N°3 Campo - T: Tratamientos C: Control	88
Tabla 15 - Resultados en tiempo de usuarios.....	93
Tabla 16 - Listado de piezas para armar una trampa	99
Tabla 17 - Listado de piezas con materiales.....	99
Tabla 18 - Costos materia prima	100
Tabla 19 - Costos procesos de manufactura	100
Tabla 20 - Costo unitario del producto	101
Tabla 21 - Resultados totales Exp. FINAL Campo – T: Tratamiento C: Control	106

LISTA DE ANEXOS

		Pág.
Anexo A	Procedimiento de cría y mantenimiento de laboratorio	117
Anexo B	Encuesta	119
Anexo C	Modelos de algunas alternativas (generación de concepto)	120
Anexo D	Terminología científica	121
Anexo E	Aspectos a tener en cuenta en la elaboración de experimentos	123
Anexo F	Planos técnicos	125
Anexo G	Manual de imagen	129
Anexo H	Registro fotográfico captura de individuos	135
Anexo I	Datos recopilados en los experimentos de laboratorio	137

RESUMEN

TÍTULO: TRAMPA PARA CAPTURA Y MUERTE DE CULÍCIDOS.*

AUTORA: MARIA FERNANDA VIDAL ESPINEL**

PALABRAS CLAVE: CULÍCIDOS, DENGUE, CHIKUNGUNYA, ZIKA, MALARIA, TRAMPA, VECTORES, COLOMBIA

DESCRIPCIÓN:

Este trabajo presenta el desarrollo de una trampa para captura y eliminación de culícidos, vectores de diferentes enfermedades como el Dengue, Chikungunya, Zika, malaria, entre otras. Con este dispositivo se pretende contribuir en la disminución de estos insectos, ya que el control vectorial es la manera más efectiva para prevenir estas enfermedades. Fueron desarrollados experimentos en laboratorio y campo con *Aedes aegypti*, estos con el objetivo de comprobar si aspectos como el color, contraste, cebo y tamaño influyen en las preferencias del culicido en el momento de buscar hospedero, lugar para oviponer sus huevos y/o refugio. El dispositivo se divide en tres fases funcionales, atracción, captura y eliminación. En la fase de atracción se tuvieron en cuenta aspectos visuales y un substrato de oviposición (Gel de agarosa) evaluado experimentalmente en el Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP), en la fase de captura y eliminación se utilizó un adhesivo entomológico comercial impregnado en los laterales de los modelos de prueba. Después de realizar los experimentos se elaboró un modelo funcional en materiales biodegradables, práctico de armar y que pueda ser utilizado por cualquier persona. Este consta de un desarrollo en cartón de color rojo y negro, con dimensiones de 15cm de altura y una área de 8*8cm en su base, la entrada del dispositivo presenta forma de embudo lo cual facilita el ingreso de los mosquitos y evita su fuga. La trampa utiliza como cebo 40mL de gel de agarosa que incentiva la oviposición de las hembras, este cumple con las normas de bioseguridad y parámetros medioambientales.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Héctor Julio Parra y Codirector: Jonny Edward Duque

ABSTRACT

TITLE: TRAP TO CAPTURE AND DEATH OF CULÍCIDOS.*

AUTHOR: MARIA FERNANDA VIDAL ESPINEL**

KEYWORDS: CULICIDAE, DENGUE, CHIKUNGUNYA, ZIKA, MALARIA, TRAP, VECTOR, COLOMBIA

DESCRIPTION:

This research work shows the development of a trap aimed at capturing and eliminating mosquitos, which are vectors of different diseases such as Dengue, Chikungunya, Zika and Malaria; among others. Hence, this device can contribute to the reduction of these insects as vector control is the most effective way to prevent these diseases. First of all, different experiments with *Aedes aegypti* were carried out both in laboratories and field in order to test if aspects such as color, contrast, bait and size influence the preferences of mosquitoes when looking for host, which is the place where mosquitoes lay their eggs or find refuge for them. This device is divided into three functional phases: attraction, capture and elimination. During the phase of attraction, was considered visual aspects as well as oviposition substrate (agarose gel) were taken into account to be experimentally tested at Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP). Regarding the phases of capture and elimination, commercial entomological adhesive was stuck to the sides of the tested models. Once these experiments were conducted, a functional model made of biodegradable materials was built. It is also easy to assemble and can be used by anyone. This model was constructed with black and red cardboard and it measures 15cm high with an area of 8x8cm at its base. Besides, the funnel-shaped entrance of the device makes it easy for mosquitoes to get in and it prevents from escaping at the same time. The trap uses 40ml of agarose gel as bait, which fosters the female mosquitoes to lay eggs. This device meets all biosafety standards and environmental regulations.

* Degree work

** Faculty of Physical Engineering Mechanics. School of Industrial Design. Director: Héctor Julio Parra and Codirector: Jonny Edward Duque.

INTRODUCCION

Los mosquitos (Díptera: Culicidae) pueden ser vectores de agentes patógenos como virus, filarias y protozoos, causantes de enfermedades en humanos, como Dengue, Chikungunya, Zika y Malaria. La transmisión de estas enfermedades se da por la picadura de mosquitos de los géneros *Culex*, *Aedes* y *Anopheles* (González et al., 2016).

El Dengue, la fiebre del Chikungunya y el Zika son enfermedades virales transmitidas principalmente por mosquitos hembra de la especie *Aedes aegypti* y en menor grado de *A. albopictus*. Estas enfermedades se ven comúnmente en los trópicos, zonas urbanas y semiurbanas, esto depende generalmente de factores medioambientales y demográficos como la precipitación, la temperatura y la urbanización sin planificar.

Según estimaciones recientes de la Organización Mundial de la Salud (OMS) se registran aproximadamente 390 millones de casos de Dengue cada año, de los cuales 96 millones se manifiestan clínicamente en cualquiera de los casos de gravedad. También se registran cifras en las que se estima que 3000 millones de personas, en 128 países, están en riesgo de contraer el Dengue.¹

En Colombia en lo corrido del 2016 hasta la semana 52 se registraron 19.566 casos de chikungunya y 9.799 casos positivos del virus del zika (SIVIGILA & Instituto Nacional de Salud INS, 2016). Actualmente no existen vacunas autorizadas o terapéuticos específicos para tratar estas enfermedades, es por eso que se realizan esfuerzos considerables de control de vectores alrededor del mundo. Estas actividades de control comprenden desde la búsqueda de formas inmaduras, tratamientos con larvicidas y rociado de insecticidas en los hogares (WHO & PAHO, 2016).

Teniendo en cuenta la problemática, se hace necesaria la implementación de alternativas novedosas, prácticas y asequibles a toda la población afectada para reforzar las estrategias existentes de control. De acuerdo a este propósito se tiene como meta el

¹ Organización Panamericana de la Salud, & Organización Mundial de la Salud. (2016). Guías para la atención de enfermos en la región de las américas. Catalogación en la Fuente, Biblioteca Sede de la OPS (Segunda ed, Vol. dos). Washington, D.C.

diseño de una trampa que pueda optimizar la vigilancia entomológica a varios géneros de los culícidos (*Aedes aegypti*, *Culex* y/o *Anopheles*), y que a su vez funcione como sistema de captura y eliminación de estos vectores.

1. JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades transmitidas por vectores (ETVs) se dan en los humanos por la picadura de algunos artrópodos, infectados con algún organismo patógeno como un virus, filarias o protozoos, estas afectan a la mayor parte de la población mundial, representando el 17% de todas las enfermedades infecciosas al provocar más de 1 millón de muertes alrededor del mundo cada año (Organización Mundial de la Salud, 2015). Los mosquitos (Familia: Culicidae) son transmisores de infecciones urbanas como Dengue, chikungunya y zika entre otras, estas representan un grave problema de salud pública y un alto costo económico para los sistemas de salud (Gutiérrez, Galindo, Uribe, & Bernal, 2013).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la lucha antivectorial es el principal medio utilizado para reducir la transmisión de patógenos que afectan al hombre. Dentro de las actividades que se desarrollan para el control vectorial se encuentran: el tratamiento con larvicidas para formas inmaduras, rociado de insecticidas dentro de los hogares y el uso de mosquiteros impregnados con insecticida (Organización Mundial de la Salud, 2014).

En Colombia, al igual que en todo el mundo, anualmente se registran casos de alta mortalidad causados por enfermedades transmitidas por vectores (Instituto Nacional de Salud INS, 2014), es por eso que diversas entidades como el Ministerio de Salud y Protección y la Organización Panamericana de Salud, han aumentado las labores de vigilancia y control entomológico de estos vectores, logrando reducir los casos de mortalidad de enfermedades como dengue, malaria entre otros. Sin embargo estas iniciativas se han quedado cortas debido a que, se ha producido un impacto negativo sobre los aspectos técnicos referentes a las actividades de control vectorial, tales como los altos costos operativos, las intervenciones incompletas en las zonas urbanas con alta densidad de población, el conflicto armado que impide el arribo de equipo humano y la falta de información acerca de insecticidas de acción residual (Rodríguez, Uribe, Araújo, Narváez, & Valencia, 2011).

En el mercado mundial se encuentran algunos dispositivos para captura de mosquitos, pero debido a su gran tamaño y sus componentes complejos tienen un elevado costo para

las personas que más sufren con estas enfermedades, este es el caso de las trampas Biogents (BG sentinel, BG-GAT, Mosquitaire Co2), otros métodos aún no están a la venta ya que se encuentran en proceso de desarrollo e implementación. Específicamente en Colombia se cuenta solo con dos trampas, la primera es la de vigilancia entomológica Gravitrap, la cual está recientemente patentada y la segunda es la trampa domiciliaria Hometrap que está en proceso de patente. En el país las entidades de salud realizan monitoreo poblacional de estos vectores, utilizando dispositivos convencionales como la trampa de luz CDC en sus diferentes variaciones y la trampa Shanoon, pero estas no pueden ser utilizadas en los hogares por personas comunes.

Las actividades de control entomológico son implementadas por personal capacitado ya que la mayoría de dispositivos utilizan agentes letales dañinos para el ser humano, debido a esto se genera un problema pues la población del común no está en capacidad de realizarlas por ellos mismos, esto incrementa el tiempo que pasa entre cada actividad y los resultados del control de vectores son ineficientes. Uno de los dispositivos más utilizado es la ovitrampa la cual utiliza agua como cebo atrayente, a causa de esto presenta un alto riesgo de convertirse en un criadero si se deja varios días actuando, para evitar esto es necesario realizarle mantenimiento constante, dando como resultado una corta duración en la acción del dispositivo.

Es por eso que el propósito del proyecto es diseñar una trampa desechable que no represente ningún riesgo biológico, ni tóxico para los usuarios, asegurando la captura y eliminación de vectores de una forma práctica y que pueda ser utilizada por cualquier persona del común.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una trampa para atraer, capturar y eliminar mosquitos culícidos, como herramienta para el control de las enfermedades Dengue, Chikungunya y Zika.

2.1.1 Objetivos específicos

- Determinar en condiciones de laboratorio y campo la capacidad captura de la trampa utilizando un cebo comercial.
- Diseñar un sistema de almacenamiento para la conservación del sustrato de oviposición.
- Desarrollar un sistema interno en la trampa que ocasione la muerte al mosquito cuando ingrese al dispositivo.
- Desarrollar un sistema que le facilite al usuario la eliminación del material biológico capturado.
- Evaluar la eficacia del modelo funcional teniendo en cuenta aspectos de atracción, captura y eliminación.

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 VECTORES

La familia de Culicidae es un grupo grande y abundante de mosquitos que se distribuye a lo largo de las regiones templadas y tropicales del mundo. Incluye más de 3.532 especies clasificadas en dos subfamilias y 112 géneros. La subfamilia Anophelinae contiene tres géneros y Culicinae cuenta con 109 géneros subdivididos en 11 tribus (Gutiérrez et al., 2013). A continuación se mencionan tres vectores (Díptera Culicidae) que tienen más importancia epidemiológica debido a los arbovirus que transmiten.

3.1.1 *Aedes aegypti*. El mosquito *Aedes aegypti* causante del dengue ver *Figura 1*, la fiebre del chikungunya y el zika es uno de los vectores más importantes ya que transmite hasta 4 diferentes tipos de virus, este mosquito es de tamaño aproximado de 6,5mm, es oscuro y tiene unas manchas blancas en forma de rayas en sus patas, su característica más notable es la ubicación cuando están en reposo ya que se ubican horizontalmente a la superficie (National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases, 2012).

Figura 1- *Aedes aegypti*



(Centers for Disease Control and Prevention & Gathany, 2006)

Clasificación:

Reino: Animalia Filo: Arthropoda Clase: Insecta Orden: Díptera
Familia: Culicidae Subfamilia: Culicinae Género: *Aedes* Subgénero: *Stegomyia*
Especie: *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762)

3.1.2 *Anopheles albimanus*. El *Anopheles* ver *Figura 2* causante del paludismo es de cuerpo pequeño, entre 5 a 7,5 mm de longitud, se puede distinguir de otros géneros de mosquitos como el *Aedes* por medio del tamaño de sus palpos, ya que son largos en la hembra en contraste con los del macho que tienen forma de bastón y la aparición de escamas oscuras sobre sus alas. Aunque la forma más sencilla de distinguirlo es observando su postura en reposo, ya que ubican su abdomen de forma empinada, otra característica que lo diferencia es su posición en su fase larval ya que se ubica paralelamente a la superficie del agua debido a que tiene un corto sifón respiratorio Ver *Figura 4* (Moctezuma, Secretaria De Salud, & Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades, 2014).

Figura 2 - *Anopheles albimanus*



(Centers for Disease Control and Prevention & Gathany, 2005)

Clasificación:

Reino: Animalia Filo: Arthropoda Clase: Insecta
Orden: Díptera Familia: Culicidae Subfamilia: Anophelinae
Género: *Anopheles* Especie: *An. Albimanus* (C. R. G. Wiedemann, 1820)

3.1.3 Culex quinquefasciatus. El mosquito *Culex* causante de enfermedades como la fiebre del nilo y encefalitis japonesa ver *Figura 3*, se caracteriza por tener palpos más cortos que la probóscide similar a los *Aedes*, esta característica es la que los diferencia de los anophelinos. Tiene un tamaño aproximado 6cm y es de coloración castaña oscura, su ubicación en reposo es similar al *Aedes* ya que se ubica horizontalmente a la superficie. Otra característica de ellos es que colocan los huevos en grupos y las larvas siempre se ubican diagonal a la superficie del agua ver *Figura 4* (García & Benavides, 2007).

Figura 3 - *Culex quinquefasciatus*

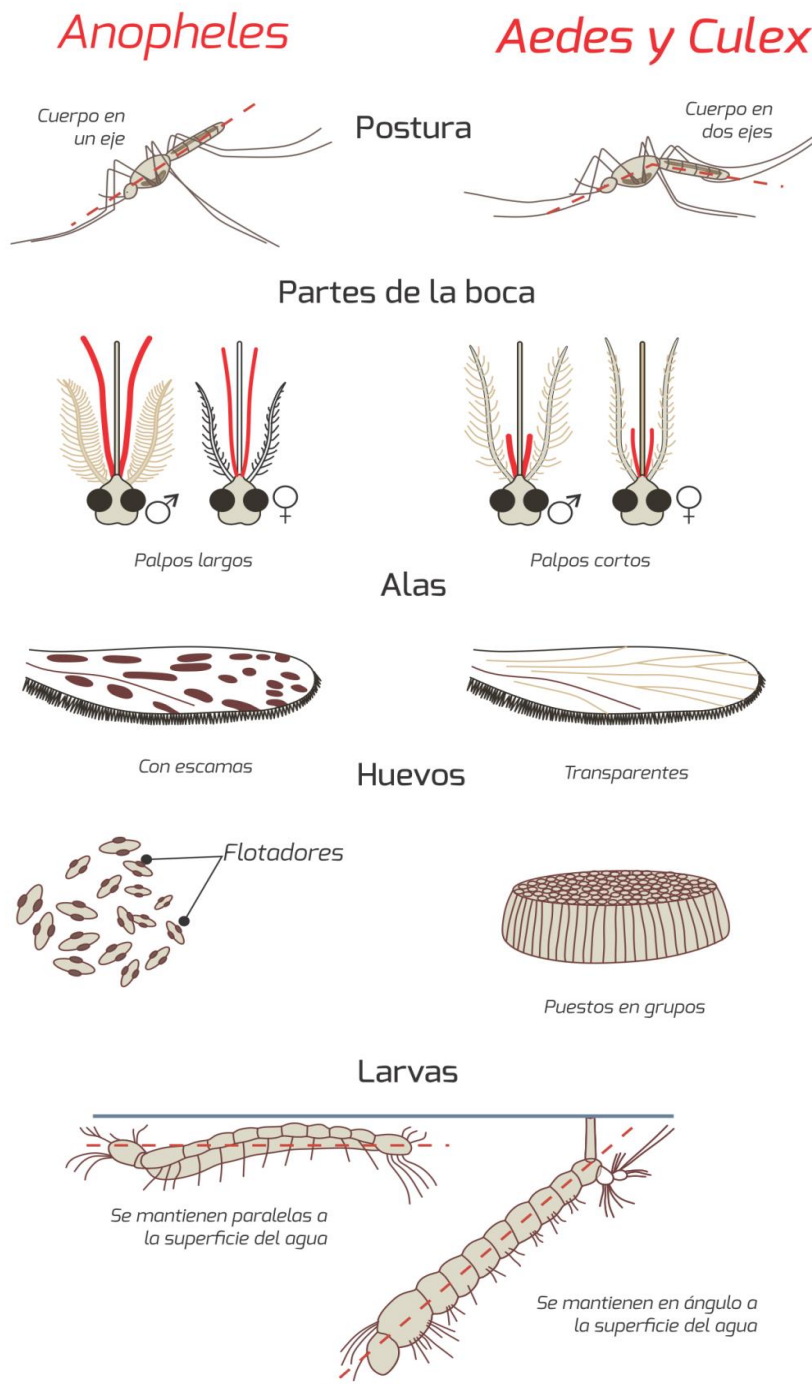


(Centers for Disease Control and Prevention (CDC) & Gathany, 2001)

Clasificación:

Reino: Animalia Phylum: Arthropoda Clase: Insecta
Orden: Díptera Suborden: Nematocera Superfamilia: Culiciodea
Familia: Culicidae Subfamilia: Culicinae Tribu: Culicini
Género: *Culex* Especie: *Culex quinquefasciatus* (Say 1823)

Figura 4 - Características morfológicas mosquito *Anopheles* Vs *Aedes* y *Culex*



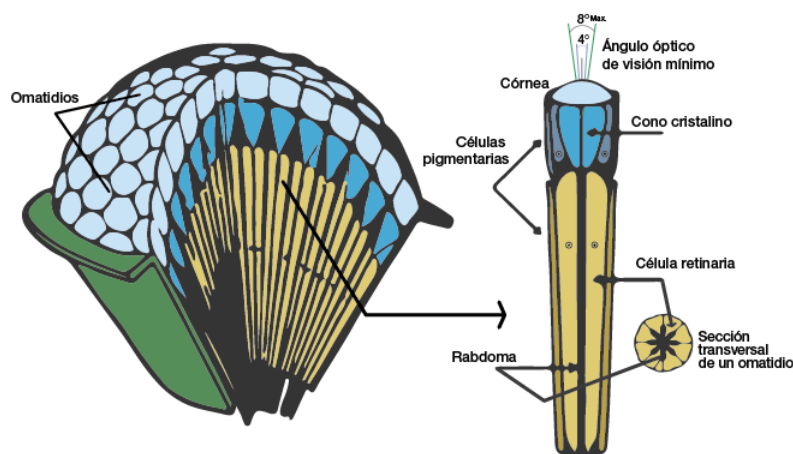
(Institute of Tropical Medicine Antwerp, 2012)

3.1.4 Comportamiento alimenticio. La principal fuente de energía de los culícidos, son los néctares y azúcares, pero la hembra requiere de la ingesta de sangre para el desarrollo de los huevos en su interior. Cada género de mosquitos tienen hábitos de picadura diferentes, incluso puede variar entre especies del mismo género, pero de forma general se ha comprobado que la mayoría son activas durante la noche y el crepúsculo, mientras que otros pocos son activos durante el día. Cuando la preferencia de picadura se presenta dentro de la vivienda, se dice que el mosquito tiene hábitos endofágicos, por el contrario cuando la picadura se presenta en exteriores se denomina como hábitos exofágicos (Gutiérrez et al., 2013).

3.1.5 Comportamiento perceptivo de los culícidos. El ojo del mosquito realiza una variedad de funciones, monitorea el nivel de intensidad de la luz y distingue el movimiento, colores, formas y patrones. El ángulo óptico mínimo para la percepción visual varía entre 4° y 8° ver

Figura 5. Por lo tanto, para los estándares humanos, los mosquitos pueden percibir únicamente rasgos gruesos de su entorno. Aunque el ojo compuesto tiene menos poder de resolución que el del hombre, la gran apertura le aporta una mejor visión en las noches (Bidleingmayer, 1994).

Figura



5 - Ojo compuesto mosquito culícido

(Montés, 2013)

El atractivo visual de los colores oscuros (negro y rojo) y contrastes de color con el negro han sido considerados como una extensión de la atracción de vuelo estimulado por olor. Durante la mayoría del vuelo de los mosquitos en busca de hospedero y refugio, los objetos visibles son un factor importante en la determinación de las trayectorias de vuelo, debido a que el olor se desplaza a favor del viento por pulsos, y cada vez que estos pulsos de olor en el aire son demasiado bajos es más difícil la detección, es por eso que se puede alternar entre vuelos con atractivos de olor y atracciones visuales (Torres-Estrada & Rodríguez, 2003).

El color es un aspecto que se ha venido estudiando desde hace bastante tiempo, se tiene el conocimiento que a los mosquitos les atrae la oscuridad y los lugares ocultos, es por eso que en la mayoría de casos la picadura ocurre en horarios nocturnos o en lugares donde no hay mucha luz.

En estudios anteriores con mosquitos de la familia Culicidae se observó el comportamiento de géneros como el *Anopheles* ante estímulos de color negro, azul marino, verde oliva, rojo oscuro, naranja; entre otros, en los resultados se observó la preferencia de los mosquitos a tonos más oscuros en especial el rojo y azul (Packard, 1903).

En un estudio reciente donde se desarrolló la trampa de vigilancia entomológica Gravitrap (Torres, Aranda, Moreno, & Luna, 2016) la cual recientemente fue patentada, se realizó un descubrimiento respecto al contraste de los colores rojo y negro, ya que registró porcentajes de captura superior a lo registrado por el color negro; de igual forma se han realizado otros estudios más recientes como el realizado por la ovitrampa letal ALOT (Paz-Soldan et al., 2016), que fue desarrollada en regiones de Perú y Tailandia, se observó el mismo comportamiento con el contraste de estos dos colores registrando porcentajes de captura superiores que al utilizar el negro y rojo de forma individual.

Otros aspectos que contribuyen a la atracción de mosquitos son el calor corporal, los volátiles que expide la piel, como el CO_2 e incentivos de oviposición para las hembras

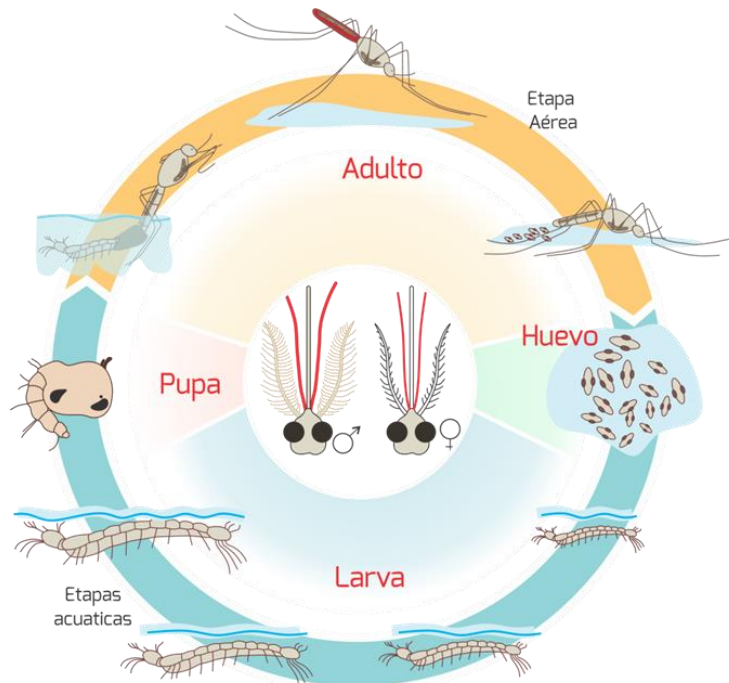
como el agua, hay varios estudios que se han realizado para determinar exactamente que volátiles, sustancias o qué condiciones favorecen la atracción de mosquitos, este es el caso de un estudio que se realizó en california (U.S.A.) donde se realizaron experimentos para determinar la atracción de mosquitos usando Co₂, atractivos térmicos, humedad y atractivos visuales por medio de plumas de color y herramientas para recrear las corrientes de aire del entorno (Van Breugel, Riffell, Fairhall, & Dickinson, 2015).

Hay un estudio reciente (2016) que se realizó en el laboratorio de entomología del CINTROP en la UIS donde se desarrolló un dispositivo de contención para aislar del medio ambiente los cebos que se utilizan en las trampas, esto con el propósito de conservarlo en el almacenamiento hasta el momento de su uso. Este desarrollo se tuvo en cuenta para el diseño del sistema de almacenamiento para la conservación del cebo de oviposición que se utilizó en la trampa desarrollada.

3.2 CICLO DE VIDA

Durante el ciclo de vida, los culícidos experimentan una transformación completa, atravesando por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto ver *Figura 6*. Las etapas inmaduras transcurren en medios acuáticos y se desarrollan durante un tiempo de 5 a 14 días, según aspectos como factores ambientales y el tipo de especie. Solo en el caso de las hembras y en su etapa adulta, el mosquito interviene como vector transmisor de enfermedades (Williams & Pinto, 2012).

Figura 6 - Ciclo de vida mosquitos culícidos



LadyofHats, 2011

Huevos: Son depositados en el agua en tandas de 50 a 200 huevos aproximadamente. Estos huevos miden aproximadamente 1 mm y tienen forma ovalada, según la especie puede variar en tamaño y forma, generalmente eclosionan en las 48 horas siguientes al ser depositados dependiendo en gran medida de la temperatura (Williams & Pinto, 2012).

Larvas: Las larvas de todos los culícidos manifiestan una transformación que está compuesta de cuatro fases denominadas "instar", las cuales tienen un incremento secuencial de tamaño (Moctezuma et al., 2014). Estas se alimentan de microorganismos que extraen con sus bigotes bucales. Las mayoría de larvas como las de *Aedes* mantienen su cuerpo diagonal a la superficie del agua pero otras especies como el *Anopheles* necesitan mantenerse en forma paralela a la superficie del agua, ya que disponen de un sifón respiratorio muy corto (Williams & Pinto, 2012).

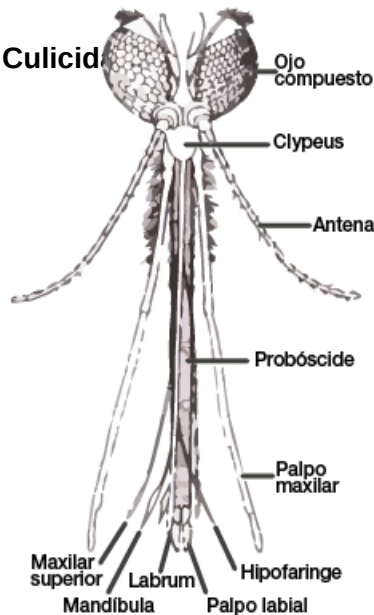
Pupas: La cabeza y el tórax se unen formando un llamado cefalotórax. Ellas respiran por medio de los órganos que disponen y para ello deben ascender habitualmente a la superficie del agua (Centers for Disease Control and Prevention, 2012). En esta etapa no se alimentan y generalmente dura entre 2 y 3 días (Moctezuma et al., 2014).

Adultos: El cuerpo de los adultos está dividido en cabeza, tórax y abdomen:

En la cabeza los adultos tienen un par de antenas segmentadas, por medio de ellas el mosquito puede descubrir los lugares donde puede depositar sus huevos. También se encuentran los ojos, la probóscide la cual utilizan para alimentarse, y dos palpos sensoriales ver *Figura 7*. El tórax se compone de tres pares de patas y un par de alas.

En el abdomen se encuentran los órganos que se encargan de la digestión y para el caso de las hembras el desarrollo los huevos. El mosquito aumenta el tamaño de su abdomen luego de una ingesta de sangre (Centers for Disease Control and Prevention, 2012).

Figura 7 – Cabeza mosquito Culicid



Fetoh, 2016

3.3 VIGILANCIA ENTOMOLÓGICA DE CULICÍDOS

La Vigilancia entomológica consiste en un proceso continuo de recolección de información sobre la biología y la bionomía de las especies, su distribución, la resistencia a insecticidas y la efectividad de las medidas de control que se están realizando (Brochero & Quiñones, 2008).

Los principales métodos empleados para la vigilancia entomológica son las ovitrampas y la inspección de casas; para las ovitrampas se utilizan recipientes de plástico o secciones radiales de llantas con agua, estas son ubicadas en las casas por los inspectores encargados; por el contrario la inspección de casas consiste en analizar todos los recipientes que se encuentran dentro y fuera del lugar, con el fin de realizar la identificación microscópica de las larvas encontradas (Rodríguez Cruz, 2002). Otra actividad que se utiliza es el control biológico, estas son alternativas eficaces propuestas por la comunidad ver *Figura 8*; Para los estudios de monitoreo e implementación de insecticidas se utilizan trampas comunes, como la CDC en sus diferentes variaciones, la shannon y el cebo humano protegido.

Figura 8 - Acciones de prevención, control regular y contingencial del Aedes

Ops/Oms/Ins, 2011

3.4 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR VECTORES (DIPTERA CULICIDAE)

3.4.1 Dengue. El dengue es una enfermedad viral aguda transmitida por la picadura del mosquito

Aedes

cual

un

que causa

infección.

hembra
aegypti, el
transmite
arbovirus
la
La



enfermedad tiene diversas presentaciones clínicas, frecuentemente con resultados impredecibles, aunque la mayoría de pacientes se recuperan espontáneamente después de padecer la enfermedad en su forma benigna, hay un pequeño porcentaje que progresa a una enfermedad grave caracterizada principalmente por aumento de inflamación vascular, con hemorragia o sin ella.

El dengue es causado por cuatro serotipos del virus: **DEN-1, DEN-2, DEN-3 y DEN-4** según su nivel de gravedad, el serotipo DEN-1 es el conocido como dengue común, en algunas ocasiones puede confundirse con una gripa fuerte, los siguientes serotipos son dengues más fuertes con síntomas más graves, que requieren de atención inmediata para evitar que se desarrollen condiciones clínicas más graves (Organización Mundial de la Salud & Programa Especial para Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales, 2009).

Los síntomas que se manifiestan con la enfermedad son una fiebre elevada acompañada de dolor de cabeza muy intenso, dolor detrás de los globos oculares, dolores musculares, dolores articulares, náuseas, vómitos y salpullido. Los síntomas en su mayoría se presentan 4 a 10 días después de la picadura del mosquito infectado, esos días previos se denominan el periodo de incubación del virus; y por lo general los síntomas duran entre 2 y 7 días. En el dengue grave se presentan otros síntomas aparte de los ya mencionados, en los que se encuentran acumulación de líquidos, dificultad respiratoria, hemorragias graves, dolor abdominal intenso, vómitos persistentes con sangrado, respiración acelerada y fatiga, estos se presentan 3 a 7 días después de los primeros síntomas (Organización Mundial de la Salud, 2015).

3.4.2 Chikungunya y Zika. Estas enfermedades son transmitidas de igual manera que el dengue, por la picadura del mismo vector (*Aedes aegypti*) y un tipo de arbovirus. La fiebre del chikungunya se caracteriza por presentar un cuadro febril súbito acompañado de dolores articulares debilitantes, en algunos pacientes pueden durar varios meses o incluso años, otros síntomas frecuentes son: dolores musculares, dolor de cabeza, náuseas, cansancio y erupciones cutáneas. Las complicaciones clínicas graves no son frecuentes, pero en algunos pacientes mayores puede llevar a la muerte. Generalmente la

enfermedad puede pasar inadvertida cuando se presentan síntomas leves o incluso puede ser mal diagnosticada como dengue en zonas donde es frecuente este tipo de infección.

El zika es la enfermedad más leve que transmite el mosquito *Aedes aegypti* pero puede producir otras afecciones después de superar la enfermedad, se han confirmado evidencias que este virus produce microcefalia en el feto a las mujeres embarazadas; es por eso que se recomienda adoptar prácticas sexuales seguras o suspender relaciones sexuales durante el embarazo (Organización Mundial de la Salud, 2016). Los síntomas más comunes son la erupción cutánea, fiebre leve, conjuntivitis, dolor muscular, dolor en las articulaciones y un malestar general que comienza pocos días después de la picadura del mosquito infectado. Una de cada cuatro personas infectadas desarrolla los síntomas de la enfermedad y quienes la desarrollan generalmente es una infección leve (Organización Panamericana de la Salud, 2015).

3.4.3 Malaria². La malaria es una enfermedad infecciosa de origen parasitológico febril aguda producida por la picadura del mosquito hembra de la especie *Anopheles* spp (Díptera Culicidae). Se manifiesta de forma asintomática, cuadros sintomáticos con escalofrío, fiebre, sudoración y cefalea hasta cuadros severos que pueden llevar a la muerte; es así como se definen dos formas clínicas: malaria no complicada y malaria complicada, a esta última se le asocia una mayor mortalidad.

Malaria no complicada

Las características clínicas dependen a menudo de la edad del paciente, el estado inmunitario, la especie, el número de parásitos y el tiempo de padecimiento de la enfermedad. Se caracteriza por un inicio súbito de escalofrío seguido por fiebre que puede durar de 24 a 72 horas dependiendo de la especie parasitaria, sudoración que puede estar acompañado por cefalea, dolores musculares y articulares. Hasta complicaciones mayores (Instituto Nacional de Salud INS, 2014).

² Ministerio de salud y Protección Social. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de Vigilancia en Salud Pública - Malaria (2014) [versión electrónica] disponible en: [http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/ PRO%20Malaria.pdf](http://www.ins.gov.co/lineas-de-accion/Subdireccion-Vigilancia/sivigila/Protocolos%20SIVIGILA/PRO%20Malaria.pdf).

Malaria Complicada

Los casos de malaria complicada principalmente producidos por la infección por *P. falciparum*, se caracterizan por producir una obstrucción vascular derivada de la retención de glóbulos rojos parasitados y el proceso inflamatorio, esto produce disfunción, daño y muerte celular en los diferentes órganos, lo cual induce al paciente en shock, hipoxia celular y un estado de acidosis, causando lesiones en cerebro y pulmón. Los signos de peligro incluyen cambios neurológicos, alteraciones del patrón respiratorio, vómito y diarrea persistentes, sangrados espontáneos, orina oscura, deshidratación, palidez intensa e hipotermia entre otras (Instituto Nacional de Salud INS, 2014).

3.4.4 Virus del nilo occidental y Encefalitis japonesa. El virus del nilo occidental es una enfermedad transmitida principalmente cuando el mosquito de genero *Culex* spp (Díptera Culicidae) pica un ave infectada, el mosquito adquiere el virus y lo transmite a través de su saliva a huéspedes humanos o animales. La infección es asintomática en casi el 80% de los casos, en el otro 20% presentan síntomas que se caracterizan por fiebre, dolores de cabeza, cansancio, dolores corporales, náuseas, vómitos y a veces erupción cutánea. Los síntomas de la afección grave son fiebre elevada, rigidez de nuca, estupor, desorientación, coma, temblores, convulsiones, debilidad muscular y parálisis. Aproximadamente 1 de cada 150 personas padecen la afección grave y el periodo de incubación del virus oscila entre 3 y 14 días (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), & Division of Vector-Borne Diseases (DVBD), 2016).

La encefalitis japonesa se transmite a los humanos por medio de la picadura de mosquitos infectados del genero *Culex* spp (Díptera Culicidae), el virus se desarrolla en un ciclo de transmisión entre los mosquitos y huéspedes vertebrados, principalmente cerdos o aves, el humano no se desempeña como huésped una vez adquiere la enfermedad, es decir, si otro mosquito lo pica no transmite la enfermedad. Menos del 1% de las personas infectadas presentan síntomas y aproximadamente una de 250 se convierte en una afección grave, esta se caracteriza por la repentina aparición de fiebre elevada, cefalea, rigidez de nuca, desorientación, coma, ataques, parálisis espástica y defunción. La tasa de letalidad puede alcanzar el 30% de los casos y entre el 20% y 30%

de las personas que superan la enfermedad pueden presentar problemas mentales, parálisis o pérdida del habla (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2015).

3.5 DISPOSITIVOS ACTUALES PARA CONTROL

Se investigó en las bases de datos modelos de trampa que actualmente se utilizan para capturar mosquitos y diferentes métodos de captura, de acuerdo con esto se clasificaron atributos como su funcionamiento, el tipo de cebo utilizado, tipo de energía (si la utiliza) y su mantenimiento ver *Tabla 1*.

Tabla 1 – Dispositivos actuales para control³

1. TRAMPA IN CARE - AL AIRE LIBRE	
 (In2Care, 2014)	Especie de objetivo: Mosquitos <i>Aedes aegypti</i>
	Funcionamiento: Los mosquitos son atraídos por los señuelos de olor y un dispositivo que libera humo negro, además de utilizar un tanque con agua para atacar a los mosquitos que se encuentran en ovoposición
	Mantenimiento: Manual
	Energía: No
	Cebo: liberación de calor de coloración oscura .
	Atributos: Baja tecnología y bajo costo. Diseño portátil. Minimiza la exposición humana a los agentes de control. Atracción de mosquitos a través de señuelos de olor. Puede ser utilizado al aire libre.
2. MOSQUITEROS TRATADOS CON INSECTICIDAS	
	³ Ref.: Especie de objetivo: Mosquitos <i>Anopheles</i>
	Funcionamiento: Se trata de una tela de poliéster impregnada con insecticida (Deltametrina) el cual permanece en la superficie de la malla durante largos periodos de tiempo incluso después de lavarla.
	Mantenimiento: Manual
	Energía: No
	Cebo: Co2 liberado por la persona
	Atributos: Es un mosquitero para cama, listo para usarse. Su tamaño es de 160 x 180 x 150 cm

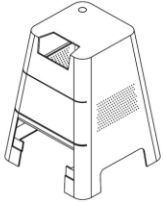
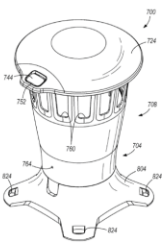
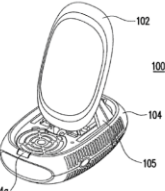
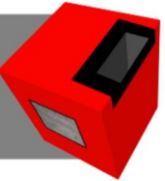
5. GRAVI TRAP (UIS)	
Especie de objetivo: Mosquitos <i>Aedes aegypti</i>  (Torres, Aranda, Moreno, & Luna, 2016) N° 2014167553	Funcionamiento: Tiene un recipiente con agua limpia en la parte inferior que los atrae, entra por la parte superior y en el 2do nivel se encuentra con una estructura que lo des-ubica, queda atrapado allí, para luego ser extraído. Mantenimiento: Manual Energía: No Cebo: Agua y señales de oviposición Atributos: Portable, fácil de manipular. No se necesita una fuente de alimentación eléctrica. Fácil de armar.
6. MOSQUITO TRAP	
Especie de objetivo: Mosquitos <i>Anopheles, Aedes, Ochlerotatus, y Culex</i>  FIG. 27 (Dawn et al., 2011)	Funcionamiento: Contiene una composición colocada en un recipiente que puede comprender al menos un agente activo. En la parte superior del recipiente hay una abertura para acceder al interior de la carcasa. Mantenimiento: Manual Energía: No Cebo: Recipiente con agua y composición. Atributos: No necesita fuente de energía. Fabricada en plástico resistente y materiales flexibles. Se le pueden acoplar diferentes piezas adicionales Funciona con agentes activos atrayentes e insecticidas.
7. MOSQUITO TRAP BY FILTRATED LIGHT	
Especie de objetivo: Mosquitos <i>Anopheles, Aedes, Ochlerotatus, y Culex</i>  (Chien-Lung & Hao-Jan, 2008)	Funcionamiento: Emplea un LED que filtra un conjunto de la luz visible para la emisión de las luces UV. También proporciona un vibrador piezoeléctrico para ayudar a la emanación de la carnada de mosquitos. Mantenimiento: Manual Energía: Si Cebo: Emisión de luz UV Atributos: Portátil, fácil de manipular. Se le pueden acoplar diferentes piezas adicionales. Puede ser utilizado en aire libre e interiores. LED luz visible filtrada.
8. HOME TRAP (UIS)	
Especie de objetivo: Mosquitos <i>Aedes aegypti</i>  (Arboleda, Capacho, Parra, & Duque, 2013)	Funcionamiento: El cebo incorporado permite la atracción de los mosquitos hembras y/o machos, una vez que ingresan a la trampa, se des-ubican y quedan impregnados en las ventanas con adhesivo Mantenimiento: Desechable. Energía: No Cebo: Cebo comercial sweetscent Atributos: Plegable, fácil de manipular, fácil transporte. Sus materiales permiten que sea una trampa accesible. Cebo Biogents Sweetscent

Tabla 1 (Continuación)⁴

⁴ 5.(Torres et al., 2016) 6.(Dawn et al., 2011) 7.(Chien-Lung & Hao-Jan, 2008) 8.(Arboleda et al., 2013)

PREMISAS SOBRE LOS DISPOSITIVOS ACTUALES

Funcionamiento:

- Las trampas como la In2care o el Eave tube son las más efectivas debido a su simplicidad y número reducido de piezas.
- El uso de insecticida en algunos métodos de control como el mosquitero y la trampa de luz brindan un ambiente inseguro para los usuarios, además dificulta el mantenimiento por parte de una persona del común.

- Las trampas que utilizan agua son las más comunes en el mercado como por ejemplo la BG-GAT, pero se pueden convertir en criaderos.

Energía eléctrica:

- Una de las ventajas importantes de las trampas con agua es que no requieren de energía eléctrica para su funcionamiento.
- Las trampas como las Biogents y la de luz necesitan mecanismos complejos y la utilización de energía eléctrica, esto complica su manipulación y transporte.
- La ventaja de trampa de cartón Hometrap y los Eaves tubes es que no requieren el uso de ningún mecanismo eléctrico o mecánico.

Tipo de Cebo utilizado:

- Las trampas Biogents son las más conocidas al utilizar un cebo de olor químico diseñado con el propósito de sustituir los componentes que emana constantemente nuestro cuerpo, la desventaja es que son diseñados únicamente para las trampas que ellos distribuyen.
- Los Eaves tubes y el mosquitero utilizan los olores que emanan las personas que habitan los hogares como cebo, el uso de cebo humano es el más efectivo pero también el más peligroso.
- La marca Biogents también comercializa otras trampas que utilizan tanques de CO² como cebo, esto dificulta su mantenimiento y el transporte.
- Las trampas que utilizan agua son elaboradas para que las hembras entren a ovipositar, pero tienen un riesgo biológico ya que propician un criadero.

Mantenimiento:

- Algunos sistemas de control como los mosquiteros utilizan insecticidas y diferentes agentes letales para eliminar los vectores, a pesar de que usan insecticidas suaves, representan riesgo para la población.
- Todas las trampas enunciadas tienen un mantenimiento manual menos la Hometrap, ya que esta trampa al ser de cartón permite que sea desechada una vez se utilice.

- Las trampas comerciales como las Biogents no están diseñadas para que la comunidad las utilice como método de protección ya que tienen mecanismos complejos y un alto costo comercial.

3.6 NORMATIVAS

3.6.1 Normatividad para prevención y control del dengue. La estrategia de control contra el dengue fue establecida en el año 1995 por la Organización Mundial de la salud (OMS) con el fin de centrar y coordinar los esfuerzos nacionales contra esta enfermedad para su prevención y control. Esta estrategia consta de cinco elementos principales:

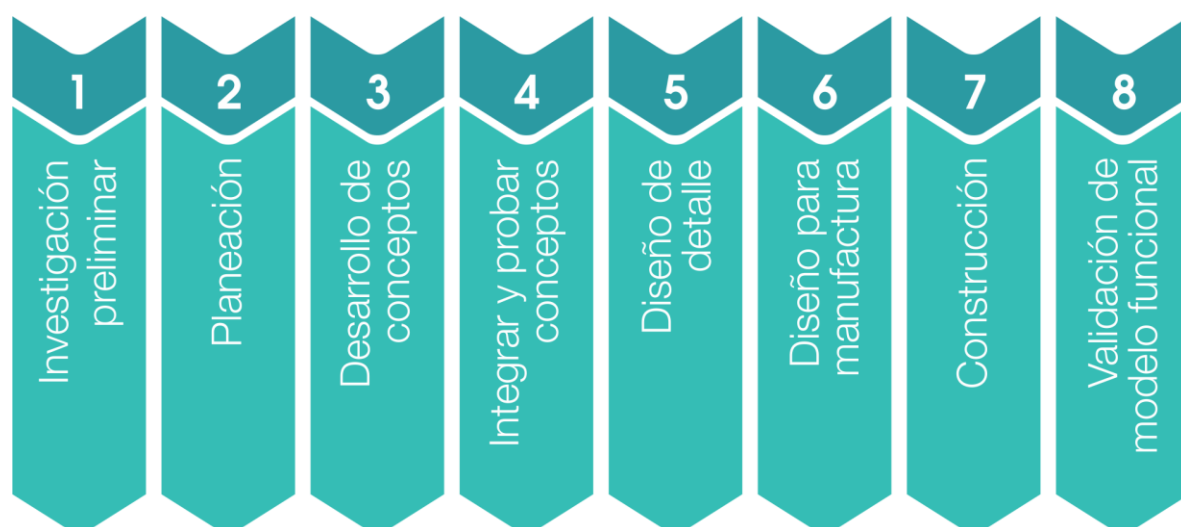
Figura 9 - Normativas de prevención y control de Dengue



4. METODOLOGIA

Para el desarrollo del proyecto, se tuvo en cuenta una metodología orientada hacia el desarrollo de producto (Ulrich & Eppinger, 2009), la cual combina métodos de marketing, diseño y manufactura, este modelo de trabajo se llevó paralelamente con el diseño experimental, dando soporte a las decisiones de diseño durante el proceso creativo ver *Figura 10*.

Figura 10 - Diagrama metodología empleada



Descripción fases de la metodología

Fase 1 y 2: Investigación previa del tema a abordar, también se realizó una capacitación en el manejo de colonias. En la fase 2 se realizó la planeación del proyecto

Fase 3: En esta fase se llevó a cabo el proceso creativo de generación y selección de conceptos.

Fase 4: Se realizaron los respectivos experimentos teniendo en cuenta el concepto resultante en la fase anterior.

Fase 5 y 6: Se especificaron los aspectos técnicos del producto y el diseño para la manufactura del mismo.

Fase 7 y 8: Se realizó la construcción del modelo y se ejecutó una prueba final.

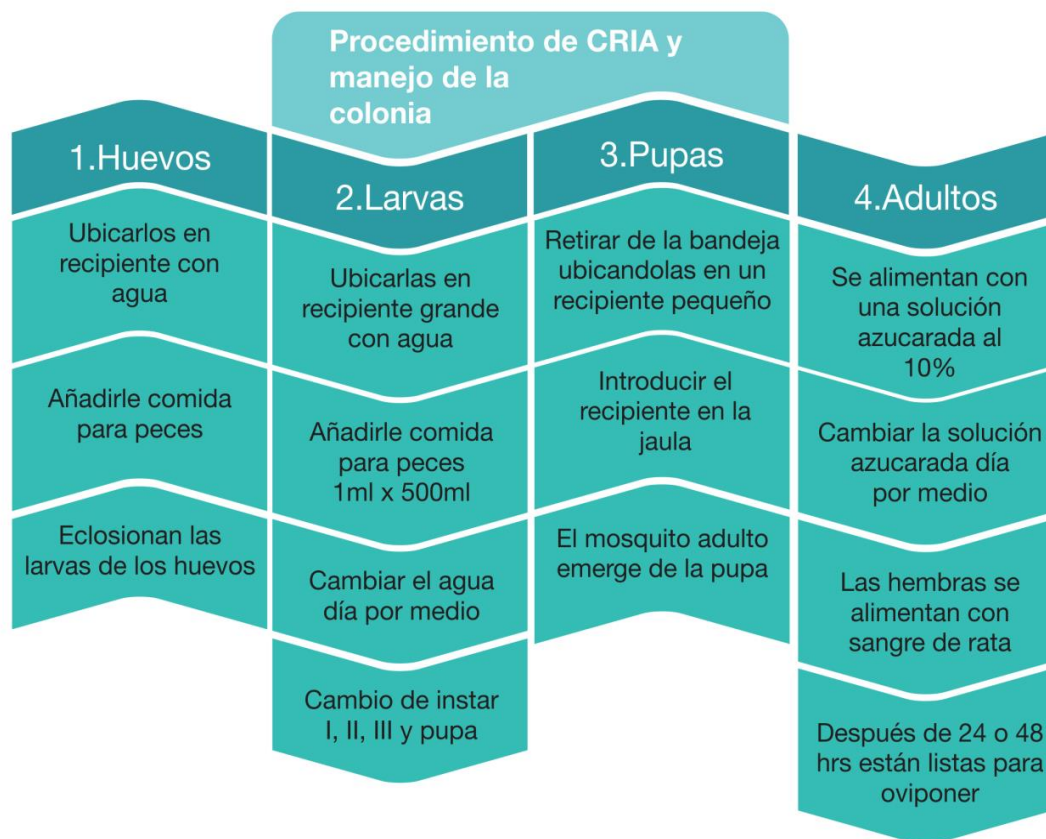
4.1 FASE PLANEACION E INVESTIGACION

4.1.1 Investigación preliminar. Teniendo en cuenta toda la información recopilada en el marco de referencia sobre los vectores, su comportamiento, ciclo de vida, aspectos de vigilancia entomológica y los dispositivos actuales para el control, fue necesario aplicar estos conocimientos en una fase primaria de capacitación en la cría y mantenimiento de la colonia (*Aedes aegypti*) establecida en el Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP) ver *Figura 11*.

- PROCEDIMIENTO DE CRÍA Y MANEJO DE LA COLONIA

Se trabajó con una colonia de la cepa *Aedes aegypti*, CDC Rockefeller, libre de virus y nunca sometido a la aplicación de insecticidas, el procedimiento detallado se encuentra en el Anexo A.

Figura 11 - Procedimiento CRIA y manejo de la colonia



4.1.2 Declaración de la misión. En esta fase de la metodología se redactó la declaración de la misión del producto en desarrollo, se describe el producto, cuál es su propuesta de valor, los objetivos de negocio del producto, cual es el mercado objetivo, las suposiciones y restricciones y los involucrados en todo el proyecto ver *Tabla 2*.

Tabla 2 - Declaración de la misión

DECLARACIÓN DE LA MISIÓN	
Trampa para captura y muerte de culicidos.	
Descripción del producto	Sistema de captura, eliminación y desecho de vectores transmisores de enfermedades.
Propuesta de valor	No hay contacto directo con los mosquitos. Posee un sistema para eliminar al mosquito. Tamaño adecuado que facilite el transporte y la manipulación. De fácil mantenimiento. Permite la captura de diferentes especies de culicidos.
Objetivos de negocio	Formar parte del desarrollo de productos para la eliminación de vectores transmisores de enfermedades. Efectividad, calidad, costos y tiempo.
Mercado primario	Laboratorios de investigación. Entidades Gubernamentales. Entidades de control de plagas. Universidad Industrial de Santander
Mercados secundarios	Usuarios que residen en las zonas endémicas de estas enfermedades. Distribuidores pequeños y grandes.
Suposiciones y restricciones	Principios de bioseguridad. Lograr la atracción sin usar un cebo vivo. Contraste de luz y penumbra. Pruebas con la especie Culicidae <i>Aedes aegypti</i> . Materiales no contaminantes al medio ambiente. Sin el uso de sistemas mecánicos ni eléctricos.
Involucrados	Investigadores encargados de la manipulación de la trampa en el área de exploración. Investigadores encargados de recopilar mosquitos Culicidae. Delegado de la compra de equipo científico necesario para investigaciones de relevancia nacional e internacional. Diseñadores. Proveedores. Profesores.

4.2 FASE DESARROLLO DE CONCEPTOS

4.2.1 Estructuración del problema. Para obtener las especificaciones de la trampa se estructuró el problema para determinar las fases que va a cumplir el producto ver **¡Error!**
No se encuentra el origen de la referencia..

4.2.2 Identificación de las necesidades del usuario. Para conocer mejor las necesidades y los aspectos que debe cumplir una trampa para captura y muerte de mosquitos culícidos, se realizaron entrevistas con un experto que tiene amplia experiencia en el desarrollo de investigaciones relacionadas con el control de plagas transmitidas por vectores.

También se realizaron entrevistas a jóvenes investigadores que hacen uso de trampas para este mismo fin, dándonos a conocer sus puntos de vista y los aspectos por mejorar.

- ENTREVISTA

Se citó a los expertos en áreas como biología, entomología, microbiología y en la utilización de trampas para vigilancia entomológica, a las instalaciones del Parque Tecnológico Guatiguará de la Universidad Industrial de Santander el día 7 de mayo de 2015 con el fin de indagar el conocimiento de ellos en el tema de manejo de trampas para la captura y muerte de mosquitos culícidos.

Se empleó el siguiente formato de cuestionario como apoyo ver Anexo B, pero se mantiene una conversación fluida, la cual es grabada para sacar posteriores conclusiones, a partir de esto se determinan las necesidades y se realiza una interpretación de ellas ver *Tabla 3*.

- INTERPRETACIÓN DE NECESIDADES

Tabla 3 - Interpretación de necesidades

Pregunta	Respuesta	Interpretación
¿Qué ventajas y desventajas encuentra en estos dispositivos?	Usa componentes mecánicos para su funcionamiento.	La trampa no requiere sistemas mecánicos para su funcionamiento
	Dificultad para el almacenamiento y transporte del cebo.	La trampa tiene un compartimiento para el almacenamiento del cebo.
	Algunas viviendas no cuentan con energía eléctrica para el funcionamiento de las trampas	La trampa no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento
	Los vapores del cebo están dispersos.	La trampa enfoca y direcciona los vapores del cebo.
	El cebo debería estar ubicado cerca de la entrada.	La trampa direcciona el cebo a la entrada.
	Dificultad para matar los mosquitos una vez entran a la trampa.	La trampa contiene un agente letal
	Las trampas comerciales son muy grandes y es difícil transportarlas	La trampa tiene el tamaño adecuado para lograr su fácil transporte
	No son higiénicas en el momento de extraer los mosquitos.	La trampa permite la extracción segura del material biológico
	Los espacio entre los acoples permiten que los mosquitos se escapen.	La trampa impide el escape de los mosquito
	La Entrada permite que el mosquito vea de afuera hacia adentro, pero no de adentro hacia afuera.	La trampa obstruye la visibilidad del mosquito una vez entra a la trampa
	Las trampas solo cuentan con una entrada	La trampa tiene una o varias entradas
	Las trampas no tiene en cuenta aspecto de la percepción del mosquito para su atracción	La trampa usa elementos físicos sensoriales para la atracción
	Uso en exteriores e interiores	La trampa es peri e intra domiciliaria

Tabla 3. (Continuación)

¿Qué características considera importantes debe tener una trampa para culícidos?		
	Que el contenedor de cebo se pueda extraer para su recambio	La unidad de almacenamiento del cebo es desmontable
	Que no refleje la luz, esto repele los mosquitos	La trampa está elaborada en materiales opacos
	Espacio exclusivo para el cebo	La trampa cuenta con una unidad de almacenamiento del cebo.
	Que facilite el almacenamiento	La trampa ocupa poco espacio.
		La trampa es desarmable.
	Que se moje y no se dañe	La trampa está elaborada con materiales resistentes a la humedad.
¿Cómo creería que se debe extraer de una forma segura e higiénica los mosquitos una vez entren a la trampa y mueran?	Se puede ver cuando es hora de vaciar el espacio de recolección	La trampa deja visualizar el contenedor del material biológico.
	Un área donde queden atrapados y mueran	La trampa cuenta con una unidad de recolección del material Biológico
	Es biodegradable	La trampa es biodegradable.
	El área de almacenaje es grande	La unidad de recolección es amplia

- LISTA JERÁRQUICA DE LAS NECESIDADES DEL CLIENTE

La finalidad de la jerarquización es la organización de los datos recolectados formando conjuntos de necesidades y clasificando así: característica general o título que agrupa las necesidades, terciarias o críticas (***), secundarias (**) primaria (*) y latentes (!), las cuales definen el nivel de importancia de cada una de la necesidades interpretadas de los clientes.

La trampa captura eficazmente a los mosquitos culícidos

** La trampa contiene un agente letal que no afecte a otras especies.

***La trampa es elaborada en materiales que no reflejen la luz.

*! La trampa obstruye la visibilidad del mosquito una vez ingresa a ella.

***La trampa impide el escape de los mosquitos.

***La trampa tiene una o varias entradas.

La trampa cuenta con una unidad de recolección del material biológico

*** La trampa permite la extracción segura del material biológico.

** La trampa deja ver cuando el contenedor del material biológico está lleno.

*! La unidad de recolección es amplia.

La trampa cuenta con un sistema de atracción

*** La trampa usa elementos físicos sensoriales para la atracción.

** La trampa enfoca y direcciona los vapores del cebo.

** El cebo se ubica cerca de la entrada de la trampa.

*** La trampa tiene un compartimiento para el almacenamiento del cebo.

La trampa es compatible a diferentes condiciones ambientales

*** La trampa no favorece el estancamiento de agua.

*** La trampa es resistente a la humedad.

** La trampa es biodegradable.

La trampa es fácil de armar e instalar

*** No requiere herramientas externas para su armado e instalación.

** La trampa tiene un manual de usuario práctico.

*** La trampa es versátil en su anclaje.

** La trampa es de fácil instalación y desinstalación.

** La trampa se arma fácilmente.

La trampa es de fácil funcionamiento

*** La trampa ocupa poco espacio de almacenamiento.

** La trampa tiene el tamaño adecuado para lograr su fácil transporte.

*! La trampa no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento.

*** La trampa no requiere sistemas mecánicos para su funcionamiento.

Fabricación local de la trampa

** La trampa utiliza procesos de fabricación disponibles en la región.

*** La trampa no requiere de altas tecnologías para su fabricación.

4.2.3 Especificaciones del producto. Con el previo análisis del estado actual y una detallada interpretación de las necesidades, se obtuvo información útil, determinando las características que debe tener el nuevo producto, generando así las especificaciones del producto que permitieron el buen desarrollo de los siguientes pasos dentro de la metodología.

Se agruparon las especificaciones teniendo en cuenta aspectos de funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, desempeño y soporte según como corresponden, dándole a cada enunciado una clasificación de 1 a 5, siendo 5 el valor más importante a tener en cuenta y 1 el de menor importancia (Imp.) según muestra la *Tabla 4*.

Tabla 4 - Necesidades del producto y su importancia

Clasificación	N°	Descripción	Imp.
FUNCIONALIDAD	1	La trampa contiene un agente letal que no afecte a otras especies.	1
	2	La trampa tiene una o varias entradas.	4
	3	La trampa usa elementos físicos sensoriales para la atracción.	5
	4	Direcciona los volátiles del cebo.	4
	5	El cebo se ubica cerca de la entrada de la trampa.	2
	6	La trampa no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento.	5
	7	La trampa no requiere sistemas mecánicos para su funcionamiento.	5
USABILIDAD	8	La trampa permite la extracción segura del material biológico.	5
	9	La trampa tiene un compartimiento para el almacenamiento del cebo.	4

Tabla 4. (Continuación)

	10	No requiere herramientas externas para su armado e instalación.	3
	11	La trampa es versátil en su anclaje.	4
	12	La trampa es de fácil instalación y desinstalación.	5
	13	La trampa se arma fácilmente.	5
CONFIABILIDAD	14	La entrada de la trampa bloquea la visibilidad del mosquito una vez ingresa a ella.	4
	15	La trampa impide el escape de los mosquitos.	5
	16	La trampa no favorece el estancamiento de agua.	5
	17	La trampa es elaborada en materiales resistentes a la humedad.	4
	18	La trampa es biodegradable.	5
	19	La trampa permite ver cuando el contenedor del material biológico está lleno	3
DESEMPEÑO	20	La trampa es elaborada en materiales que no reflejen la luz.	4
	21	La unidad de recolección es amplia.	3
SOPORTE	22	La unidad de almacenamiento del cebo es desmontable.	4
	23	La trampa es desarmable.	5
PLUS	24	La trampa ocupa poco espacio de almacenamiento.	4
	25	La trampa tiene el tamaño adecuado para lograr su fácil transporte.	5
	26	La trampa utiliza procesos de fabricación disponibles en la región.	3
	27	La trampa no requiere de tecnologías complejas para su fabricación.	4

Luego de establecer los requerimientos es necesario convertir estas necesidades en parámetros medibles y cuantificables, es por eso que se les dio un valor métrico correspondiente a cada uno de ellos, este es considerado el valor de medida para cada uno de los aspectos. En la *Tabla 5* se muestra la transformación de estas necesidades.

Tabla 5 - Métricas del producto

	N°	N° de Necesidad	Métrica	Unidades	Imp.
Funcionalidad	1	1	Agente letal que no afecte otras especies.	Subj.	2
	2	2	Entradas de la trampa	N° de entradas	4
	3	3	Elementos visuales	Subj.	5
	4	4	Tamaño de entrada	cm2	3
	5	5	Distancia entre el cebo y entrada	cm	3
Usabilidad	6	8	Seguridad biológica	Normatividad	5
	7	9	Capacidad de almacenamiento para el cebo	cm2	4
	8	11, 12	Disposiciones en el lugar de instalación	N° Disposiciones	4
	9	13	Pasos de armado	N°	5
Soporte	10	22	Unidad del cebo desmontable	Subj.	4
	11	23	Tiempo de armado e instalación	Tiempo (seg)	5
Confiabilidad	12	14, 15	Entrada/ bloqueo visibilidad	Subj.	4
	13	16, 17	Material impermeables	Subj.	4
	14	18	Descomposición del material	Biodegradabilidad del material	5
	15	19	Indicador de captura	Subj.	3
Desempeño	16	20	Material antirreflectivo	Subj.	4
	17	21	Unidad de recolección amplia	Cm3	4
Plus	18	24, 25	Tamaño de la trampa	Cm3	5
	19	26,27	Procesos de fabricación en área local	Subj.	4

Luego de establecer un valor cuantificable para cada una de las especificaciones se realizó una comparación del producto nuevo con productos que se consideren competencia, esto para determinar el éxito comercial de estos, en la *Tabla 6* se comparó las especificaciones del producto que resultaron del análisis, con las trampas potenciales en el mercado.

Tabla 6 - Métricas del producto. Comparación con productos existentes

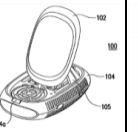
						Productos			
	N°	N° de Nec.	Métrica	Unidades	Imp.				
Funcionalidad	1	1	Agente letal que no afecte otras especies.	Subj.	2	NO	NO	NO	SI
	2	2	Entradas de la trampa	N° de entradas	4	1	1	1	1
	3	3	Elementos visuales	Subj.	5	Si	Si	Si	No
	4	4	Tamaño de entrada	cm2	3	20	0,5	-	-
	5	5	Distancia entre el cebo y la entrada	cm	3	10	15	-	-
Usabilidad	6	8	Seguridad biológica	Normatividad	5	Si	No	No	Si
	7	9	Capacidad de almacenamiento para el cebo	cm2	4	70 x 10	10 x 15	-	-
	8	11, 12	Disposiciones en el lugar de instalación	N° Disposiciones	4	1	1	1	1
	9	13	Pasos de armado	N°	5	7	9	-	5
Soporte	10	22	Unidad del cebo desmontable	Subj.	4	Si	Si	Si	Si
	11	23	Tiempo de armado e	Tiempo (seg)	5	129	190	300	60

Tabla 6. (Continuación)

			instalación						
Confiabilidad	12	14, 15	Entrada/ bloqueo visibilidad	Subj.	4	No	Si	Si	No
	13	16, 17	Material impermeables	Subj.	4	Si	Si	Si	Si
	14	18	Descomposición del material	Biodegradabilidad del material	5	Si	No	No	No
	15	19	Indicador de captura	Subj.	3	Si	No	No	Si
Desempeño	16	20	Material antirreflectivo	Subj.	4	Si	Si	Si	Si
	17	21	Unidad de recolección amplia	Cm3	4	20	37	40x20x30	15x15x20
Plus	18	24, 25	Tamaño de la trampa	Cm3	5	50x20x20	30 x 37x37	40x20x30	15x15x20
	19	26,27	Procesos de fabricación en área local	Subj.	4	No	No	No	Si

En la anterior tabla se encontraban las métricas que completan el producto desde el ámbito comercial y en la *Tabla 7* se muestran las especificaciones finales con su respectivo rango de valor para cada una de las métricas.

Tabla 7 - Especificaciones del producto

	N°	N° de Necesidad	Métrica	Unidades	Imp.	Valor
Funcionalidad	1	1	Agente letal que no afecte otras especies.	Subj.	2	NO
	2	2	Entradas de la trampa	N° de entradas	4	≤ 5
	3	3	Elementos Visuales	Subj.	5	SI
	4	4	Tamaño de entrada	cm ²	3	$\leq 5 \times 5$
	5	5	Distancia entre el cebo y la entrada	cm	3	≤ 15
Usabilidad	6	8	Seguridad biológica	Normatividad	5	SI
	7	9	Capacidad de almacenamiento para el cebo	cm ²	4	$\leq 10 \times 15$
	8	11, 12	Disposiciones en el lugar de instalación	N° Disposiciones	4	≤ 3
	9	13	Pasos de armado	N°	5	≤ 2
Soporte	10	22	Unidad del cebo desmontable	Subj.	4	SI
	11	23	Facilidad de armado e instalación	Tiempo (seg)	5	≤ 18
Confiabilidad	12	14, 15	Entrada/ bloqueo visibilidad	Subj.	4	SI
	13	16, 17	Material impermeables	Subj.	4	SI
	14	18	Descomposición del material	Biodegradabilidad del material	5	SI
	15	19	Indicador de captura	Subj. Tiempo	3	SI
Desempeño	16	20	Material antirreflectivo	Subj.	4	SI
	17	21	Unidad de recolección amplia	Cm ³	4	≤ 10
Plus	18	24, 25	Tamaño de la trampa	Cm ³	5	≤ 10
	19	26,27	Procesos de fabricación en área local	Subj.	4	SI

4.2.4 Generación de concepto. En esta fase se realizaron las propuestas de diseño enfocadas a resolver el problema propuesto, esto se hizo teniendo en cuenta las necesidades encontradas y las especificaciones objetivo, para dar como resultado un conjunto de conceptos de los cuales se realizó una selección final.

- ACLARAR EL PROBLEMA

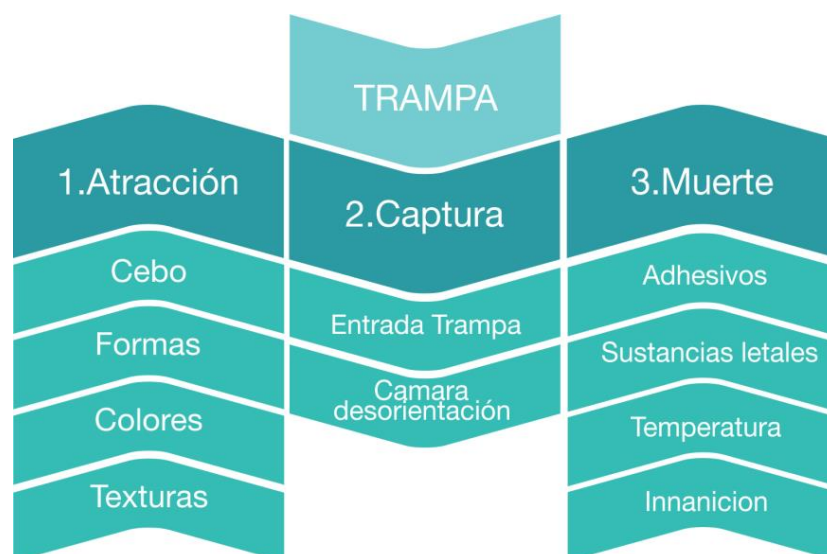
Esta etapa consiste en entender el problema de manera general y luego descomponer el problema en forma detallada a través del planteamiento de sub-problemas, a continuación en la *Figura 12* se plantea el diagrama funcional básico de la trampa.

Figura 12 - Diagrama funcional básico



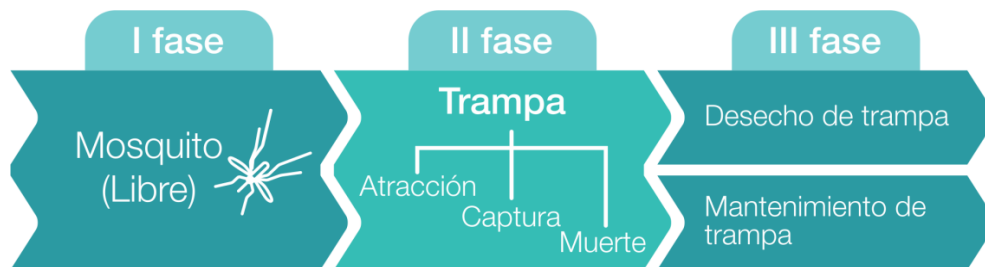
A continuación se procede a descomponer el problema principal en sub-problemas, La *Figura 13* ilustra de forma detallada este proceso.

Figura 13 - Diagrama funcional en tres sub-problemas



La *Figura 14* muestra las 3 fases funcionales de la trampa, especificando cada una de las ellas, Fase I: Mosquito libre, Fase II: Acción de la trampa y Fase III: Desecho o mantenimiento de la trampa.

Figura 14 - Diagrama funcional en tres fases



- EXPLORAR SISTEMÁTICAMENTE

Cada sub-problema se descompone en posibles soluciones que se plantearon como hipótesis las cuales son sometidas a experimentación en laboratorio y campo. La *Figura 15* describe los 3 sub-problemas:

Figura 15 – Soluciones a sub-problemas



- ALTERNATIVAS (BOCETACION)

Las alternativas se realizaron con base al proceso investigativo y teniendo en cuenta las especificaciones establecidas. Es en esta fase donde el Diseñador Industrial inicia el proceso creativo realizando una lluvia de ideas de conceptos ver *Tabla 8*. De igual forma se realizaron modelos de algunos conceptos ver Anexo C.

Tabla 8 - Lluvia de ideas / Bocetación

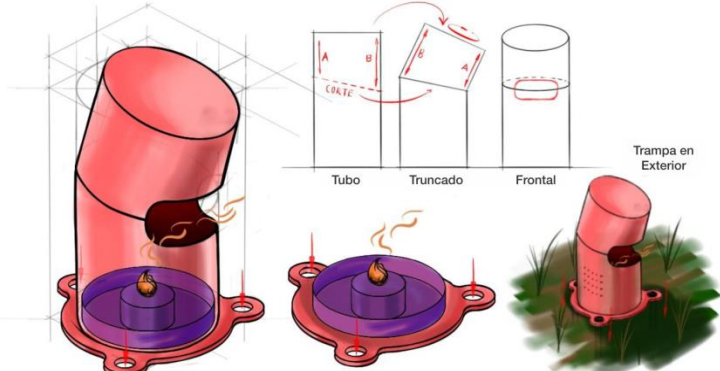
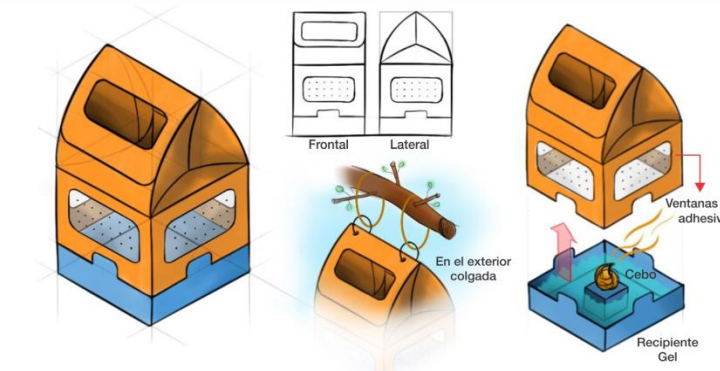
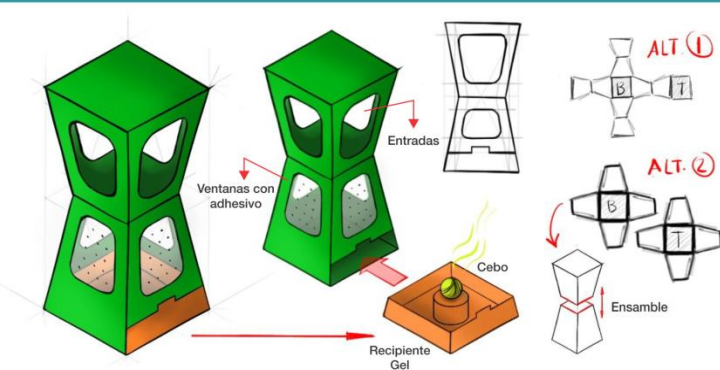
Alternativas	Descripción
	Cilindro Consiste en dos cilindros truncados invertidos, esto permite que se genere una leve inclinación la cual permite que el agua no inunde el interior. El recipiente del gel está en la parte inferior y el cebo en centro del recipiente, toda esa parte se puede retirar para su mantenimiento y facilidad de uso. Las paredes del cilindro inferior tiene orificios para crear corrientes de aire y des-ubicar a los mosquitos, en la parte interna las paredes están impregnadas de adhesivo.
	Bolsa Este concepto consta de una forma similar a la de una bolsa de papel, tiene una entrada en la parte superior y por medio de unas pestañas se desprende la parte inferior, allí va el recipiente del gel y el cebo atrayente, en las paredes laterales de la parte superior van las ventanas de acetato y orificios que permiten la entrada de corrientes de aire y luz para crear salidas falsas, estas ventanas estas impregnadas de pegamento.
	Reloj de arena Esta propuesta cuenta con cuatro entradas que se distribuyen en la parte superior, en las paredes de la parte inferior hay ventanas de acetato con orificios, las cuales crean salidas falsas para los mosquitos, esto evita que ellos vuelvan a salir por las entradas, las ventanas tienen pegamento impregnado, en la parte inferior se encuentra el recipiente del gel y el cebo, este se introduce como se muestra en la figura y se asegura con una pestaña.

Tabla 8. (Continuación)

Alternativas	Descripción
	Planos oblicuos Consiste en un desarrollo que se arma fácilmente por medio de pestañas, la forma crea planos oblicuos que crean una cámara de desorientación para los mosquitos evitando que encuentren la salida que está en la parte superior, por uno de los lados se puede abrir para colocar y retirar el recipiente del gel y el cebo, en algunos de los planos oblicuos tiene orificios que permiten la entrada de corrientes de aire.
	Caja La propuesta tiene forma de caja de cartón con una parte posterior y delantera del mismo tamaño, su instalación es sencilla debido a que ya viene todo listo, solo se abre, se acomoda el recipiente del gel en el cual también va el cebo y se cierra, tiene una sola entrada y en dos de las caras tiene ventanas con formas decorativas que le permitirán camuflarse en la decoración del hogar, en estas ventanas va impregnado el pegante.
	Burbuja Este concepto tiene una forma moderna y continua, tiene dos ventanas contiguas que permiten des-ubicar al mosquito dándole posibles salidas falsas, en estas ventanas se encuentra el adhesivo mortal. En la parte inferior se encuentra el recipiente del gel, en el cual también se encuentra el cebo, este recipiente se enrosca al otro, permitiendo que su mantenimiento sea mas sencillo y rápido.
	Buzón Con una forma inclinada en la parte superior impide que el agua inunde el interior, tiene una sola entrada en la parte frontal, en las paredes laterales se encuentran las ventanas con orificios las cuales crean salidas falsas para los mosquitos, ellas están impregnadas con adhesivo, en la parte inferior se encuentra el recipiente del gel, el cual se introduce por la pared que se abre y en la parte posterior tiene una saliente que funciona como empotramiento.

Tabla 8. (Continuación)

Alternativas	Descripción
	Externo El concepto externo permite que todo mosquito que se acerque tenga fácil acceso a la trampa, el cebo se introduce en la columna la cual se abre por la parte superior por medio de un ensamble, esta columna tiene orificios por donde salen los volátiles del cebo y su pared está impregnada con adhesivo para atrapar los mosquitos que se posen en ella, en la parte inferior se encuentra el recipiente del gel.
	Pirámide Consiste en una forma piramidal con varias entradas en la parte superior, también tiene una segunda forma de uso deprendiendo las puntas y generando una entrada mas amplia. En la parte inferior se encuentra en recipiente del gel y el cebo que se encuentra en el medio, en las paredes tiene unas ventanas para des-ubicar al mosquito generando salidas falsas y están impregnadas de adhesivo.

4.3 FASE EXPERIMENTAL (PRUEBAS Y RESULTADOS)

4.3.1 Selección de conceptos. En la selección de concepto se evaluaron las alternativas resultantes de la generación de concepto teniendo en cuenta las especificaciones establecidas. Este proceso se llevó a cabo dos etapas, la primera es la filtración de concepto que se muestra en la

Tabla 9, esta se centra en realizar una comparación de los conceptos con el producto más completo del mercado para reducir el número de conceptos, en este caso se utilizó la trampa Mosquitaire Co2 de Biogents, los conceptos resultantes se mejoraron y/o se combinaron entre ellos. En la segunda etapa denominada la evaluación de concepto Tabla 10 se utilizan criterios ponderados de selección y una escala de evaluación más fina donde se tuvo en cuenta la suma ponderada de las calificaciones obtenidas, eligiendo la alternativa que se va a evaluar en la prueba de concepto.

RESULTADOS MATRICES DE SELECCIÓN DE CONCEPTOS

Tabla 9 - Matriz de filtrado de concepto

CRITERIOS DE SELECCIÓN		CONCEPTOS									
		Biogents mosquitoire Co2	Alternativa 1 Cilindro	Alternativa 2 Bolsa	Alternativa 3 Reloj de arena	Alternativa 4 Planos oblicuos	Alternativa 5 Caja	Alternativa 6 Burbuja	Alternativa 7 Buzón	Alternativa 8 Externo	Alternativa 9 Pirámide
Funcionalidad	Agente letal que no afecte otras especies.	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Entradas de la trampa	0	0	+	+	-	-	0	+	+	+
	Elementos Visuales	0	+	+	+	+	0	-	+	+	+
	Tamaño de entrada	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0
	Distancia entre el cebo y la entrada	0	-	-	0	-	-	-	0	+	-
Usabilidad	Seguridad biológica	0	+	+	-	+	0	0	+	-	-
	Capacidad de almacenamiento para el cebo	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Disposiciones en el lugar de instalación	0	+	+	+	-	0	+	+	0	+
	Pasos de armado	0	+	-	0	-	-	+	+	+	-
Soporte	Unidad del cebo desmontable	0	+	+	+	+	+	+	+	-	+
	Facilidad de armado e instalación	0	+	+	+	0	+	+	0	+	+
Confiabilidad	Entrada/ bloqueo visibilidad	0	-	-	+	+	0	-	-	-	-
	Material impermeable	0	0	-	-	-	-	+	-	0	-

Tabla 9. (Continuación)

	Descomposición del material	0	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	Indicador de captura	0	0	0	+	-	0	-	0	+	-
Desempeño	Material antirreflectivo	0	+	+	+	+	+	-	+	+	+
	Unidad de recolección amplia	0	+	+	+	-	+	+	+	+	-
Plus	Tamaño de la trampa	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Procesos de fabricación en área local	0	+	+	+	+	+	-	+	0	+
Suma +		0	13	13	14	10	9	9	13	12	10
Suma 0		19	3	1	2	3	5	2	3	3	1
Suma -		0	3	5	4	8	5	8	3	6	8
Evaluación neta		0	10	8	10	2	4	1	10	6	2
Posición		-	1	2	1	5	4	6	1	3	5
Continuar		-	S	C	C	N	N	N	C	C	N
S: Si N: No C: Combinar		Biogents mosquitoire Co2	Alternativa 1 Cilindro	Alternativa 2 Bolsa	Alternativa 3 Reloj de arena	Alternativa 4 Planos oblicuos	Alternativa 5 Caja	Alternativa 6 Burbuja	Alternativa 7 Buzón	Alternativa 8 Externo	Alternativa 9 Pirámide

Una vez realizada la matriz de filtrado se concluyó que la alternativa 1 “Cilindro” continua a la siguiente fase con las mismas características y cuatro conceptos se combinan entre ellos de la siguiente manera: la alternativa 2 “Bolsa” con la alternativa 8 “Externo” y la alternativa 3 “Reloj de arena” con la alternativa 7 “Buzón”, de esta manera se realizaron dos nuevos conceptos con estas combinaciones, teniendo en cuenta las características que sobresalieron de manera positiva en cada una. Con estos 3 conceptos (Alt. 1 “Cilindro”, Alt.10 “Bolsa-externo” y Alt. 11 “Buzón-reloj” ver *Tabla 11*) se realizó la evaluación de concepto, el cual es un método de evaluación más fino donde se dan valores cuantificables a cada concepto.

Tabla 10 - Matriz evaluación de concepto

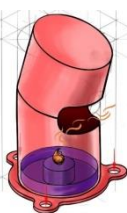
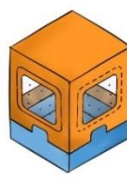
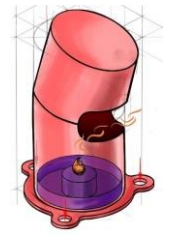
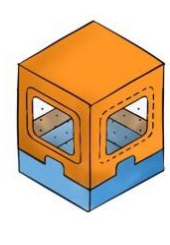
		CONCEPTOS								
										
		Peso	Biogents mosquitaire Co2		Alt.1 Cilindro		Alt.10 Bolsa externa		Alt.11 Buzón reloj	
CRITERIOS DE SELECCIÓN		%	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
Funcionalidad	Agente letal que no afecte otras especies.	5	3	15	4	20	4	20	4	20
	Entradas de la trampa	3	3	9	3	9	4	12	5	15
	Elementos Visuales	7	3	21	3	21	3	21	3	21
	Tamaño de entrada	6	3	18	2	12	4	24	4	24
	Distancia entre el cebo y la entrada	2	3	6	1	2	5	10	2	4
Usabilidad	Seguridad biológica	10	3	30	4	40	3	30	4	40
	Capacidad de almacenamiento para el cebo	5	3	15	1	5	1	5	1	5
	Disposiciones en el lugar de instalación	3	3	9	5	15	3	9	5	15
	Pasos de armado	8	3	24	4	32	3	24	4	32
Soporte	Unidad del cebo desmontable	5	3	15	5	25	3	15	4	20
	Facilidad de armado e instalación	9	3	27	4	36	1	9	5	45

Tabla 10. (Continuación)

Confiabilidad	Entrada/ bloqueo visibilidad	4	3	12	1	4	4	16	3	12
	Material impermeable	4	3	12	2	8	2	8	2	8
	Descomposición del material	5	3	15	4	20	4	20	4	20
	Indicador de captura	5	3	15	3	15	3	15	4	20
Desempeño	Material antirreflectivo	7	3	21	4	28	3	21	4	28
	Unidad de recolección amplia	6	3	18	2	12	2	12	2	12
Plus	Tamaño de la trampa	5	3	15	5	25	5	25	5	25
	Procesos de fabricación en área local	1	3	3	3	3	3	3	3	3
Total de puntos %		100	3		3,32		2,99		3,69	
Posición			4		2		3		1	
¿Continuar?			-		No		No		Si	
		Peso %	Biogents mosquitaire Co2		Alt.1 Cilindro		Alt.10 Bolsa externa		Alt.11 Buzón reloj	
										

Después de realizar la matriz de evaluación, se concluyó que la alternativa 11 “Buzón-Reloj” es la elegida para construir los modelos a escala real que se sometieron a experimentación en laboratorio y campo, esto con la finalidad de obtener y comprobar aspectos formales, estructurales y físicos que contribuyeron en el refinamiento de la propuesta final de diseño.

A continuación se realizó una breve descripción de las alternativas resultantes de la combinación de los conceptos Alt. 2-Alt. 8 y Alt. 3-Alt.7, esto se determinó en la matriz de filtrado.

Tabla 11 - Alternativas nuevas

Alternativas nuevas	Descripción
	Bolsa - Externo Consiste en la unión del ensamble encontrado en la alternativa bolsa con el concepto de generar una trampa abierta, es por eso que se sugiere que se pueda utilizar de las dos formas, sin la parte superior y con la parte superior si se desea usar en exteriores, además de tener estas ventanas que se abren para generar entradas grandes para direccionar al mosquito directamente al cebo y al adhesivo.
	Buzón - Reloj Este concepto nuevo consiste en la unión de la puerta encontrada en la alternativa buzón y la forma de reloj de arena que tiene la otra, generando un embudo con las entradas en la parte superior y las ventanas con adhesivo en la inferior, una de estas paredes con ventana se abre para poder introducir el recipiente con el gel y el cebo, esto permite un mantenimiento sencillo y práctico.

4.3.2 Prueba de concepto. El concepto 11 “Buzón-Reloj” fue el resultante de las matrices de selección, este fue sometido a validación en experimentación por medio de la construcción de modelos funcionales a escala real, esto con el fin de comprobar hipótesis relacionadas con el comportamiento de los culícidos frente a diferentes estímulos visuales y/o sensoriales, dando así soporte a las decisiones de diseño en el refinamiento de la

propuesta final del producto. Una vez obtenidos los datos recopilados en las observaciones se sometieron a análisis estadístico, con el cual se comprobó de modo más cuantificable las hipótesis previamente planteadas. Es importante definir el propósito de la prueba para obtener datos más precisos y concisos, para esto es necesario realizar el diseño de cada uno de los experimentos.

Otros aspectos importantes para el correcto desarrollo de las pruebas son: la descripción de la población de culícidos, el lugar de donde se realizaron las pruebas, las jaulas para el almacenamiento y de más instrumentos, estos se describen en el Anexo E.

DISEÑO EXPERIMENTAL (MÉTODO CIENTÍFICO)

En esta fase se realizaron todos los experimentos con el modelo funcional a escala real resultante de la fase selección de concepto, esto para verificar la eficacia de los aspectos del producto como la funcionalidad, la parte estructural y formal.

Diseño de los experimentos:

Se evaluaron 3 hipótesis las cuales se determinaron teniendo en cuenta la revisión bibliográfica, la investigación preliminar de la colonia y las especificaciones objetivo.

- **Experimento N°1:** Objetivo: comprobar si el número de entradas influye en el porcentaje de captura de los mosquitos.
- **Experimento N°2:** Objetivo: comprobar si diferentes contrastes de color influye en el porcentaje de captura de los mosquitos.
- **Experimento N°3:** Objetivo: comprobar si diferentes escalas de tamaño en la trampa influye en el porcentaje de captura de los mosquitos.

Se utilizó una población de 80 hembras grávidas para cada experimento en laboratorio, este número se determinó de acuerdo a la cantidad de mosquitos disponibles en la Cepa para todos los experimentos y también se considera estadísticamente adecuado un número de 80 por experimento.

La variable independiente son los tratamientos que se utilizan en cada experimento, esto varía para cada una de las pruebas.

Las variables dependientes de cada experimento son la captura de mosquitos en adhesivo y la oviposición de huevos en gel de agarosa.

Se realizó un conteo cada 24h de los mosquitos capturados y los huevos encontrados en cada tratamiento, esto se realizó con un estereoscopio.

Cada 24h se realizó una rotación anti-horaria de los tratamientos para evitar preferencias químicas, también se realizó un mantenimiento a cada uno de los tratamientos.

Se ubicaron 20 mosquitos hembra grávidos en cada una de las 4 jaulas, cada una de estas jaulas contenía el total de tratamientos a evaluar, es decir se realizaron 4 réplicas de cada tratamiento.

Cada experimento en laboratorio y campo se realizó dos veces, los resultados totales se registraron en cada uno de los experimentos al igual que el diseño de cada uno, sus tratamientos y la disposición de los tratamientos.

Todos los experimentos tuvieron dos fases de desarrollo, Fase1: Laboratorio y Fase2: Campo.

Protocolo experimentos laboratorio.	Protocolo experimentos campo.
Mosquitos hembra grávidos usados: 80.	-
Jaulas utilizadas: Cuatro.	Ubicación Trampas: 5 puntos del Parque Tecnológico Guatiguará
Ubicación: 20 mosquitos por jaula.	-
Duración experimento: Cinco días.	Duración experimento: Seis días.
Lectura de experimento: Cada 24h.	Lectura de experimento: Al cabo de los seis días.

EXPERIMENTO N° 1. (LABORATORIO): N° DE ENTRADAS

TRAMPAS UTILIZADAS: 20 TRAMPAS, 4 POR JAULA.

OBSERVACIÓN: La mayoría de trampas existentes tienen una sola posibilidad de entrada, dificultando en algunos casos que el porcentaje de captura sea elevado, es por eso que se busca evaluar diferentes posibilidades de numero de entrada en la trampa seleccionada para comprobar si influye en el porcentaje de captura de mosquitos.

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de hembras *Aedes aegypti* utilizando trampas “modelo de prueba” con una, dos, tres y cuatro entradas.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “La hembra grávida *Aedes aegypti*, ovipone y entra de forma similar en trampas con una, dos, tres y cuatro entradas”

TRATAMIENTOS: Las trampas fueron elaboradas en cartón kraft de 280 gr, tienen 4 ventanas impregnadas de adhesivo (Gomin Cola) y en el fondo hay un recipiente transparente con gel de agarosa en que los mosquitos oviponen, esta sustancia sustituye el agua para la actividad de oviposición y evita que se convierta en un criadero. Las trampas utilizadas son de color rojo en contraste con el negro debido al estudio anteriormente realizado en la trampa Gravitrap (Torres et al., 2016) donde demostraban la eficiencia de este contraste al atraer las hembras de *Aedes aegypti*, al igual que en el diseño de la ovitrampa ALOT patentada en U.S.A. (Paz-Soldan et al., 2016). En este experimento se evaluaron 4 tratamientos que se pueden observar en la *Figura 16* :

Tratamiento 1: Trampa con una entrada. Tratamiento 2: Trampa con dos entradas.

Tratamiento 3: Trampa con tres entradas Tratamiento 4: Trampa con cuatro entradas.

Figura 16 - Tratamientos experimento N°1



CONTROL: El tratamiento control que se utilizó en este experimento fue una trampa con las mismas características de las anteriormente descritas, a excepción que tiene una entrada totalmente abierta ver *Figura 17*.

Figura 17 - Tratamiento control



DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS: Se seleccionaron 80 hembras grávidas *Aedes aegypti* y se dividieron en 4 grupos de 20 mosquitos, para ellos se dispuso cuatro jaulas y en cada una se ubicaron 4 tratamientos más el control, cada 24 horas estos tratamientos son retirados para realizarles mantenimiento, cambiándoles los contenedores de gel

(cebo) y los acetatos con adhesivo, con el fin de mantener un sistema de control neutro y libre de marcaciones químicas. Para evitar que los mosquitos mueran de hambre es necesario instalar un recipiente con solución azucarada al 10% en cada jaula para que se puedan alimentar, este se tomará en cuenta como otro tratamiento y se incluye en la rotación diaria en sentido anti horario. El diagrama del experimento esta descrito en las *Figura 18 y Figura 19.*

Figura 18 - Diagrama experimento N°1 - M: miel C: control T: tratamiento

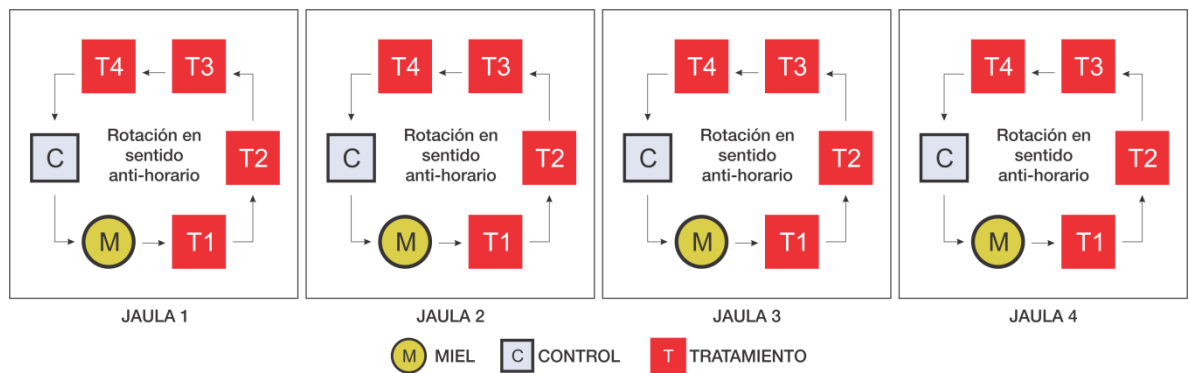


Figura 19 - Montaje experimento N° 1



RESULTADOS

En la *¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.* se registraron los datos obtenidos en los 5 días que se desarrolló el experimento, estos fueron organizados de acuerdo a los dos aspectos a evaluar, oviposición de huevos y captura de mosquitos. La tabla de datos se encuentra en el Anexo I y algunas fotografías de la captura se encuentran en el

Anexo H.

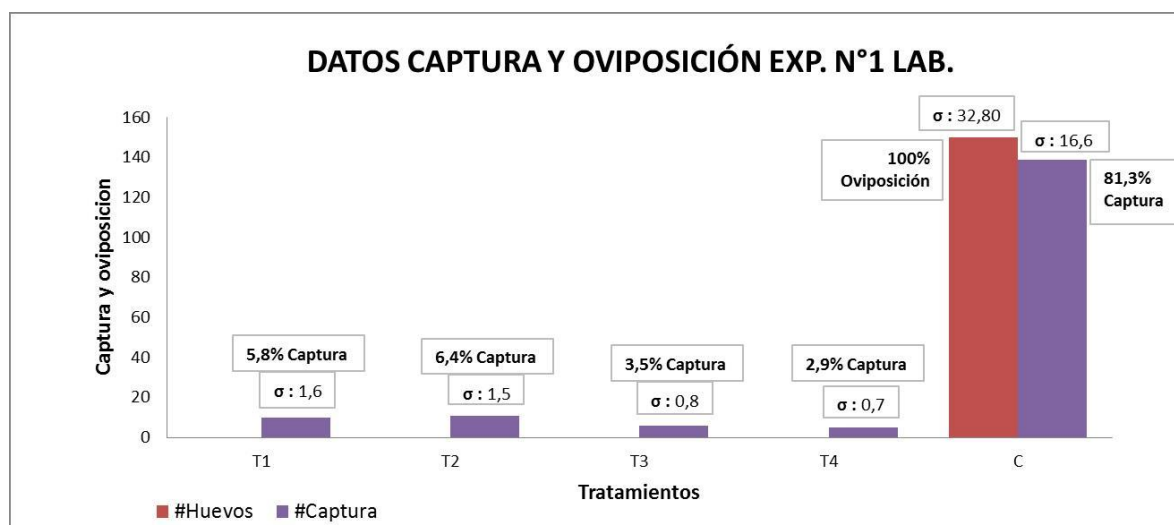
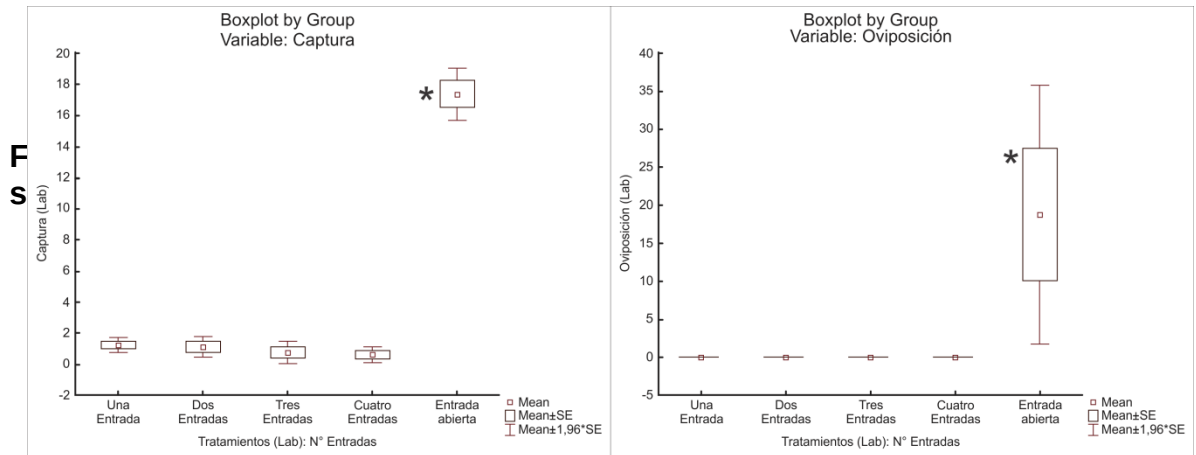


Figura 20 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°1 Laboratorio; T: tratamientos C: Control σ : Desviación estándar

ANALISIS ESTADISTICO

Después de realizar el análisis estadístico se determina que los datos son no paramétricos. Se observó que en las variables captura y oviposición el tratamiento Entrada abierta fue significativamente mayor en la captura de mosquitos [Kw; H (4, N= 40)

=22,26172 $p=0,0002$] y de oviposición [Kw; H (4, N= 40) =27,29526 $p=0,0000$] Grafico en la **Figura 20 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°1 Laboratorio; T: tratamientos C: Control σ : Desviación estándar**



CONCLUSIONES

El tratamiento Control (C) Entrada abierta presentó el mayor porcentaje de captura y oviposición registrando el 81,3% en captura y el 100% en oviposición. Este modelo será el seleccionado para los siguientes experimentos.

Comparando los valores de la desviación estándar donde el tratamiento Entrada abierta obtuvo un 16,6 en captura y 32,8 en oviposición, se evidencia la significancia del tratamiento respecto a los otros.

Se pudo observar que la cantidad de entradas no influye significativamente, pero el tamaño y la amplitud de la entrada del tratamiento control si influyeron significativamente

en su atracción y captura. También se observó que la forma de embudo ubicada en la entrada permite que una vez ingresen los mosquitos se dificulte su salida.

 EXPERIMENTO N° 1 (CAMPO): N° DE ENTRADAS
TRAMPAS UTILIZADAS: 25 TRAMPAS, 5 POR PUNTO DE COLECTA,
FECHAS: 18-25 ABRIL, REPLICA1: 11-18 MAYO.

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de Culícidos utilizando trampas “modelo de prueba” con una, dos, tres y cuatro entradas.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “Los Culícidos, oviponen y entran de forma similar en trampas con una, dos, tres y cuatro entradas”

TRATAMIENTOS Y CONTROL: Los tratamientos utilizados en este experimento, incluido el control, son los mismos que en el experimento en laboratorio, tienen las mismas características físicas, estructurales y funcionales *ver Figura 16*. A diferencia que en el experimento de laboratorio se utilizaron 5 trampas más, es decir una réplica más, esto se realizó con el propósito de cubrir más área de estudio y recolección de individuos.

DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS: Se realizó un estudio previo con el personal que trabaja en el Parque Tecnológico Guatiguará para determinar cuáles son las zonas donde se registra mayor concentración de mosquitos, una vez determinado esto, se ubicaron los cinco tratamientos en cada uno de los cinco puntos elegidos *Figura 22* . Al cabo de los seis días en que dura el experimento se procede a retirar las trampas de cada punto y se realiza la identificación de los individuos recolectados con ayuda de un estereoscopio.



Tabla 12 – Resultados (Identificación) Exp. N°1 Campo - T: Tratamientos C: Control

Total experimento			
Tratamientos	Captura (Identificación)	% Captura	Desviación estándar
T1	1 <i>Culex quinquefasciatus</i> ♀	10	0,32
T2	0	0	0
T3	0	0	0
T4	1 <i>Culex quinquefasciatus</i> ♂ 2 <i>Culex</i> ♂ ♀	30	0,67
C	2 <i>Aedes Stegomyia aegypti</i> ♀ 2 <i>Culex nigripalpus</i> ♀ 1 <i>Culex</i> ♀ 1 No identificado ♂	60	1,35

ANALISIS ESTADISTICO

Después de realizar el análisis estadístico se determina que los datos son no paramétricos. Se observó que el tratamiento Entrada abierta no fue significativamente mayor en la captura de mosquitos [Kw; H (4, N= 50) =4,488410 **p=0,3439**] y en la variable

oviposición no se registraron datos positivos en ningún tratamiento [H (4, N= 50)
=0,000000

p=1,000]
Figura 24.

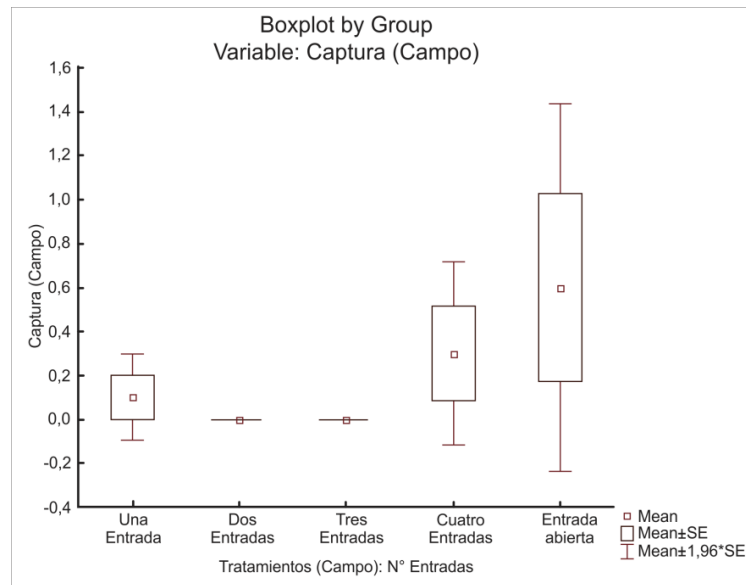


Grafico en la

Figura
N°1 Campo

24 - Análisis estadístico Exp.

CONCLUSIONES

El tratamiento control (C) Entrada abierta presentó el mayor porcentaje de captura en campo con un 60%, sin embargo aunque se registró un 0% de oviposición, se puede

concluir que la trampa con la entrada amplia propicia la atracción y la captura de mosquitos.

Comparando los valores de la desviación estándar donde el tratamiento Entrada abierta obtuvo un 1,35 en captura, se evidencia la significancia del tratamiento respecto a los otros. En la identificación se comprobó la captura de 2 hembras de la especie *Aedes aegypti* en el tratamiento Entrada abierta.

CONCLUSIONES FINALES EXPERIMENTO N°1

En las dos fases de desarrollo (Laboratorio y campo) se registraron los mismos resultados, el tratamiento control (C) Entrada abierta, fue significativamente mayor en la captura de mosquitos.

Aunque en campo no se registró oviposición, en laboratorio si se registraron datos significativos lo que lleva a concluir que la entrada abierta es la adecuada para implementar.

EXPERIMENTO N° 2 (LABORATORIO): CONTRASTE DE COLOR **TRAMPAS UTILIZADAS: 32 TRAMPAS, 8 POR JAULA.**

OBSERVACIÓN: El color es un aspecto importante en la atracción de culícidos debido a que ellos tienen sensibilidad en el espectro visual entre 520–700 (nm) (Paz-Soldan et al., 2016), esta sensibilidad les ayuda a seleccionar el lugar adecuado para oviponer y para encontrar refugio. La mayoría de trampas existentes no tienen en cuenta este aspecto que puede ser uno de los más importantes en el momento de la atracción, es por eso que se realizó una selección de los colores que reportaban más captura.

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de hembras *Aedes aegypti* utilizando “modelos de prueba” con diferentes contrastes de color.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “La hembra grávida de *Aedes aegypti*, ovipone y entra de forma similar en trampas con diferentes contrastes de color”

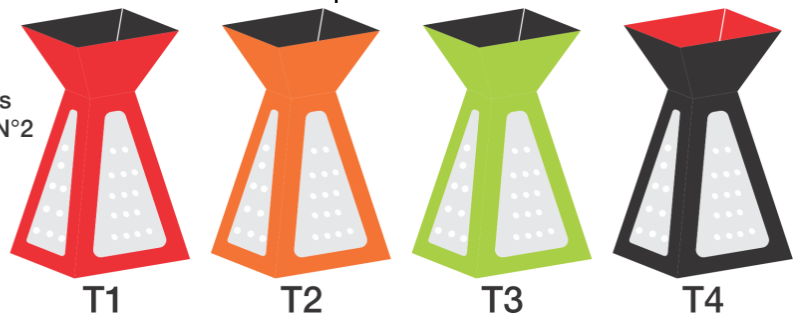
TRATAMIENTOS: Las modelos de las trampas fueron elaboradas de la misma forma que en el

contra: Tratamientos
Experimento N°2

Tratar

Tratar

Tratar



respectivo

Tratamiento 4: Trampa de color Negra por fuera/Rojo por dentro

Figura 25 - Tratamientos experimento N°2

CONTROL: Como tratamientos control en este experimento se utilizaron trampas con las mismas características de las anteriormente descritas, a excepción que estas trampas son unicolor, son los controles de los colores utilizados en los contrastes con negro, como se muestra en la *Figura 26*.

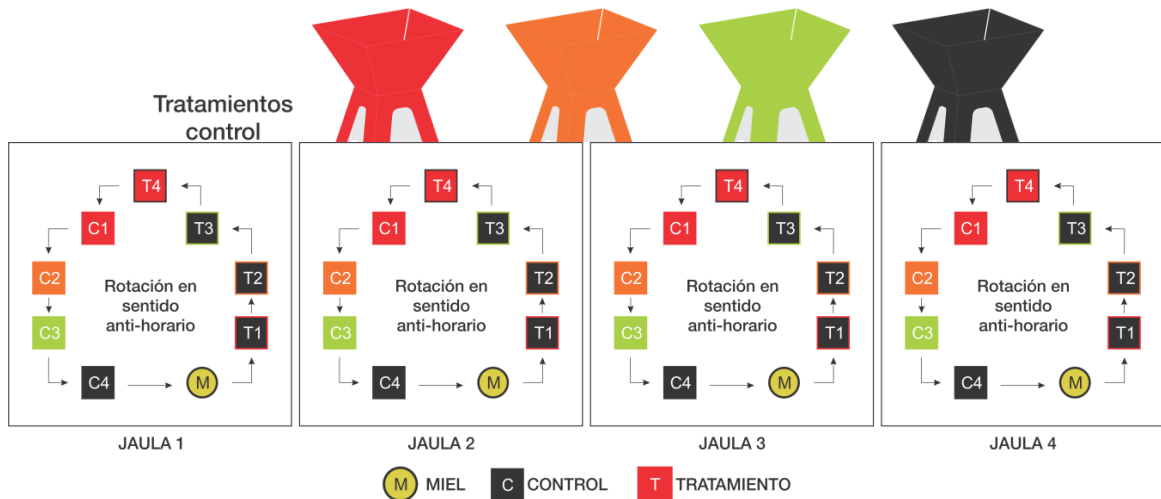
Tratamiento Control 1: Trampa Roja.

Tratamiento Control 2: Trampa Naranja.

Tratamiento Control 3: Trampa Verde.

Tratamiento Control 4: Trampa Negra.

Figura 26 – Tratamientos control experimento N°2



DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS: La disposición de los tratamientos se realizará de igual forma que en el Experimento N°1 LAB. Pero en este se ubicarán 4 tratamientos y 4 controles. El diagrama del experimento esta descrito en la *Figura 27* y *Figura 28*.

Figura 27 .

ento



Figura 28 - Montaje Experimento N°2

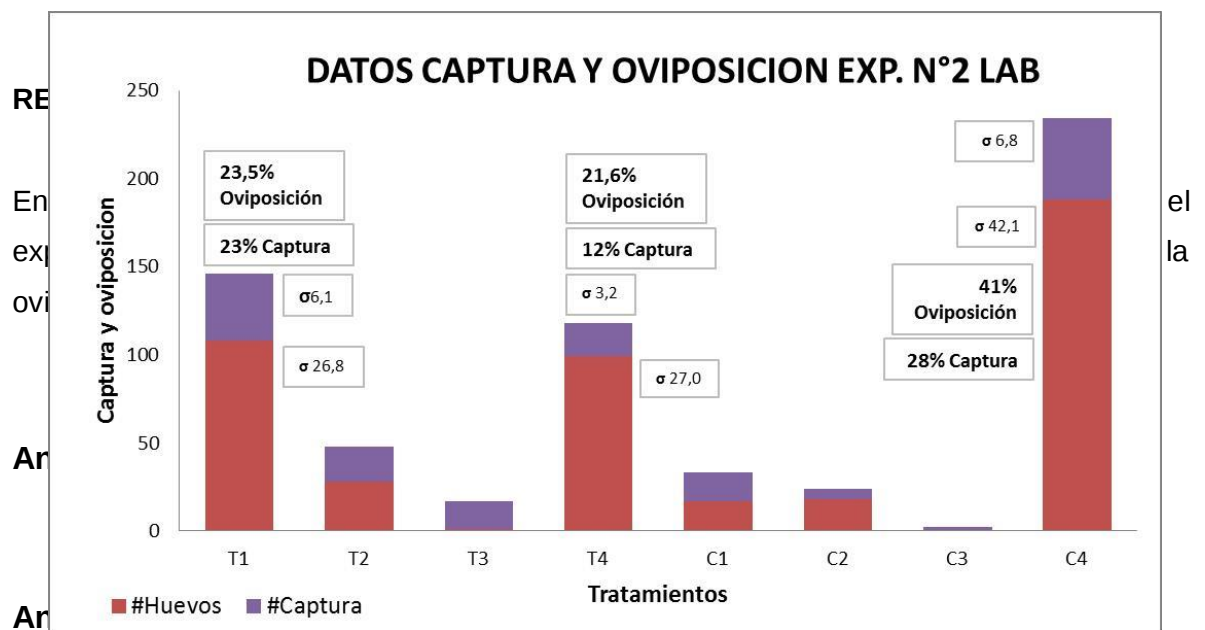


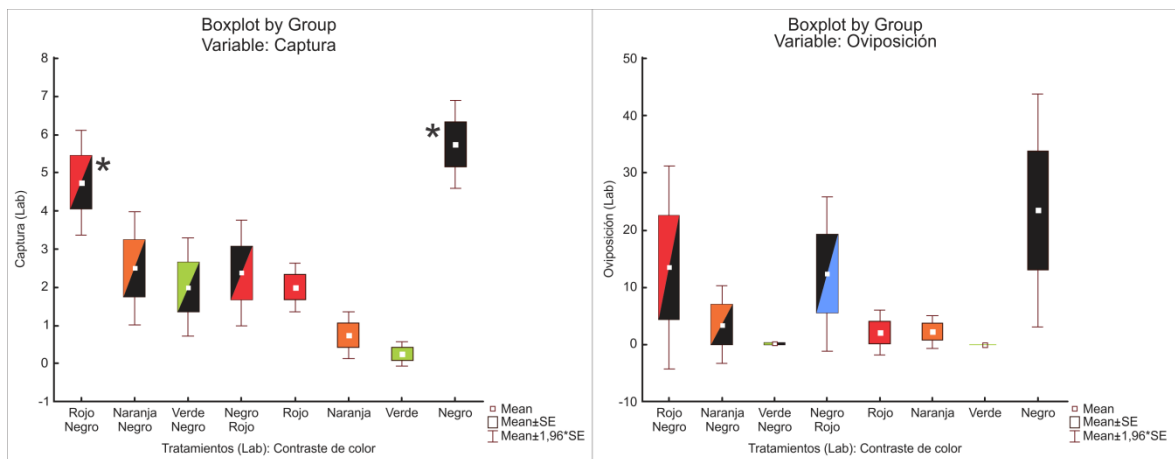
Figura 29 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°2 Laboratorio; T: Tratamientos C: Control σ : Desviación estándar

Anexo

ANALISIS ESTADISTICO

Después de realizar el análisis estadístico se determina que los datos son no paramétricos. Se observó que los tratamientos Negro y Rojo-negro fueron significativamente mayores en la captura de mosquitos [Kw; H (7, N= 64) =35,64880 **p=0,0000**]. Sin embargo en la variable oviposición no se registraron diferencias significativas [Kw; H (7, N= 64) =12,00414 **p=0,1004**] Grafico en la *Figura 30*.

Figura 30 - Análisis estadístico Exp. N°2 (Lab.) *: Diferencias significativas



CONCLUSIONES

Los tratamientos C4 (Negro) y T1 (Rojo y negro) presentaron mayor captura respecto a los demás con porcentajes del 28,2%(σ :6,8) y 23,3%(σ :6,1) respectivamente, entre ellos no existe diferencia significativa, pero con respecto a los demás tratamientos si, en especial el tratamiento C4 (Negro).

Aunque en la variable oviposición no se registran diferencias significativas entre tratamientos, es evidente la preferencia de las hembras por oviponer en el tratamiento C4 (Negro) con un porcentaje de 41%(σ :42,1) seguido del tratamiento T1 con un porcentaje de 23,5%(σ :26,8).

 EXPERIMENTO N° 2 (CAMPO): CONTRASTE DE COLOR

TRAMPAS UTILIZADAS: 40 TRAMPAS, 8 POR PUNTO DE MUESTREO,
FECHAS: 27JUNIO-5JULIO, REPLICA1: 16-23AGOSTO, REPLICA2: 14-21OCTUBRE

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de Culícidos utilizando “modelos de prueba” con diferentes contrastes de color.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “Los Culícidos oviponen y entran de forma similar en trampas con diferentes contrastes de color”

TRATAMIENTOS Y CONTROL: Los tratamientos utilizados en este experimento, incluidos los controles, son los mismos que en el experimento en laboratorio, tienen las mismas características físicas, estructurales y funcionales *ver Figura 25 y Figura 26*. A diferencia que el experimento de laboratorio se utilizó 8 trampas más, es decir una réplica más que en el anterior, esto se realizó con el propósito de cubrir más área de estudio y recolección de individuos.

DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS: La disposición de los tratamientos se realizó de igual forma que en el Experimento N°1 CAMPO y se puede observar en la

Figura 31 – Puntos de muestreo para experimento de campo N°2

RESULTADOS (IDENTIFICACION)

En la *Figura 32* - Captura de campo Exp. N°2

Tabla 13 se
datos obtenidos
experimento,
organizados en
porcentaje de
desviación



registraron los
en el
estos fueron
captura,
captura y
estándar. Esta

tabla muestra los resultados de la identificación del material recolectado en el experimento durante los seis días.

Figura 32 - Captura de campo Exp. N°2



Control

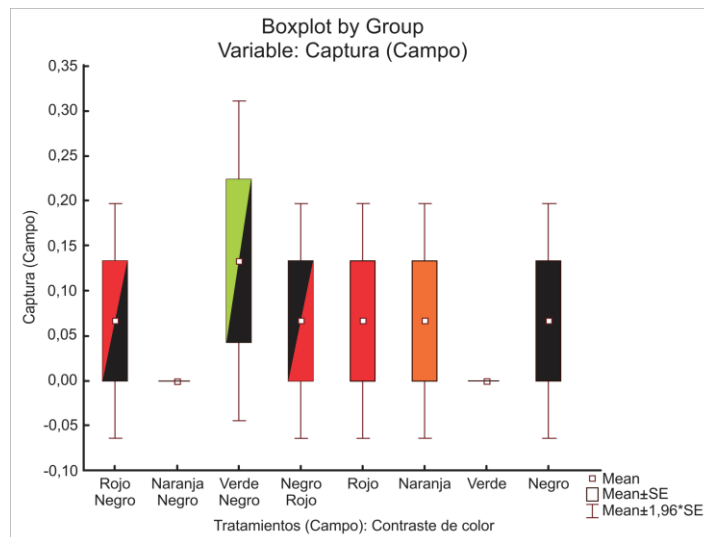
Total experimento			
Tratamientos	Captura	% Captura	Desviación estándar
T1	1 <i>Culex nigripalpus</i> ♀	12,5	0,26
T2	0	0	0
T3	1 <i>Culex</i> ♀ 1 <i>Culex</i> ♂	37,5	3,5
T4	1 <i>Aedes Stegomyia aegypti</i> ♂	12,5	0,26
C1	1 <i>Aedes Stegomyia aegypti</i> ♂	12,5	0,26
C2	1 <i>Aedes Stegomyia aegypti</i> ♀	12,5	0,26
C3	0	0	0
C4	1 <i>Culex</i> ♂	12,5	0,26

ANALISIS ESTADISTICO

Después de realizar el análisis estadístico se determina que los datos son no paramétricos. Se observó que los tratamientos no fueron significativamente mayores en la

captura de mosquitos [Kw; H (7, N= 120) =3,460177 **p=0,8394**] y en la variable oviposición no se registraron datos positivos en ningún tratamiento [Kw; H (7, N= 120) =0,000000 **p =1,000**] Grafico en la *Figura 33*.

Figura 33 - Análisis estadístico Exp. N°2 Campo



CONCLUSIONES

En este tipo de experimentos en campo se pueden registrar datos muy dispersos como los que se observan, esto se debe a las condiciones variables que se presentan, como la cantidad de población de mosquitos en el área de estudio, la temperatura, los lugares establecidos y el comportamiento en sí del mosquito, además específicamente en este experimento se debían tener en cuenta muchos tratamientos, 8 en cada lugar.

Debido a todo lo mencionado no se registraron diferencias significativas entre tratamientos, ni se notó en los resultados una preferencia similar a lo analizado en el experimento en laboratorio.

Teniendo en cuenta lo analizado y los resultados obtenidos se puede observar que el tratamiento C4 (Negro) y T1 (Rojo y Negro) tuvieron captura de un individuo cada una.

Aunque no registraron el mayor porcentaje de captura, se puede inferir que el hecho de registrar captura confirma lo registrado en el experimento en laboratorio.

Al realizar la identificación se observó que el culícido atrapado por el tratamiento control (C2 Naranja) era una hembra de la especie *Aedes aegypti* ver *Figura 32 - Captura de campo Exp. N°2*

Tabla 13.

CONCLUSIONES FINALES EXPERIMENTO N°2

Aunque en las dos fases de desarrollo (Laboratorio y Campo) no se registraron exactamente los mismos resultados, debido a todo lo mencionado anteriormente en las conclusiones del experimento en campo, se puede concluir que los tratamientos C4 (Negro) y T1 (Rojo y Negro) fueron los más sobresalientes en cuanto a captura en lab. y campo, y oviposición en lab.

Teniendo en cuenta lo recopilado en estos dos experimentos es necesario realizar una comparación de estos dos tratamientos sobresalientes, para determinar cuál de las dos combinaciones de color es la que obtiene mayor porcentaje de captura. Esto se realizará en el experimento siguiente.



EXPERIMENTO N° 3. (LABORATORIO): TAMAÑO Y COLOR

TRAMPAS UTILIZADAS: 24 TRAMPAS, 3 POR JAULA, 8 JAULAS.

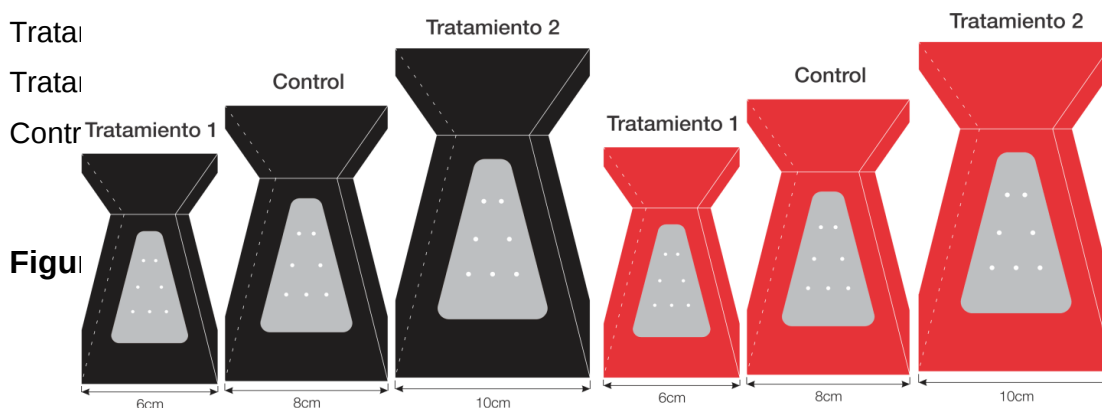
OBSERVACIÓN: Con el fin de comprobar si el tamaño es una variable que influye en el aumento del porcentaje de captura se tendrán en cuenta varias escalas de tamaño.

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de hembras *Aedes aegypti* utilizando modelos con diferentes escalas de tamaño.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “La hembra grávida *Aedes aegypti*, ovipone y entra de forma similar a modelos con diferentes escalas de tamaño”

TRATAMIENTOS: Las modelos de las trampas fueron elaboradas de la misma forma que en el Experimento N°1 LAB. El experimento se desarrolló en dos fases, en la primera se utilizaron 3 trampas de color negro y en la segunda se utilizaron 3 trampas de color rojo y negro en la entrada. Estos dos modelos de color fueron los resultantes del experimento anterior.

En este experimento se evaluaron 3 tratamientos que se pueden observar en la *Figura 34*:



DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS: La disposición de los tratamientos se realizará de igual forma que en el Experimento N°1 LABORATORIO pero en este se ubicarán 2 tratamientos y 1 control. El diagrama esta descrito en la *Figura 35* y *Figura 36*.

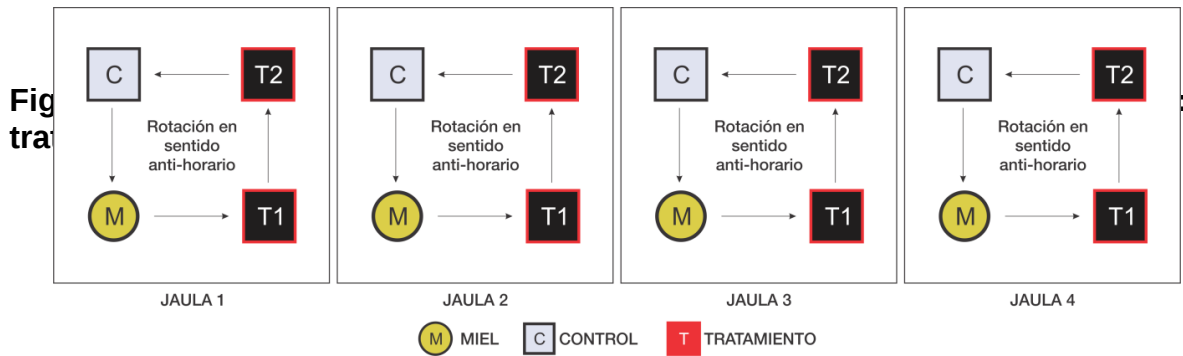


Figura 3

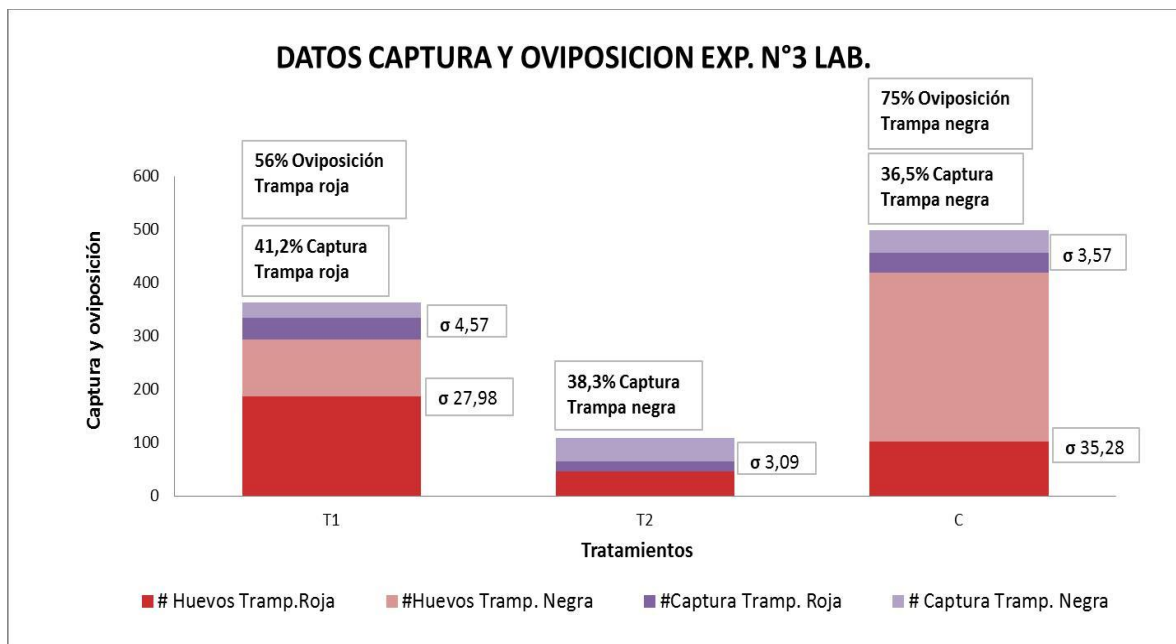


RESULTADOS

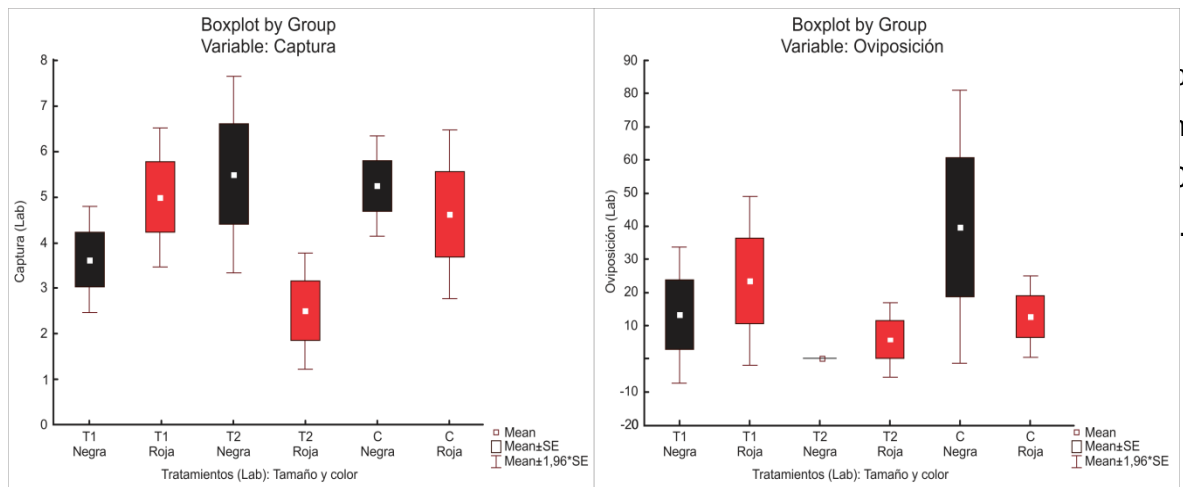
En la *Figura 37* se registraron los datos obtenidos en los 5 días que se desarrolló el experimento, estos fueron organizados de acuerdo a los dos aspectos a evaluar, la oviposición de huevos y la captura de mosquitos. La tabla de datos se encuentra en el Anexo I y algunas fotografías de la captura se encuentran en el

Anexo H.

Figura 37 - Datos Captura y Oviposición Exp. N°3 Laboratorio; T: Tratamiento C: Control σ : Desviación estándar



Anexo ANALISIS ESTADISTICO



CONCLUSIONES

En los resultados no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguna de las dos variables, esto significa que el tamaño y el color no influyen en valores significativos en la atracción y captura de mosquitos, sin embargo en los datos recopilados del experimento se registraron porcentajes elevados de oviposición y captura en el tratamiento control (C) de cada color, además de registrar una desviación estándar de 3,57.

Respecto al color se determinó que no existe diferencia significativa, es decir que independiente de cuál porcentaje de color tengan, no influye en el aumento de atracción y captura. Teniendo en cuenta esto se propone un modelo con un 50% de cada color.

El tamaño del tratamiento control (C) es el elegido para el modelo final, ya que en los experimentos obtiene la eficiencia deseada y su tamaño permite una capacidad adecuada en el almacenamiento de material biológico, además es sencillo de armar y transportar.

⌚ EXPERIMENTO N° 3 (CAMPO): TAMAÑO

TRAMPAS UTILIZADAS: 30 TRAMPAS, 6 POR PUNTO DE MUESTREO,
FECHAS: 9-16NOVIEMBRE, REPLICA1: 22-29NOVIEMBRE.

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de Culícidos utilizando modelos con diferentes escalas de tamaño.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “Los Culícidos oviponen y entran de forma similar a modelos con diferentes escalas de tamaño”

TRATAMIENTOS Y CONTROL: Los tratamientos utilizados en este experimento, incluidos los controles, son los mismos que en el experimento en laboratorio, tienen las mismas caracter el experimento e anterior, esto se individuos.

DISPOSICION D de igual forma q

Figura 39 - Pu



4. A diferencia que aplica más que en el io y recolección de

mientos se realizó en la *Figura 39*.

N°3

RESULTADOS (IDENTIFICACION)



Figura 40 - Captura en campo Exp. N°3

Tabla 14 - Resultados (Identificación) Exp. N°3 Campo - T: Tratamientos C: Control

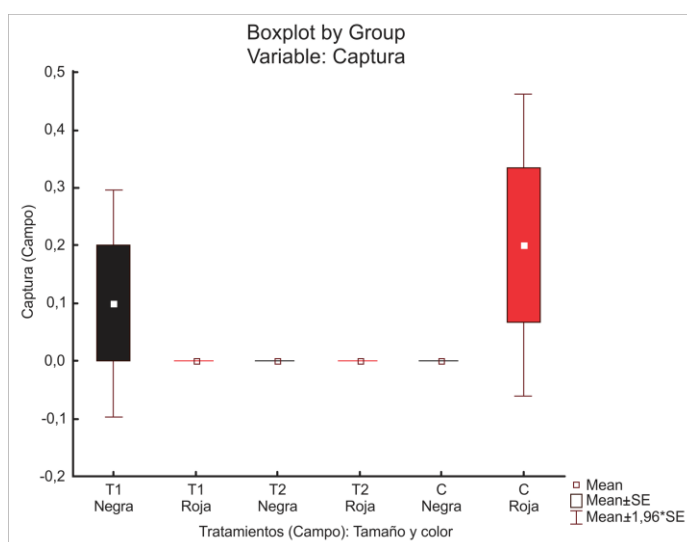
Total experimento

Tratamientos	Captura Tramp. Roja	% Captura Tramp. Roja	Captura Tramp. Negra	% Captura Tramp. Negra
T1	0	0	1 Culicidae	33,3
T2	0	0	0	0
C	1 Culicidae 1 Culicidae	66,7	0	0

ANALISIS

Después de análisis determina que los paramétricos. Se las variables oviposición no se

diferencias significativas en la captura de mosquitos [Kw; H (5, N= 60) =7,245614 **p=0,2030**] y de oviposición [Kw; H (5, N= 60) =0,000000 **p =1,000**] Grafico en la *Figura 41*.



ESTADISTICO

realizar el estadístico se datos son no observó que en captura y registraron

Figura 41 - Análisis estadístico Exp. N°3 Campo

CONCLUSIONES

Los tratamientos de color rojo registraron 2 trampas con captura positiva, dos tratamientos control (C Roja), es decir que los tratamientos de color rojo obtuvieron mayor atracción registrando el 66,7% de la captura total.

Aunque no se registraron diferencias significativas entre tratamientos se concluye que el tamaño adecuado y más efectivo es el tratamiento control (C rojo Y C negro), teniendo en cuenta que en los datos recopilados registró porcentajes elevados con un 66,7% de la captura total. También se considera que tiene una escala adecuada para el armado y el transporte.

Respecto al color no existen diferencias significativas que se incline hacia alguno de los dos colores, sin embargo se observó que hay preferencia por el contraste que tiene en mayor porcentaje el color rojo. Para la decisión se tuvo en cuenta lo registrado en el experimento de laboratorio ya que se reitera la decisión de realizar un contraste de 50% de cada color.

CONCLUSIONES FINALES EXPERIMENTO N°3

Aunque en las dos fases de desarrollo (Laboratorio y campo) no se registraron exactamente los mismos resultados, se concluye que el tratamiento control (C) rojo y negro son los más sobresalientes en cuanto a captura en lab. y campo, y oviposición en lab., ya que obtuvieron datos elevados en las dos variables y también se considera que es la escala adecuada como ya lo mencioné anteriormente.

Teniendo en cuenta lo concluido en las dos fases del experimento donde se reitera que no existen diferencias significativas que se incline a alguno de los colores, se tomó la decisión de realizar un contraste del 50% de cada color para el modelo final.

4.4 FASE DISEÑO DE DETALLE

4.4.1 Arquitectura del producto. Después de determinar todos los aspectos esenciales el producto por medio de procesos de diseño de producto y métodos de experimentación, se detalló cada una de las piezas que conforma la trampa, teniendo en cuenta aspectos estructurales, formales y funcionales. Esto con el fin de conseguir un ensamble óptimo del producto y tener un conocimiento amplio de su funcionalidad.

4.4.2 Esquema del producto. Este esquema representa los elementos que constituyen un producto. En la *Figura 42* se establece el esquema del funcionamiento de la trampa para captura y eliminación de culícidos.

Figura 42 - Esquema del producto



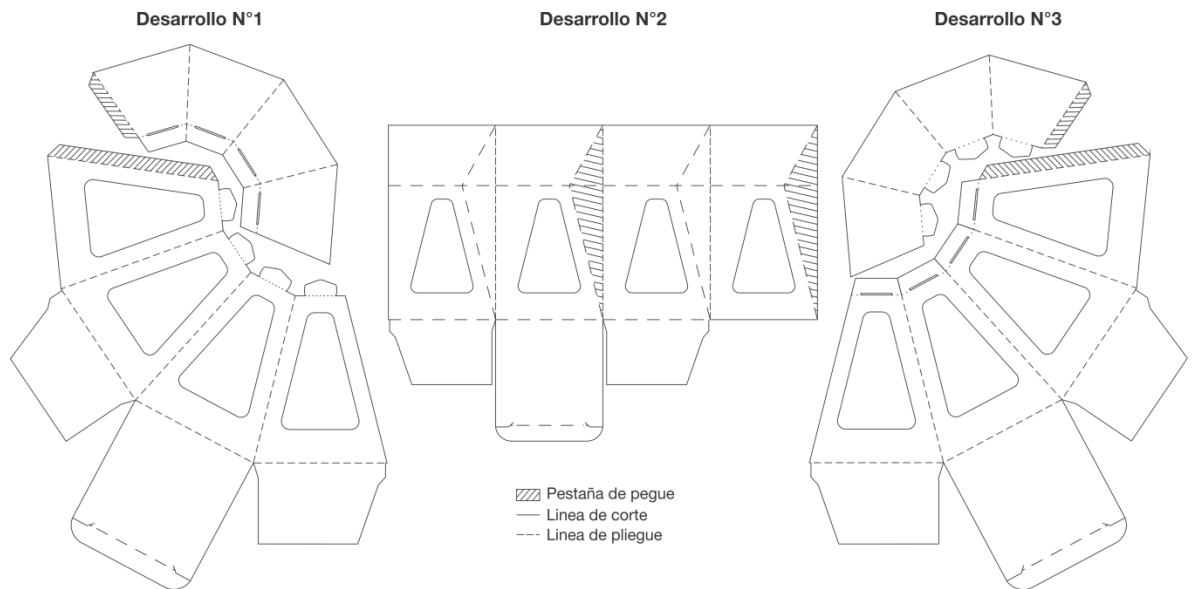
4.4.3 Disposición geométrica aproximada. En la disposición geométrica se realizó una descripción detallada de cada una de las piezas que influyen en el funcionamiento del producto.

Planos técnicos del producto en Anexo F.

Cuerpo de la trampa

Para el caso de una trampa que tendrá uso domiciliario y será un elemento para desechar fácilmente, es necesario establecer una manera más sencilla de entregar el producto al usuario. Es por eso que se planteó un desarrollo plano que pueda ser armado con facilidad por cualquier persona. La *Figura 43* muestra los tres desarrollos propuestos.

Figura 43 - Propuestas de desarrollo



Para seleccionar el desarrollo adecuado se realizó una prueba con 10 usuarios teniendo en cuenta aspectos como facilidad de armado, comunicación visual, tiempo de armado y facilidad para el desecho del material biológico. La

Figura 44 muestra algunos de los usuarios que participaron de la prueba. La

Tabla 15 muestra los resultados en tiempo de cada uno de los usuarios al armar los tres desarrollos propuestos.

Figura 44 - Usuarios realizando la prueba

Tabla 15 - Resultados en tiempo de usuarios

Propuesta	Tiempo (seg)											Desviación estándar
	Usu. 1	Usu. 2	Usu. 3	Usu. 4	Usu. 5	Usu. 6	Usu. 7	Usu. 8	Usu. 9	Usu. 10	Promed.	
Dllo 1	40	45	40	41	60	60	50	32	42	45	45,5	8,92
Dllo 2	20	28	28	24	28	20	40	25	22	24	25,9	5,82
Dllo 3	45	48	25	47	40	65	70	60	50	43	49,3	13,05

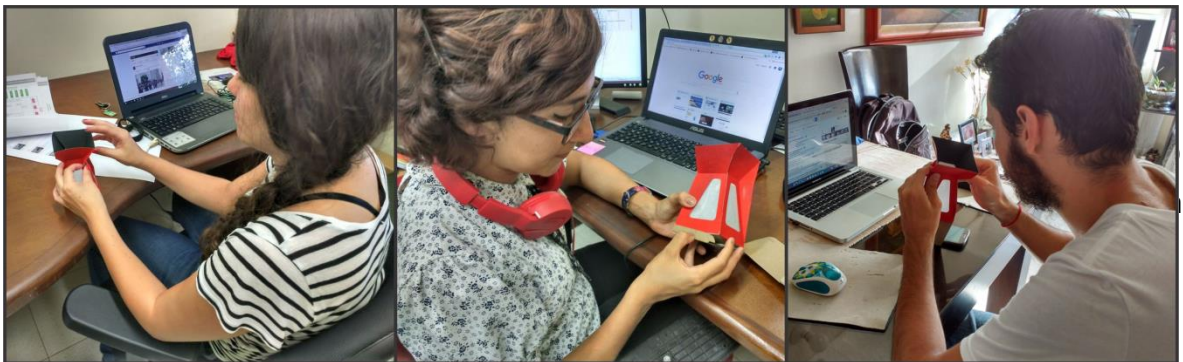


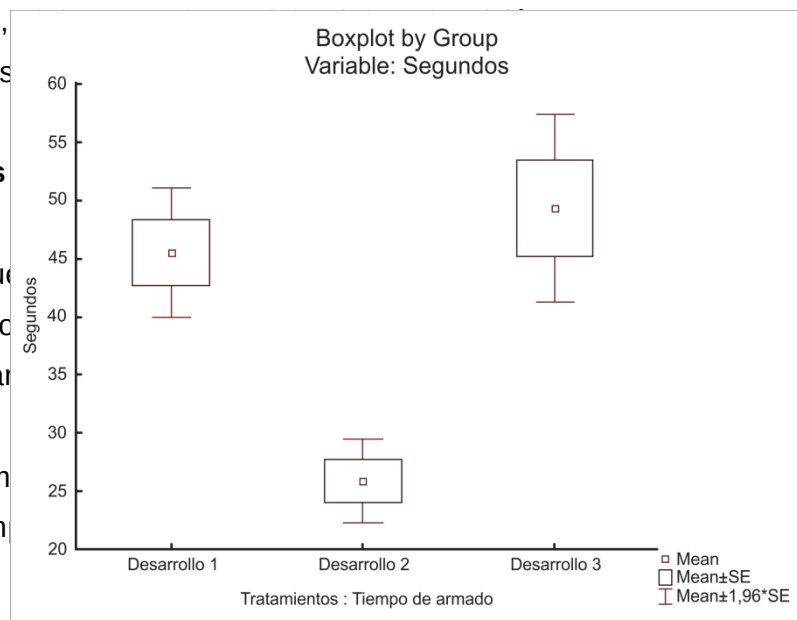
Figura 45 - Análisis estadístico tiempo de armado

Teniendo en cuenta lo recopilado en la encuesta realizada a los participantes, donde se preguntaba como considerarían que sería la mejor forma de desechar el material biológico, se estableció el sistema para la eliminación de la trampa, este se desarrolla a partir del aplastamiento de la trampa una vez se termine el proceso de captura, no tiene riesgo biológico, apora y en el momento de des

Observaciones

El desarrollo que de 25,9 segundos en el modelo par

Se pudo determ cierre de la tram



un promedio es de armado

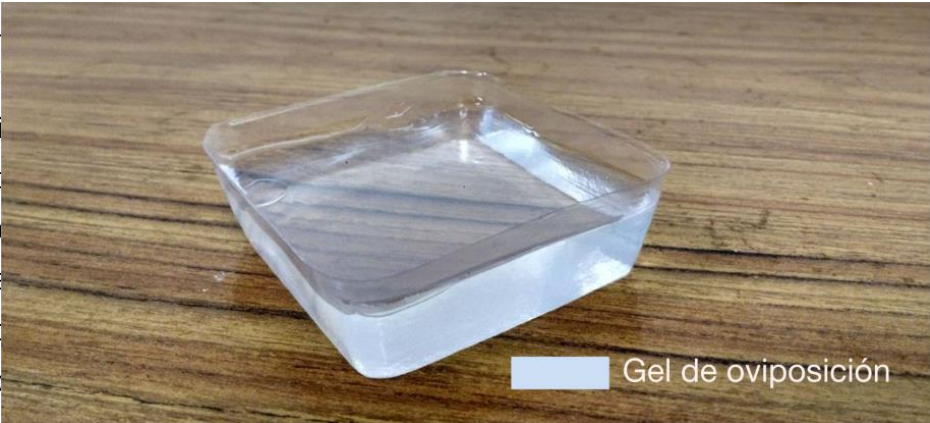
inferior, en el

Se recopiló información importante para el refinamiento del modelo como la implementación de protectores para el adhesivo en las ventanas evitando que se adhieran unas a otras y que el usuario se impregne las manos.

Contenedor del cebo y sistema para la conservación del cebo

Para este caso la trampa utiliza como cebo una solución al 0,3 de concentración de gel de agarosa, este gel actúa como incentivo de oviposición para los culícidos hembra grávidos. Esta solución es entregada al usuario en un recipiente de acetato de 0.80mm de espesor termoformado con dimensiones 6*6*2cm.

El sistema presenta un producto y consiste en un dispositivo hasta el momento de su proyección. Teniendo en cuenta el flujo de aire y el control de contaminación útil del cebo de oviposición antes de su uso.



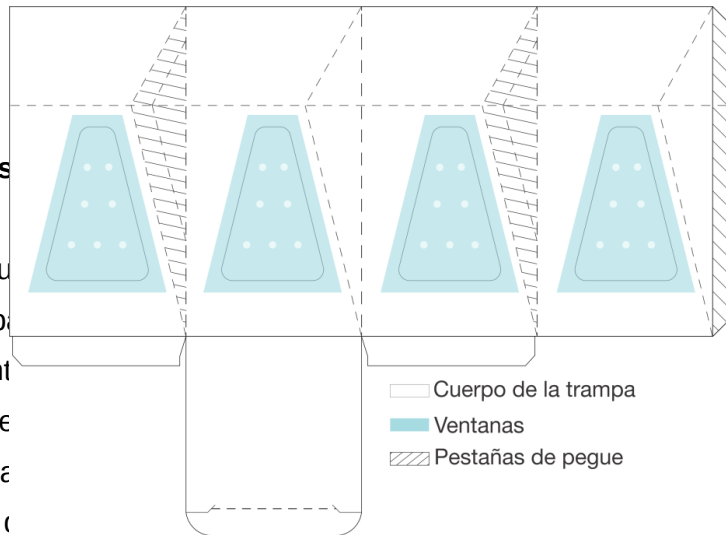
El sistema presenta un producto y consiste en un dispositivo hasta el momento de su proyección. Teniendo en cuenta el flujo de aire y el control de contaminación útil del cebo de oviposición antes de su uso.

El gel en uso tiene una duración aproximada de una semana. En la *Figura 46* se muestra el recipiente con el cebo de oviposición.

Figura 46 - Contenedor del gel

Sistema de des

Teniendo en cu
(Arboleda, Cap
orificios de vent
salidas falsas, e
del mismo tama
desorientación



miciliaria hometrapp
ecesidad de tener
mosquito creándole
colocar 4 ventanas
de generar mayor
es de aire que se

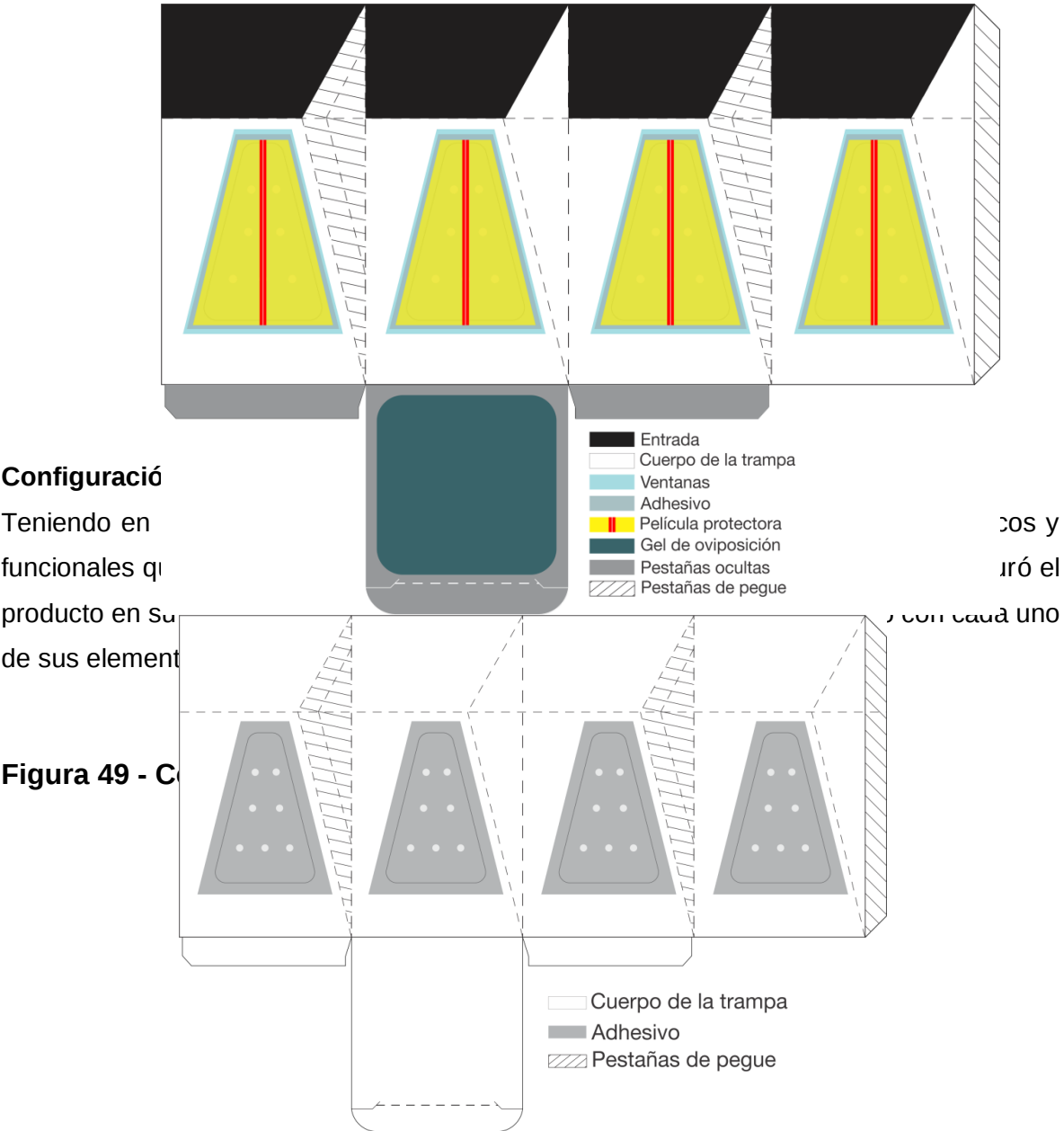
filtran por los orificios encontrados en cada una de estas ventanas. Los mosquitos se aproximan a las ventanas buscando salida y es en ese momento cuando quedan adheridos a ellas. La *Figura 47* muestra la ubicación y el tamaño de cada una de las ventanas.

Figura 47 – Sistema de desorientación

Adhesivo

Para eliminar los mosquitos una vez estén dentro de la trampa es necesario implementar un adhesivo especializado, el cual se encuentra disponible en el mercado. Teniendo en cuenta las observaciones recopiladas en el diseño experimental es necesario impregnar la mayor área posible con el adhesivo, esto con el fin de aumentar el porcentaje de captura. La *Figura 48* muestra la ubicación del adhesivo en el desarrollo de la trampa.

Figura 48 - Adhesivo impregnado en las ventanas

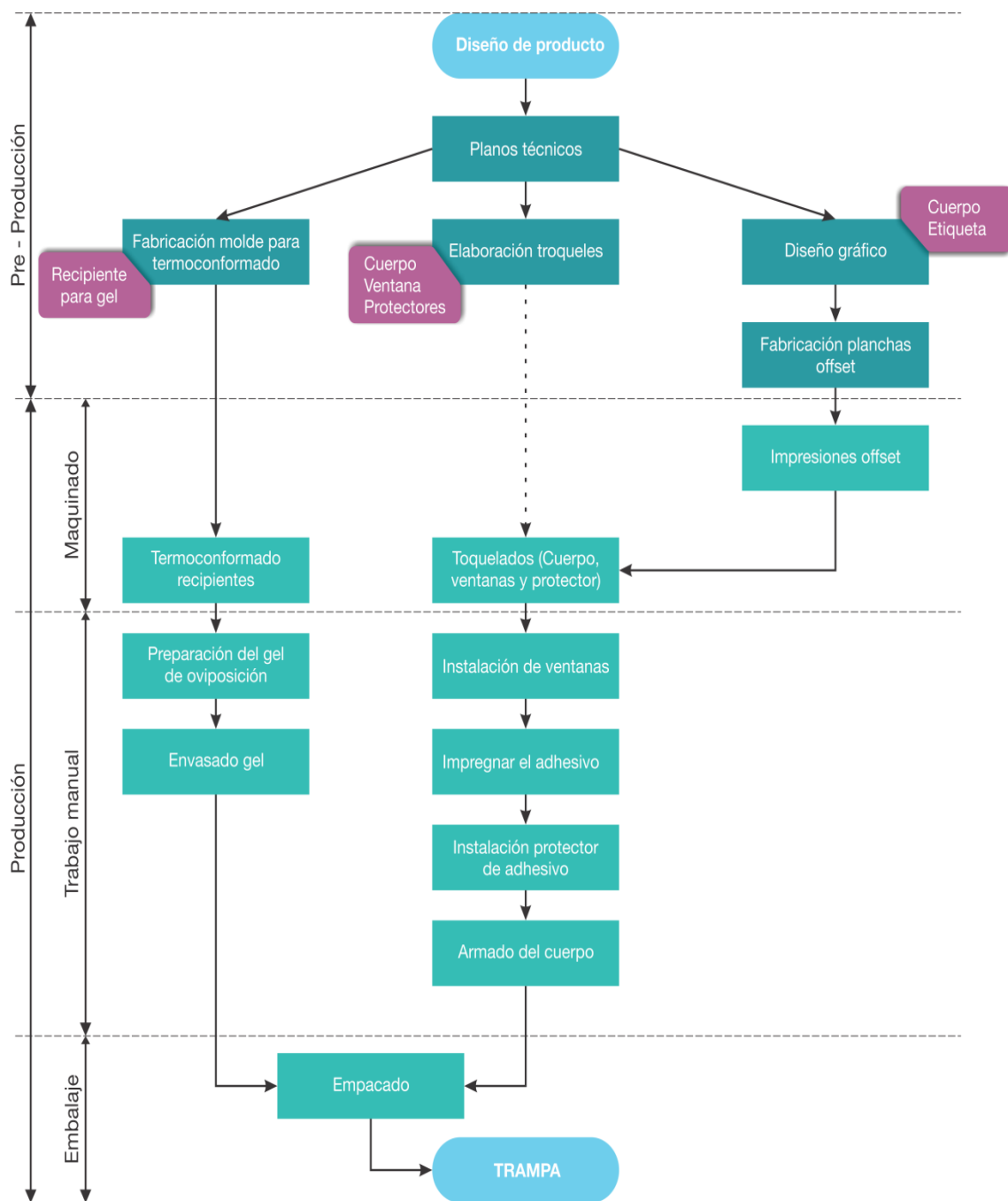


4.5 DISEÑO PARA MANUFACTURA

4.5.1 Planos técnicos. En los planos técnicos se especifican las dimensiones y geometría de las piezas que lo conforman, se puede ver en el Anexo F.

4.5.2 Diagrama de flujo de producción. En el diagrama de flujo de producción ver *Figura 50* se establecieron los diferentes procesos para llevar a cabo la manufactura del producto.

Figura 50 - Diagrama de flujo de producción



4.5.3 Descripción técnico productivo. En esta fase se especificaron los elementos necesarios para el ensamble y la producción del producto, estimando los costos que se requieren en la fabricación. En la *Tabla 16* se muestra el listado de piezas necesarias para armar una trampa.

Tabla 16 - Listado de piezas para armar una trampa

Pieza	Descripción	Cantidad por Trampa
Cuerpo	Cuerpo de la trampa impreso en offset y troquelado.	1
Contenedor gel	Contenedor termoconformado.	1
Ventanas	Láminas de acetato con orificios.	4
Pegamento	Permite unir pestañas del cuerpo para formar la trampa.	3
Adhesivo	Implemento adherido a las ventanas para inmovilizar a los mosquitos	4
Cebo	Gel de agarosa para que los mosquitos entren a oviponer.	1
Película protectora	Protege el adhesivo antes de usar la trampa.	4
Bolsa de desecho (Empaque)	Para desechar adecuadamente la trampa. También es el empaque donde viene la trampa.	1

La

Tabla 17 muestra los materiales necesarios para fabricar cada pieza y la dimensión necesaria.

Tabla 17 - Listado de piezas con materiales

Pieza	Material	Cantidad
Cuerpo	Cartón kraft calibre 0.40mm.	33x24 cm
Contenedor gel	Lamina de acetato 0.80mm.	6x6cm
Ventanas	Acetato calibre 0.8mm.	17,5x8cm
Pegamento	En barra pegastic.	1gr
Adhesivo Entomológico	Pegante Tangle-trap R.	1gr
Cebo	Gel de agarosa al 0.3 de concentración.	40ml
Película protectora	Papel siliconado.	19x10cm
Bolsa de desecho (Empaque)	Polietileno desechable.	18x25cm

En la *Tabla 18* se presentan los costos de cada materia prima para la fabricación de una trampa.

Tabla 18 - Costos materia prima

Material	Pieza	Costo/pieza \$Pesos Mcte
Cartón kraft calibre 0.40mm	Cuerpo	70
Acetato calibre 0.8mm	Contenedor gel	10
Acetato calibre 0.8mm	Ventanas	64
En barra pegastic	Pegamento	100
Pegante Tangle-trap R	Adhesivo Entomológico	200
Gel de agarosa al 0.3 de concentración	Cebo	300
Papel siliconado	Película protectora	15
Polietileno desechable	Bolsa de desecho (Empaque)	10
TOTAL MATERIA PRIMA		769

Para poder definir los costos de manufactura fue necesario solicitar cotizaciones en empresas locales especializadas en cada uno de los procesos ver *Tabla 19*.

Tabla 19 - Costos procesos de manufactura

Proceso	Descripción	Costo/pieza \$Pesos Mcte
Troquel trampa	Fabricación troquel de la trampa (una vez)	250.000
Troquelado pieza cuerpo	Cuerpo. Valor pieza por 1000u.	200
Troquelado ventanas	Ventanas. Valor pieza por 4000u.	30
Termoformado	Recipiente. Valor pieza por 1000u.	100
Impresión offset	Cuerpo y empaque. Valor pieza por 1000u.	250
Proceso de armado y embalaje	Hora de trabajo (Operario)	500
TOTAL PROCESOS		1080

La tabla costos unitarios del producto abarca los totales de la materia prima, procesos de manufactura, costos variables y costos fijos que son necesarios para la fabricación de una trampa ver *Tabla 20*.

Tabla 20 - Costo unitario del producto

Total costos materia prima	\$769 pesos M. cte
Total procesos de manufactura	\$1080 pesos M. cte
Total costos variables	\$580 pesos M. cte
Total costos fijos	\$251.269 pesos M. cte
COSTO UNITARIO DEL PRODUCTO	\$1849 pesos M. cte

El costo unitario del producto es de CO\$ 1.849 pesos para la construcción de una trampa. Este costo varía de acuerdo a la cantidad de trampas fabricadas, ya que el costo de la materia prima y algunos procesos disminuyen al aumentar la demanda.

4.5.4 Manual de uso. Guía grafica de uso para que el usuario tenga conocimiento básico del funcionamiento y el desecho de la trampa.



4.5.5 Manual de imagen corporativa y empaque. Se realizó el diseño de la imagen que se va a proyectar en el mercado ver *Figura 52*. En el manual se definen las normas que se deben seguir para incluir los elementos visuales que lo conforman en las impresiones digitales y en la imagen del producto n medios digitales. El uso correcto de estos elementos logrará impacto y recordación en los usuarios que adquieran el producto. Se encuentra en el Anexo G.

Figura 52 - Imagen corporativa



4.5.6 Modelo funcional final y empaque

Figura 53 - Modelo funcional final



4.6 PRUEBA FINAL (VALIDACION MODELO FUNCIONAL)

4.6.1 Experimento Final (Campo): Validación Trampa

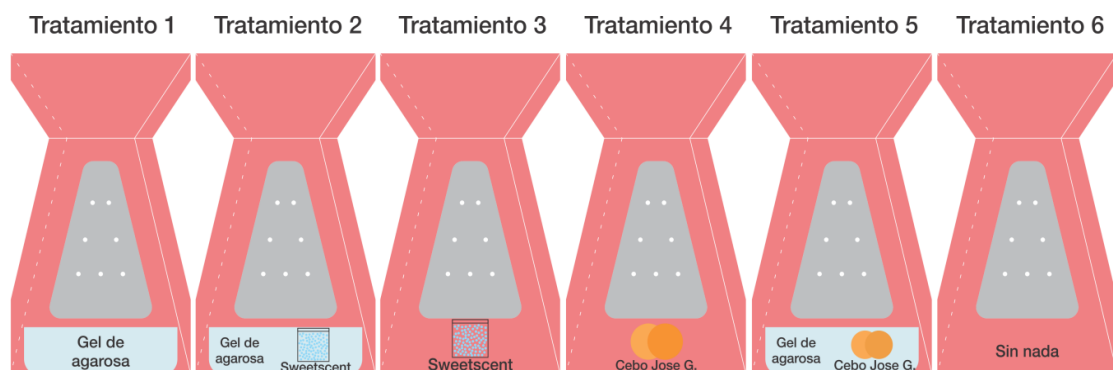
TRAMPAS UTILIZADAS: 120 TRAMPAS, 4 LOCALIDADES, 5 PUNTOS DE MUESTREO EN CADA LOCALIDAD, 30 TRAMPAS POR LOCALIDAD.

OBJETIVO: Evaluar la oviposición y captura de Culícidos utilizando modelos con 6 diferentes tipos de cebo.

HIPÓTESIS DE ESTUDIO: “Los Culícidos oviponen y entran de forma similar en modelos con 6 diferentes tipos de cebo”

TRATAMIENTOS Y CONTROL: Los tratamientos utilizados en este experimento tienen las características físicas, estructurales y visuales resultantes de los experimentos anteriores, conformando así el modelo funcional final de 130cm³ que se va a poner a prueba, se utilizaron 6 tratamientos que se describen a continuación ***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.***, cada tratamiento tiene 5 réplicas dando un total de 30 trampas por punto de muestreo, esto se realizó con el propósito de cubrir más área de estudio y recolección de individuos.

Figura 54 - Tratamientos experimento FINAL



DISPOSICION DE LOS TRATAMIENTOS:

Se realizó un estudio previo en Bucaramanga y su área metropolitana para determinar cuáles son las zonas donde se registra mayor concentración de mosquitos, una vez determinado esto, se ubicaron 30 trampas (6 Tratamientos) en las 4 locaciones elegidas ver *Figura 55*. Al cabo de los diez días que dura el experimento se procede a retirar las trampas de cada punto de muestreo y se realiza la identificación de los individuos recolectados con ayuda de un estereoscopio.

Figura 55 - Locaciones elegidas Exp. FINAL



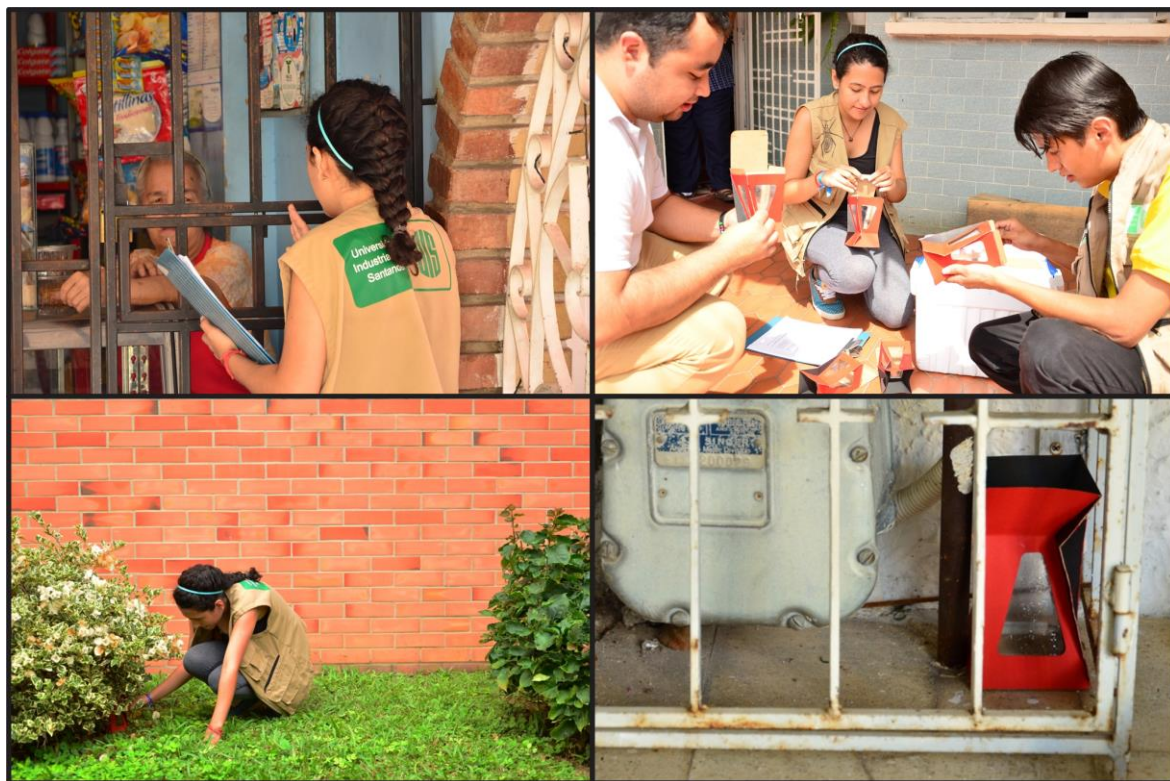
RESULTADOS (IDENTIFICACION)

En la *Tabla 21* se registraron los datos obtenidos en el experimento, estos fueron organizados en captura, porcentaje de captura y desviación estándar. Esta tabla muestra

los resultados de la identificación del material recolectado en el experimento durante los diez días.

Tabla 21 - Resultados totales Exp. FINAL Campo – T: Tratamiento C: Control

Total experimento			
Tratamientos	Captura	% Captura	Desviación Estándar
T1	1 Culicidae 1 Culicidae	33,3	1
T2	1 Culicidae 1 Culicidae	33,3	1
T3	1 Culicidae	16,7	0,5
T4	0	0	0
T5	1 Culicidae	16,7	0,5
T6	0	0	0

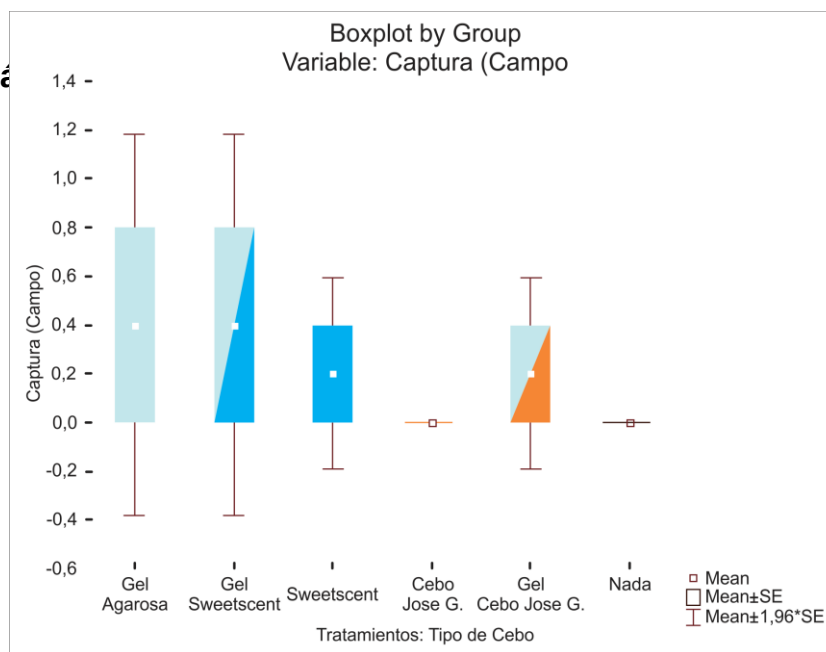




ANALISIS ESTADISTICO

Después de realizar el análisis estadístico se determina que los datos son no paramétricos. Se observó que en las variables captura y oviposición no se registraron diferencias significativas en la captura de mosquitos [Kw; H (5, N= 30) =3,772308 **p=,5826**] y de oviposición [Kw; H (5, N= 30) =0,000000 **p=1,000**] Grafico en la ***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..***

Figura 58 - Análisis



CONCLUSIONES

A pesar de que no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos se registró captura en los tres tratamientos que utilizaron gel de oviposición, los tratamientos “Gel agarosa” y “Gel-Sweetscent” obtuvieron el mayor número de captura de individuos, con esto se concluye que el gel tiene un papel importante a en el momento de la atracción y captura de mosquitos.

Según lo registrado se concluye que los cebos más efectivos, independiente si están juntos o separados, son el gel de agarosa y el cebo comercial “Sweetscent”.

Al no tener captura el control negativo, confirma que es necesaria la presencia de un elemento químico o natural que ayude a la atracción de mosquitos.

5. CONCLUSIONES Y OBSEVACIONES

- Se logró determinar por medio del planteamiento y comprobación de hipótesis en condiciones de laboratorio y campo, la capacidad de captura de la trampa diseñada teniendo en cuenta aspectos formales, funcionales y tipos de cebo atrayente.
- A través de la observación y análisis de la composición del sustrato de oviposición, se planteó un sistema para el almacenamiento y conservación del mismo, ayudando a prolongar su vida útil antes de su uso.
- La implementación del diseño experimental en conjunto con el diseño industrial permitió observar y analizar el comportamiento de los mosquitos contribuyendo así al diseño de la trampa. Con base en esto las decisiones de diseño fueron respaldadas y justificadas por la experimentación científica.
- Teniendo en cuenta la metodología de Karl T. Ulrich, Diseño y desarrollo de productos, la cual abarca etapas de diseño como requerimientos, generación de concepto, pruebas de concepto y refinamiento, se desarrolló un sistema interno en la trampa que ocasiona la muerte del mosquito de manera segura para el usuario y efectiva en su uso.
- El usuario es parte fundamental del desarrollo de un producto es por eso que en el proceso de diseño siempre se tuvo en cuenta su punto de vista; teniendo en cuenta esto se logró desarrollar un producto donde su funcionamiento contribuye a la facilidad de uso, eliminación de material biológico y desecho de la trampa.
- Para comprobar la eficacia de la trampa en un ambiente real y en una escala mayor, se realizó una validación en el área metropolitana de Bucaramanga, esto con el fin de evaluar el modelo funcional; dando como resultado un prototipo funcional eficaz en la atracción, captura y eliminación de culícidos.

BIBLIOGRAFIA

ARBOLEDA PARRA, Luz Marina y BUENO CAPACHO, Laura Vanessa. Diseño y construcción de una trampa domiciliaria para captura y muerte del vector del dengue: *aedes aegypti* . [Trabajo de grado Diseño Industrial] Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial, 2013.

BIDLINGMAYER, W. L. How mosquitoes see traps: role of visual responses. Journal of the American Mosquito Control Association. [en línea] 1994. Vol 10 (2) Part. 2 272–279. [Consultado 28 Septiembre 2015] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8965079>

BIOGENTS AG. BG-Mosquitaire CO₂ against all mosquito species shows highest efficacy in mosquito control [Sitio Web] Regensburg Germany: Biogents, 2007. [consultado Junio 26 2015] Disponible en Internet: <http://www.biogents.com/?id=%2Fde%2Ftraps%2Fmueckenfallen%2Fmosquitaire.htm>

Boletín Epidemiológico Semanal – BES. [en línea] 25 Diciembre - 31 Diciembre, 2016. Instituto Nacional de Salud – Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública. Semana epidemiológica Número 52 de 2016. [Consulta: 8 Enero 2017] Disponible en Internet: <http://www.ins.gov.co/boletin-epidemiologico/Boletn%20Epidemiol%202016%20Bolet%20ADn%20epidemiol%20B3gico%20semana%2052%20-.pdf>

BROCHERO, Helena y QUIÑONES, Martha L. Retos de la entomología médica para la vigilancia en salud pública en Colombia : reflexión para el caso de malaria. Biomédica: Revista del Instituto Nacional de Salud [en línea] 2008. Marzo 28 (1) , 18–24. [consultado 4 Octubre 2015] Disponible en Internet : http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-41572008000100004&script=sci_arttext

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Anopheles Mosquitoes [Sitio Web]. Clifton Road: Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention, 2012. [Consultado Noviembre 13 2016] Disponible en Internet: <https://www.cdc.gov/malaria/about/biology/mosquitoes/>

----- Details. A *Culex quinquefasciatus* mosquito on a human finger. Home 1769. Public Health Image Library (PHIL). [Sitio Web]. Clifton Road: Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention, 2001 [Consultado Enero 5 2017] Disponible en Internet: https://phil.cdc.gov/phil/details_linked.asp?pid=1769

----- Details. Photograph depicted a female *Aedes aegypti* mosquito while she was in the process of acquiring a blood meal from her human host, who in this instance. Public Health Image Library (PHIL). [Sitio Web]. Clifton Road: Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention, 2006 [Consultado Enero 14 2016] Disponible en Internet: <http://phil.cdc.gov/phil/details.asp?pid=9261>

----- Details. Photograph depicted a female *Anopheles albimanus* mosquito while she was feeding on a human host, thereby, becoming engorged with blood. Public Health Image Library (PHIL). [Sitio Web]. Clifton Road: Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention, 2005 [Consultado Octubre 7 2015] Disponible en Internet: <https://phil.cdc.gov/phil/details.asp?pid=7861>

----- Japanese Encephalitis. [Sitio Web]. Clifton Road: Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention, 2015 [Consultado Febrero 9 2017] Disponible en Internet: <https://www.cdc.gov/japaneseencephalitis/index.html>

----- NATIONAL CENTER FOR EMERGING AND ZOONOTIC INFECTIOUS DISEASES (NCEZID). Dengue and the *Aedes aegypti* mosquito. [Sitio Web] San Juan, Puerto Rico: Centers for Disease Control and Prevention, 2012. Disponible en Internet: <https://www.cdc.gov/dengue/resources/30Jan2012/aegyptifactsheet.pdf>

----- West Nile virus. [Sitio Web]. Clifton Road: Atlanta, GA : Centers for Disease Control and Prevention, 2016 [Consultado Enero 9 2017] Disponible en Internet: <https://www.cdc.gov/westnile/index.html>

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 84 de 1989 (Diciembre 27). Por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales y se crean unas contravenciones y se regula lo referente a su procedimiento y competencia. Diario Oficial 39120 de Diciembre 27 de 1989.

COLOMBIA. MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Instituto Nacional de Salud / Organización Panamericana de la Salud. Guía Protocolo para la Vigilancia en Salud Pública de Malaria. PRO-R02.003.0000-021. [en línea] Bogotá: Ministerio de la Protección Social, 2014. [Citado 3 Octubre 2016] Disponible en Internet: [file:///C:/Users/MIPE/Downloads/PROTOCOLO MALARIA%20\(1\).PDF](file:///C:/Users/MIPE/Downloads/PROTOCOLO%20MALARIA%20(1).PDF)

-----. Instituto Nacional de Salud / Organización Panamericana de la Salud. Gestión para la vigilancia entomológica y control de la transmisión de dengue: Guía de Vigilancia Entomológica y Control de Dengue. [en línea] Bogotá: Ministerio de la Protección Social, 2011. [Citado 15 Septiembre 2016] Disponible en Internet: file:///C:/Users/MIPE/Downloads/Entomologia_DENGUE.pdf
COLOMBIA. MINISTERIO DE SALUD. Resolución Número 8430 de 1993 (Octubre 4) "Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud". Bogotá: El Ministerio, 1993

CONTRERAS GUTIÉRREZ, María Angélica Y Otros. Vectores De Importancia enfermedades tropicales en Colombia: Avances en taxonomía y sistemática molecular. En: Conferencia Vectores de Importancia en Enfermedades Tropicales en Colombia: Avances en taxonomía y Sistemática Molecular. Cúcuta: Universidad de Santander. s.f. p. 1-16

EL-SABAH, Badr. Phylum Arthropoda. Class Insecta . Plant Protection Research Institute, ARC. Egypt. LinkedIn Corp, 2017, [Sitio Web] Mayo 31 de 2016 Consultado: Septiembre 15 2016] Disponible en Internet: <http://es.slideshare.net/badrelsabah/prof-dr-badr-el-sabah-entomology-lecture-2>

GARCIA GARCIA, Olga Carolina y LONDOÑO BENAVIDES, Yesica Liset. Adaptación de *Culex quinquefasciatus* (díptera: culicidae) a tres diferentes pisos térmicos bajo condiciones de laboratorio. Trabajo de grado Médico Veterinario. Bogotá: Universidad de la Salle, Facultad de Medicina Veterinaria, 2007.

GONZÁLEZ Christian R., REYES, Carolina y JERCIC, María Isabel. Manual de Culícidos (Diptera: Culicidae) de la Zona Norte y Centro de Chile, Incluyendo Isla de Pascua. 2ed actualizada. Chile, Santiago: Universidad Iberoamericana de Ciencias y Tecnología. Laboratorio de Biología y Bioinformática. Facultad de Educación y Ciencias, 2016.

INSTITUTE OF TROPICAL MEDICINE ANTWERP. Illustrated Lecture Notes on Tropical Medicine. Vector Anopheles mosquitoes. [Sitio Web] Institute of Tropical Medicine Antwerp, 2012 [Consultado: junio 25 2015] Disponible en Internet: <http://itg.author-eu.eu/Generated/pubx/173/malaria/vector.htm>

JORDÁN MONTÉS, Fernando. La visión de los insectos: Aunque los ojos compuestos creen numerosas imágenes parciales, el cerebro de los insectos podría elaborar una representación nítida y única. En: Investigación y Ciencia. 2013. Septiembre N° 444.

MCD PROJECT. Eave tubes [Sitio Web] Wageningen, The Netherlands: MCD-project., 2013. [consulta: 26 Junio 2015] Disponible en: <http://www.mcdproject.org/the-mcd-project/prototypes/eave-tubes/>

MEXICO. SECRETARIA DE SALUD. SUBSECRETARIA DE PREVENCIÓN Y PROMOCION DE LA SALUD. Manual técnico de entomología para el programa de paludismo [en Línea] México – D. F: Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de enfermedades, Dirección de enfermedades transmitidas por vectores, Julio 2014. [Citado 19 Noviembre 2016] Disponible en Internet: http://www.cenaprece.salud.gob.mx/programas/interior/vectores/descargas/pdf/manual_entomologia_paludismo.pdf

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Enfermedades transmitidas por vectores. [Sitio Web] Febrero de 2016 Nota descriptiva N° 387 Washington, D.C: OMS, 2016 [Consultado: Julio 3 de 2016] Disponible en: Internet: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs387/es/>

-----. Dengue y dengue grave [Sitio Web] Agosto de 2016. Washington, D.C: OMS, 2016 [Consultado: Diciembre 23 de 2016] Disponible en Internet: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/es/#>

-----. Enfermedad por el virus de Zika y sus complicaciones. Zika: Tenemos que prepararnos para un largo viaje. Por: Margaret Chan, Directora General de la OMS. [Sitio Web] Geneva Switzerland: OMS: 1° Febrero 2017. [Consultado Febrero 2016] Disponible en Internet: <http://www.who.int/mediacentre/commentaries/2017/zika-long-haul/es/>

-----. Preguntas y respuestas sobre el virus de Zika y sus complicaciones: Prevención de la transmisión sexual del virus de Zika. [Sitio Web] Geneva Switzerland: OMS, 2016 [Consultado: Diciembre 12 de 2016] Disponible en Internet: <http://who.int/features/qa/zika/es/index5.html>

-----. Dengue: Guías para el diagnóstico, tratamiento, prevención y control [en línea] Nueva edición. Geneva Switzerland: OMS. /UNICEF/ PNUD – Banco Mundial, 2009 Disponible en Internet: <http://www.slamviweb.org/es/home/dengue/DENGUE%20guia%20para%20el%20tratamiento,%20prevenci%C3%B3n%20y%20control.pdf>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD / ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Acciones de comunicación de riesgos y movilización comunitaria con respecto a la infección por el virus del Zika. Conducción: Cristina Mañá Fernández. [en línea] Washington, D.C.: Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la

Salud, 2017. [Consultado Febrero 2017] Disponible en Internet:
<file:///C:/Users/MIPE/Downloads/9789275319383-spa.pdf>

----- Zika, Infección por Virus. [Sitio Web] Washington, D.C.: Pan American Health Organization / Oficina Regional para las Américas de la Organización Mundial de la Salud, 2015.[Consultado: 3 Junio 2016] Disponible en Internet:
http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&id=11585&Itemid=41688&lang=es

PACKARD, A. S . Color-Preference in Insects. *Journal of the New York Entomological Society* [en línea] September 1903. Vol. 11, No. 3 pp. 132-137 [Consultado 27 Octubre 2015] Disponible en Internet:
https://www.jstor.org/stable/25003044?seq=1#page_scan_tab_contents

PADILLA RODRÍGUEZ, Julio Cesar. *et. al.* Epidemiology and control of malaria in Colombia. *Memórias Do Instituto Oswaldo Cruz* [en línea] 2011. Vol. 106 (suppl. I), 114-122. [Consultado 6 Ago 2016] Disponible en Internet:
<http://www.scielo.br/pdf/mioc/v106s1/15.pdf>

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. First Meeting of the Pan American Health Organization's Regional Urban Health Forum. [En línea] México: Pan American Health Organization. Toward a Conceptual Framework of Urban Health and Agenda for Action in the Americas 27-29 November 2007. [consulta 31 Ago 2015] Disponible en Internet:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd68/foroeng.pdf>

PARKS, Will y LLOYD Linda. Planificación de la movilización y comunicación social para la prevención y el control del dengue: Guía paso a paso. [en línea] Ginebra, Suiza: Organización Mundial de La Salud – Centro Mediterráneo para la reducción de Vulnerabilidad (WMC) Organización Panamericana de la Salud (OPS) Programa Especial de Investigación y Capacitación en Enfermedades Tropicales (TDR), 2004. [Consultado 14 Junio 2016] Disponible en Internet:
http://www.who.int/tdr/publications/documents/planificacion_dengue.pdf

PARLAMENTO EUROPEO. Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la protección de los animales utilizados para fines científicos (Texto pertinente a efectos del EEE). [en línea] Estrasburgo, Francia, Unión Europea, 22 Septiembre, 2010. [consultado: 5 Agosto 2016] Disponible en Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:es:PDF>

PAZ-SOLDAN, Valerie A. *et al.* Design and Testing of Novel Lethal Ovitrap to Reduce Populations of *Aedes* Mosquitoes: Community-Based Participatory Research between Industry, Academia and Communities in Peru and Thailand. *Plos One*. [en línea] San

Francisco, California: the Public Library of Science (PLOS), August 17 2016. [Consultado: 3 Enero 2017] Disponible en Internet: <http://journals.plos.org/plosone/article/authors?id=10.1371/journal.pone.0160386>

PEÑA TORRES, Jessica et al. Design and construction of a trap for the surveillance of *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Diptera: Culicidae). Revista de la Universidad Industrial de Santander- Salud. [en línea] 2016. Vol 48 N° 3; p. 285-204 [Consulta: Diciembre 22 2016] Disponible en Internet: <file:///C:/Users/juanc/Downloads/5664-27165-1-PB.pdf>

RODRIGUEZ CRUZ, Rodolfo. Estrategias para el control del dengue y del *Aedes aegypti* en las Américas. Revista Cubana de Medicina Tropical [en línea] 2002; 54(3): 189-201. [consultado: 3 noviembre 2016] Disponible en Internet: <http://scielo.sld.cu/pdf/mtr/v54n3/mtr04302.pdf>

TORRES-ESTRADA, José Luis y RODRÍGUEZ, Mario H. Señales físico químicas involucradas en la búsqueda de hospederos y en la inducción de picadura por mosquitos. Salud pública [en línea] 2003. Noviembre- Diciembre Vol.45 no.6. 497-505 [consulta: 25 junio 2016] Disponible en Internet: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342003000600010

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE (USPTO). Mosquito trap mediated by filtrated visible light emitting diode and mosquito bait. Inventors: CHIEN-LUNG, Chen and HAO-JAN, Lin. Application number US 11/400,562 Publication date: Mar 15, 2007, Filing date: Apr 7, 2006 Also published as US20080141578

ULRICH, Karl T. and EPPINGER, Steven D. 5ed. México: McGraw-Hill, 2009. 412p.

UNIVAR ENVIRONMENTAL SCIECES. In2Care Mosquito Trap for Zika control. [video] 4.43 minutos. Austin, Texas, E.U : Univar Environmental Sciences, 2012-2017. [Consultado 24 Septiembre 2015] Disponible en Internet: <http://univares.com/in2care>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Manual de bioseguridad. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Proceso Talento Humano, Subproceso Seguridad y Salud Ocupacional, 2012.

VAN BREUGEL, F. et al. Mosquitoes Use Vision to Associate Odor Plumes with Thermal Targets. Current Biology. [en línea] 2015 Aug. 17; 25 (16) 2123-2129 [Consulta 13 Marzo 2016] Disponible en Internet: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4546539/>

WILLIAMS, Jacob y PINTO, João Manual de Capacitación en Entomología de la Malaria Para Técnicos en Entomología y Control Vectorial (Nivel Básico). [en línea] Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional por RTI International, Septiembre 2012. [consulta: 8 de Octubre 2016] Disponible en Internet: http://www.rollbackmalaria.org/files/files/partnership/wg/wg_itn/docs/ws8/TrainingManualOnMalariaEntomology-sp.pdf

WIPO. PATENTSCOPE. SEARCH INTERNATIONAL AND NATIONAL PATENT COLLECTIONS. Mosquito Trap. Inventors: Wesson Dawn; Apperson Charles; Ponnusamy Loganathan; Xu Ning; Schal Coby; Hoffmann Christopher. Application Number 13575242. Application Date: 28.01.2011. Publication number: 20130067795. Publication Date 21.03.2013. (US20130067795) Mosquito Trap

ANEXOS

Anexo A. Procedimiento de cría y mantenimiento del laboratorio

En la primera fase se deben ubicar los huevos para eclosión en un recipiente plástico con agua destilada y se les añade comida triturada para peces Aprox. 1ml por cada 500ml, esto para ayudar a su rápida eclosión. Durante la segunda etapa, la larvas se alimentan diariamente con la comida para peces y se les cambia el agua día por medio, para evitar crecimientos bacterianos en el agua.



En la siguiente se muestra las diferentes etapas del crecimiento como lo son: Huevos, Larvas I estadio, Larvas II estadio, Larvas III estadio y Pupas.



Cuando los mosquitos alcanzan la tercera etapa las Pupas se retiran de la bandeja donde se encuentra con las larvas y se trasladan a un recipiente pequeño de plástico, este recipiente se introduce en la jaula de los mosquitos adultos, esto para evitar que el mosquito emerja en la bandeja y el mosquito escape.

Al llegar a la etapa final los mosquitos en estado adulto se alimentan de una solución de agua azucarada al 10% que se reemplazaría día por medio para evitar el crecimiento bacteriano en los recipientes.



Aproximadamente de 24 a 48 después de haber logrado la etapa adulta, los mosquitos copulan y las hembras necesitan la ingesta de sangre para recibir los nutrientes necesarios para el desarrollo de sus huevos. Para esto son alimentados con rata durante 20 min más o menos, la rata es anestesiada y se le rasura una pequeña parte en el abdomen para que los mosquitos puedan alimentarse.



Después de alimentarse los mosquitos hembra y al cabo de 24 a 48 horas se trasladan de la jaula de cría a la jaula de experimentación ya que están listas para oviponer.

Anexo B. Encuesta



Encuesta proyecto de grado

TRAMPA PARA LA CAPTURA Y MUERTE DE CULICIDOS

María Fernanda Vidal

Escuela de Diseño Industrial

El objetivo de la encuesta es conocer la opinión sobre diversos aspectos de las trampas comerciales y los vectores que transmiten enfermedades.

1. ¿Conoce algún dispositivo para la captura de mosquitos? ¿Cuáles?
2. ¿Qué ventajas y desventajas encuentra en estos dispositivos?
3. ¿Qué tipos de sustancias o métodos conoce para la atracción de mosquitos vectores?
4. ¿Qué tipos de fuente o emisor de CO_2 conoce?
5. ¿En qué lugar es más efectivo ubicar el cebo, en el interior de la trampa o en el exterior? ¿Porque?
6. ¿Qué características considera importantes debe tener una trampa para culicidos?
7. ¿Cuál método considera que sea el más efectivo para la muerte del vector cuando esté dentro de la trampa?
8. ¿Cómo creería que se debe extraer de una forma segura e higiénica los mosquitos una vez entren a la trampa y mueran?

Anexo C. Modelos de algunas alternativas (Generación de concepto)



Anexo D. Terminología científica

En este anexo se realiza una aclaración de los términos utilizados en el desarrollo de la fase del proyecto donde se realiza el diseño experimental.

- Experimento

Investigaciones que establecen un conjunto particular de circunstancias bajo un protocolo específico para observar y evaluar las implicaciones de las observaciones resultantes. El investigador determina y controla los protocolos de un experimento para evaluar y probar algo que en su mayor parte no se conoce hasta ese momento.

- Experimento comparativo

Es el tipo de experimento que utilizan los investigadores en áreas como biología, medicina, agricultura, ingeniería, psicología y otras ciencias experimentales. El adjetivo comparativo implica que se establezcan más de un conjunto de circunstancias en el experimento y que se comparen entre si las respuestas a las diferentes circunstancias.

- Tratamientos

Son el conjunto de circunstancias creadas para el experimento, en respuesta a la hipótesis de investigación y son el centro de la misma.

- Unidad Experimental

Es la entidad física o el sujeto expuesto al tratamiento independientemente de otras unidades.

- Tratamiento de control

Es un punto necesario para evaluar el efecto de los tratamientos experimentales; existen diversas circunstancias en las que el tratamiento de control es útil y necesario.

- Réplica

La comunidad científica considera la réplica de un experimento como el primer requisito para obtener resultados experimentos válidos. La réplica implica una repetición independiente del experimento básico. Dicho de manera más específica, cada tratamiento se aplica de manera independiente a dos o más unidades experimentales.

- Número de réplicas

El número de réplicas en un estudio de investigación afecta la precisión de las estimaciones de las medias de los tratamientos y la potencia de las pruebas estadísticas para destacar la diferencias entre las medias de los grupos en tratamiento. Sin embargo, el costo de conducir estudio de investigación restringe las réplicas a un número razonable.

- Análisis experimental

Los análisis de los experimentos se realizaron con el software Statistica versión 10.

Anexo E. Aspectos a tener en cuenta en la elaboración de los experimentos.

- **POBLACIÓN:** Para la ejecución de los experimentos se empleará una colonia de la especie *Aedes aegypti*. La cual está establecida en el laboratorio de CINTROP UIS. El mantenimiento de la colonia se adaptará a los protocolos de normas de bioseguridad de un insectario. La sala de cría mantendrá una temperatura de 24°C estables, humedad relativa de 75% y un sistema natural o artificial de iluminación que permita la alteración de ciclos de 12 horas de luz/oscuridad.

- **LUGAR DE LAS PRUEBAS:** Los experimentos se llevarán a cabo en las instalaciones del CINTROP-UIS, en el parque tecnológico de Guatiguará, el laboratorio cuenta con un espacio adecuado para trabajar, brindando seguridad y control del entorno.

- **JAULAS:** El laboratorio cuenta 16 jaulas las cuales se han construido para la realización de proyectos anteriores, tales como:

Jaula proyecto Gravitrap con medidas de 70 cm* 70 cm* 70 cm, estructura en PVC, ensambles de codo y tipo T.

Jaulas proyecto Hometrap con medidas 50 cm* 50cm* 50cm, estructura desarmable en madera, cubiertas de tela que se pueden retirar para limpieza, y una manga en su parte frontal.

Jaulas de cristal de dimensiones 65cm* 65cm*65cm; en cristal de 4 mm incoloro crudo con silicona transparente que incluyen 8 tapas con marco de aluminio y en la parte inferior distanciadores de 6 cm.

- **INSTRUMENTOS:** Para la cría y mantenimiento de la colonia son necesarios una serie de implementos, los cuales se encuentran en las instalaciones del laboratorio y se clasifican de la siguiente manera:

Elementos para la cría y mantenimiento: bandejas plásticas para eclosión de huevos, alimento para peces, mortero para la preparación de alimento, recipiente ubicación de pupas, recipientes de cristal para la miel, papel filtro, entre otros.

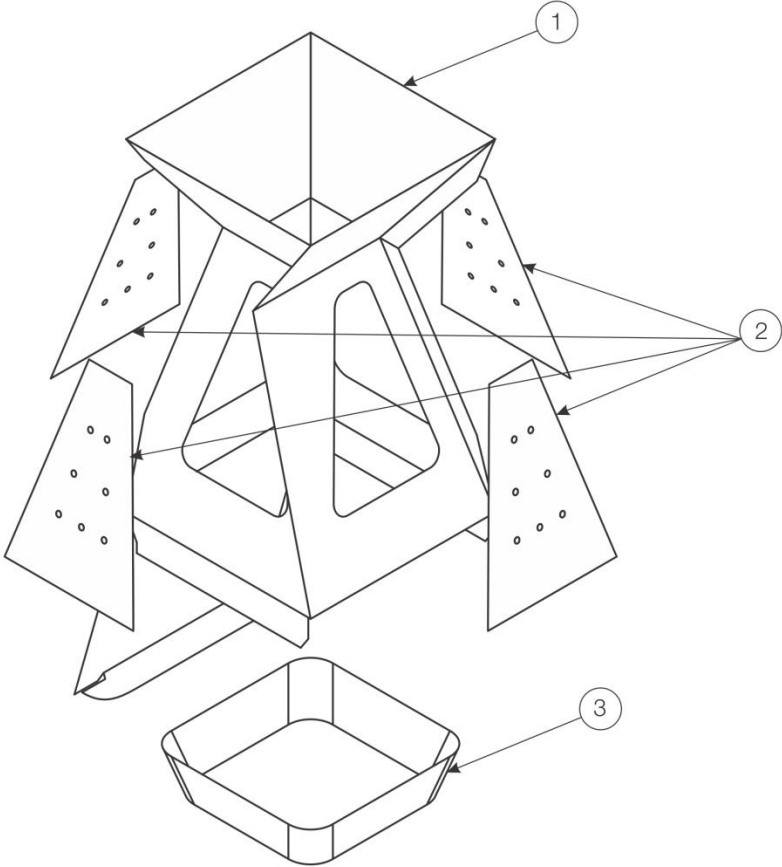
Elementos de protección y manipulación como: batas, guantes, tapa bocas, cofias, puntas pasteur, vasos desechables.

- **CAPACITACIÓN:** Se realizó una capacitación de los aspectos necesarios para el manejo del laboratorio, como lo es el conocimiento del manejo interno del laboratorio con el estudio de las normas internas del lugar. Aparte de la capacitación para el manejo de los insectos, todo esto para poder dar inicio a los experimentos.

NORMATIVIDAD PARA LA MANIPULACIÓN DE INSECTOS Y ANIMALES EN EXPERIMENTOS.

En la fase de diseño experimental contemplada en la metodología propuesta se tuvieron en cuenta las siguientes leyes aprobadas por el estado y que siguen en vigencia hasta la fecha, estas son la Ley 84 del 27 de diciembre de 1989 en la cual expresa la excepciones en la manipulación y exterminio de plagas (República de Colombia, 1989); La DIRECTIVA 2010/63/UE que hace referencia a la protección de los animales utilizados para fines científicos (Parlamento Europeo & Consejo de la Union Europea, 2010); de igual forma se tienen en cuenta las normas de bioseguridad para la escuela de biología y laboratorio establecidas por la Universidad Industrial de Santander (UIS, 2012); y por ultimo las normas de bioseguridad que establecen requisitos para el desarrollo de la actividad investigativa en salud, encontradas en el artículo 63 y 68 descritas en la resolución No.008430 de 1993 (Ministerio de Salud y Protección Social, 1993).

Anexo F. Planos Técnicos



3	Contenedor	Lámina Acetato 0.80mm	1
2	Ventana	Lámina Acetato 0.80mm	4
1	Cuerpo armado	Lámina Cartón Craft 0.40mm	1
Nº de elemento	Nombre de pieza	Descripción	Cantidad

LISTADO DE PIEZAS

Universidad Industrial de Santander



Nombre: María Fernanda Vidal E.

Fecha: 14/09/16

Escala 1:2

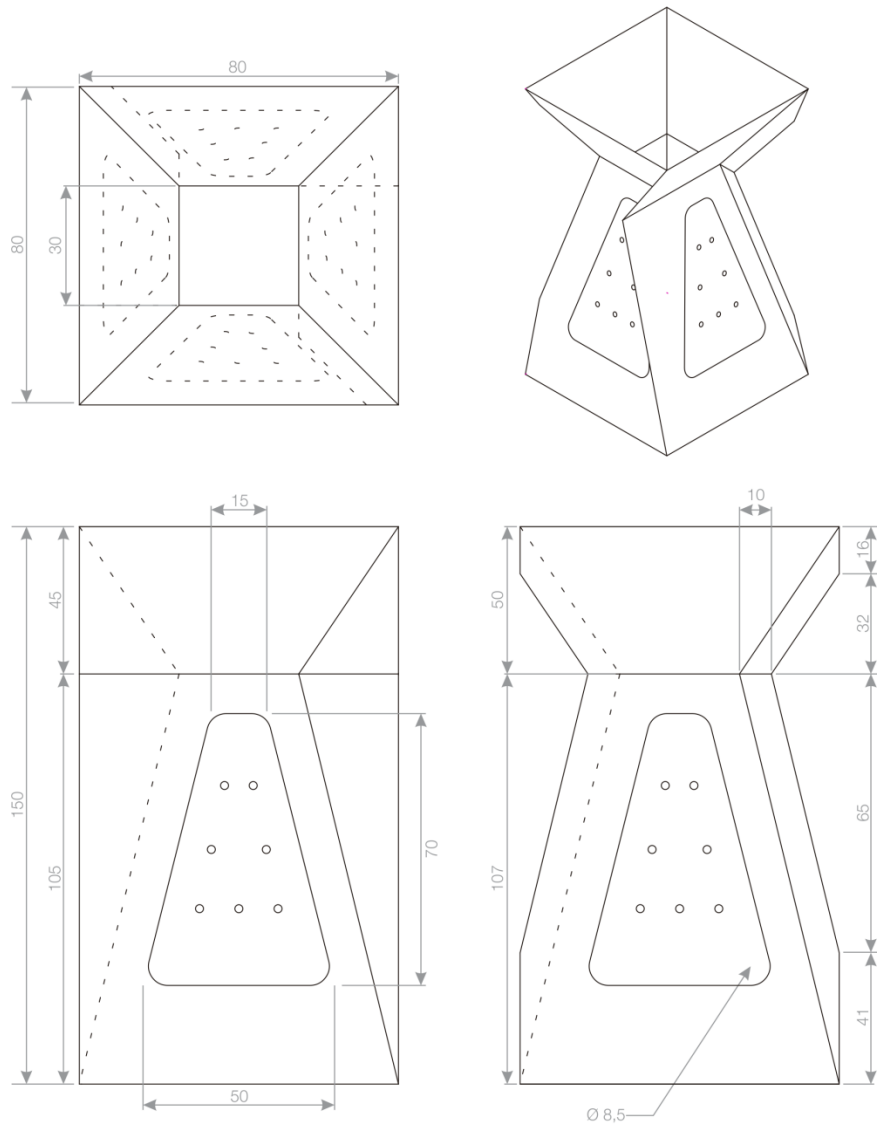
Título:

VISTA EXPLOSIONADA

Proyecto: DISEÑO TRAMPA PARA CULÍCIDOS

Unidades: mm

Hoja 1 de 4



Título:

CUERPO ARMADO

Nombre: María Fernanda Vidal E.

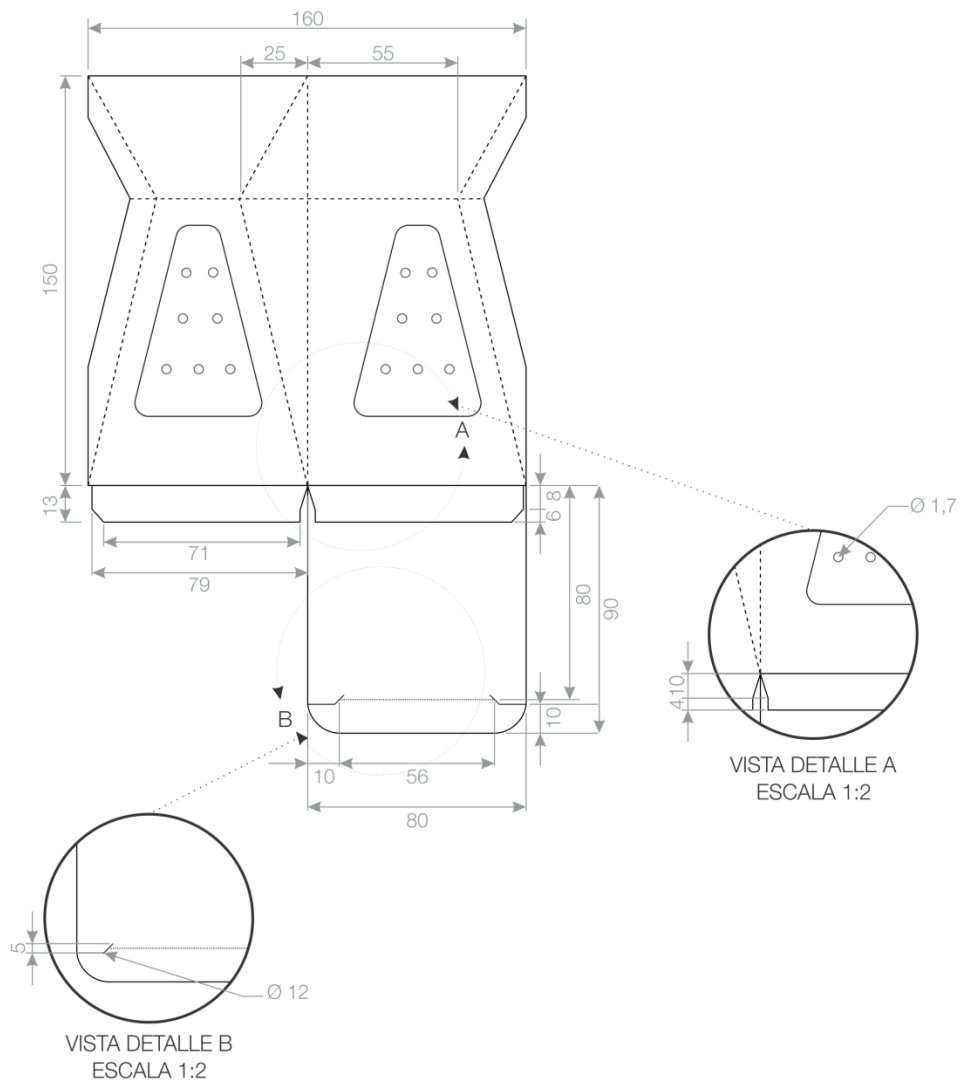
Proyecto: DISEÑO TRAMPA PARA CULÍCIDOS

Fecha: 14/09/16

Escala 1:2

Unidades: mm

Hoja 2 de 4



Título:

CUERPO DESARMADO

Nombre: María Fernanda Vidal E.

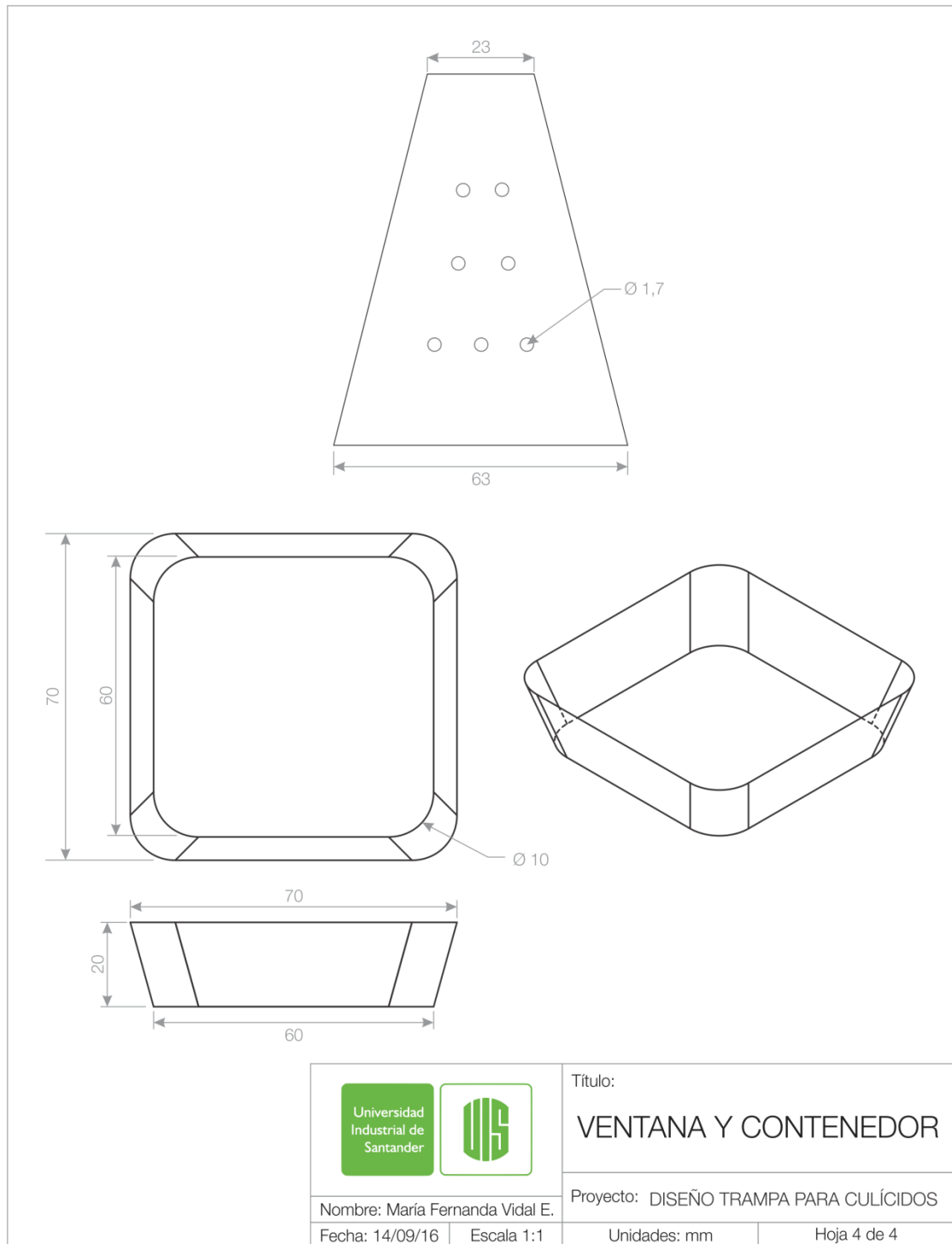
Proyecto: DISEÑO TRAMPA PARA CULÍCIDOS

Fecha: 14/09/16

Escala: 1:2

Unidades: mm

Hoja 3 de 4



Anexo G. Manual de imagen

En el manual de imagen se definieron las normas que se deben seguir para incluir el logotipo del producto y los distintos elementos visuales que lo conforman tanto en las impresiones digitales como en la imagen del producto en medios digitales. El correcto uso de estos elementos logrará impacto y recordación en los usuarios que van a adquirir el producto.

Elementos de la imagen

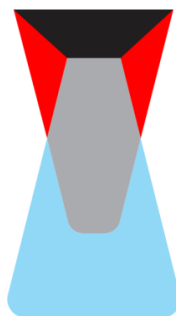
- Logotipo:

El logotipo creado, TORRE VIGIA, busca resaltar la función principal que es proteger a los usuarios de la picadura de estos vectores y realizar vigilancia en las zonas donde habitan. Se compone por tipografía sencilla fluida, con trazos continuos y contornos definidos, el logotipo es coherente a las características compositivas del isotipo y se incorporan para complementar su significado.



- Isotipo:

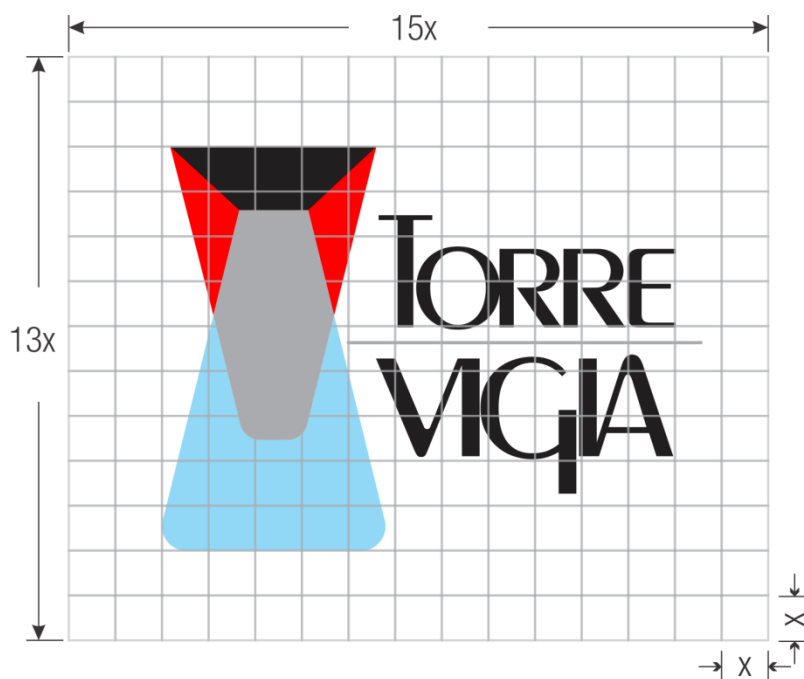
El símbolo visual fue conformado por la abstracción de formas presentes en la trampa, se aplicaron recursos de diseño bidimensional como la superposición, repetición y contraste de color para generar la imagen visual que se encuentra a continuación.



- Proporciones:

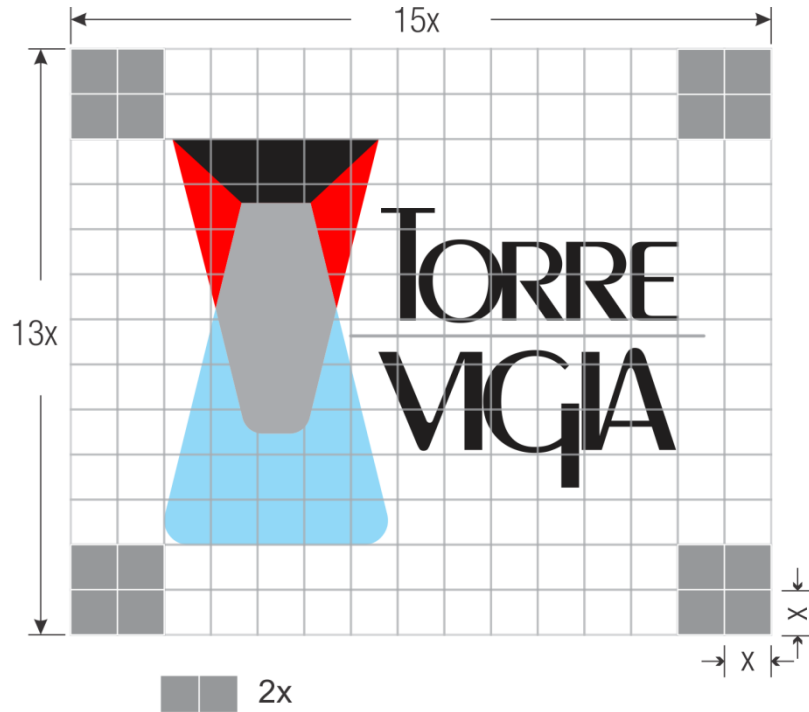
Los elementos visuales y gráficos que conforman el logo del producto poseen proporciones específicas, esto asegura que conserve la armonía y evita que realicen

cualquier alteración de los elementos que lo conforman. La proporción entre los elementos símbolo y tipografía se indican en la imagen. El área que ocupa el logotipo es de 5x de ancho por 9x de alto, y el isotipo se encuadra en un rectángulo de 8x de ancho por 7x de alto.



- Área de seguridad:

Para asegurar la claridad y la completa legibilidad de los elementos gráficos, libre de elementos que puedan contaminar visualmente debe estar rodeada de un área de seguridad que evitará la invasión y la dificultad de percepción del logo, es por eso que siempre debe ir acompañado de un margen de 2x según la proporción.



- Paleta de color:

El color es uno de los elementos más importantes ya que por sí mismo puede comunicar e influir en los sentimientos y pensamientos de las personas, es por eso que se debe tener mucho cuidado en la reproducción. Las muestras de color varían dependiendo de varios factores como los pigmentos, pinturas, tintas y más importante los métodos de impresión. Además se tiene que tener en cuenta los diferentes modelos de color, si se va a utilizar en una pieza impresa se debe tener en cuenta el modelo CMYK y si es una pieza en versión multimedia se considera el modelo RGB.



Modelo CMYK

	C:40	M:0	Y:0	K:0
	C:0	M:0	Y:0	K:40
	C:100	M:100	Y:100	K:100
	C:0	M:100	Y:100	K:0

Modelo RGB

	R:145	G:216	B:247
	R:169	G:171	B:174
	R:32	G:30	B:30
	R:225	G:0	B:0

- Tipografía:

Es importante hacer uso correcto de la tipografía para asegurar la continuidad visual del producto. La tipografía utilizada es la familia MonterreyFLF.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890

- Positivo y negativo:

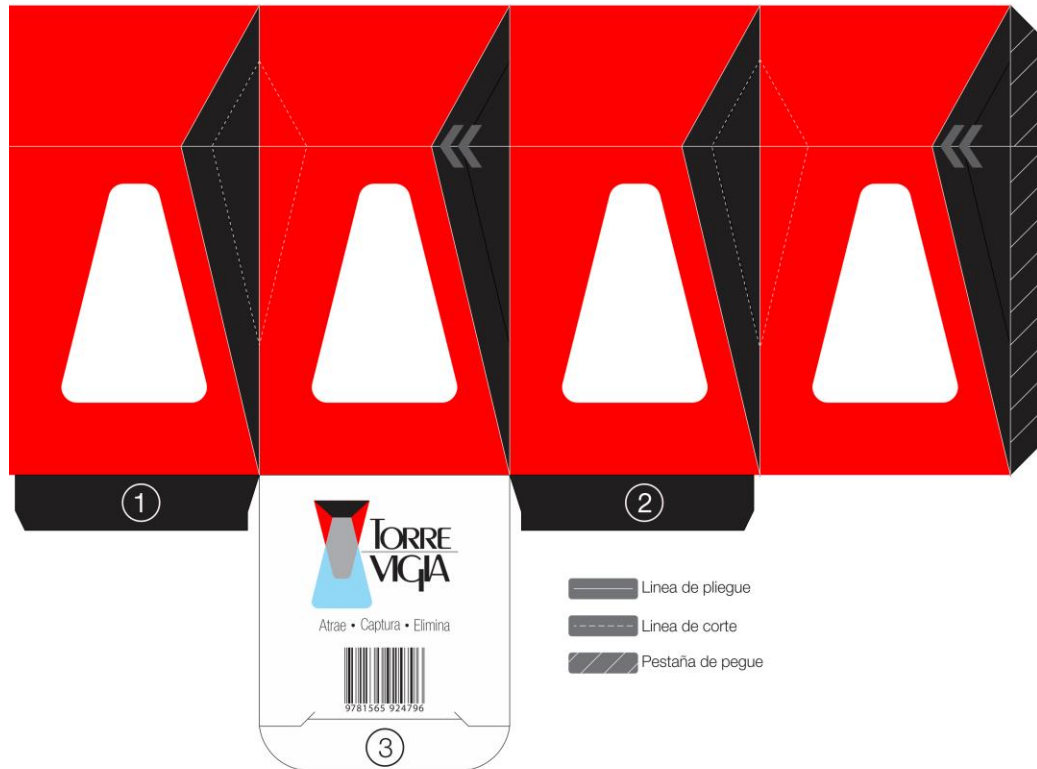
Estas son las versiones a blanco y negro del logo, se utiliza cuando se realizan Serigrafados, plantillas o cuando hay limitaciones técnicas donde no se pueden utilizar otro tipo de tintas.



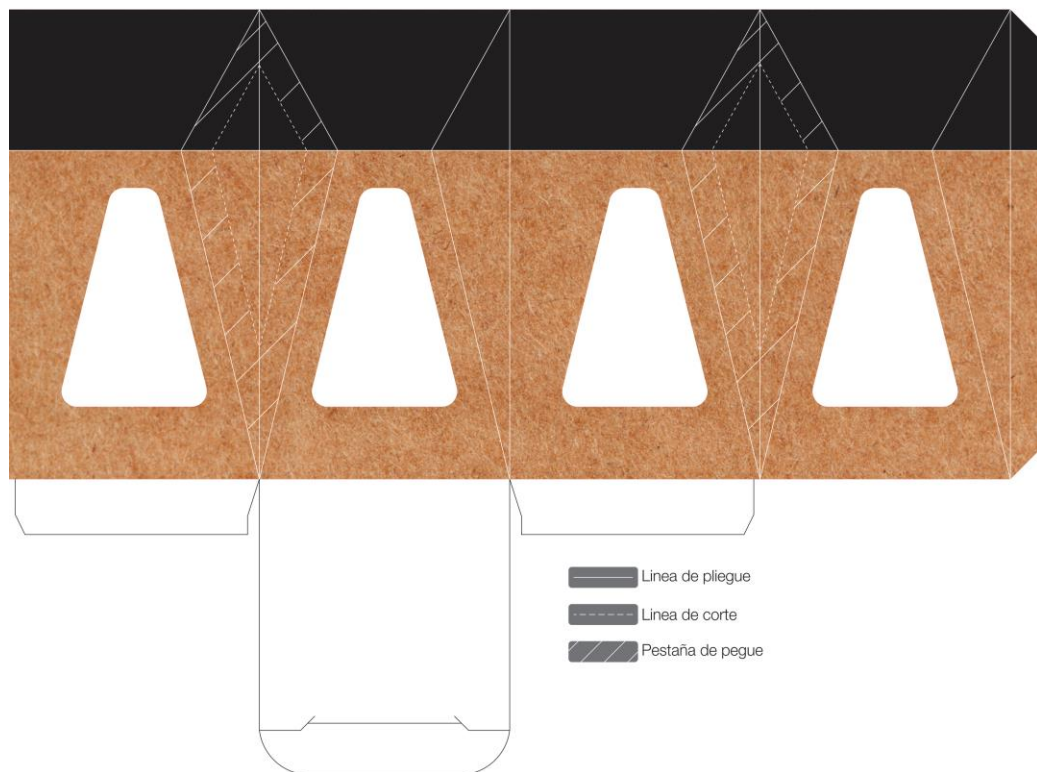
- Comunicación visual:

La comunicación visual del producto es importante, ya que de esta forma se puede expresar y comunicar a los usuarios la marca, el uso del producto y las indicaciones para el armado, en este caso de la trampa. Esto influye en la formación de ideas y la determinación de las actitudes de los usuarios respecto al producto.

CARA EXTERNA

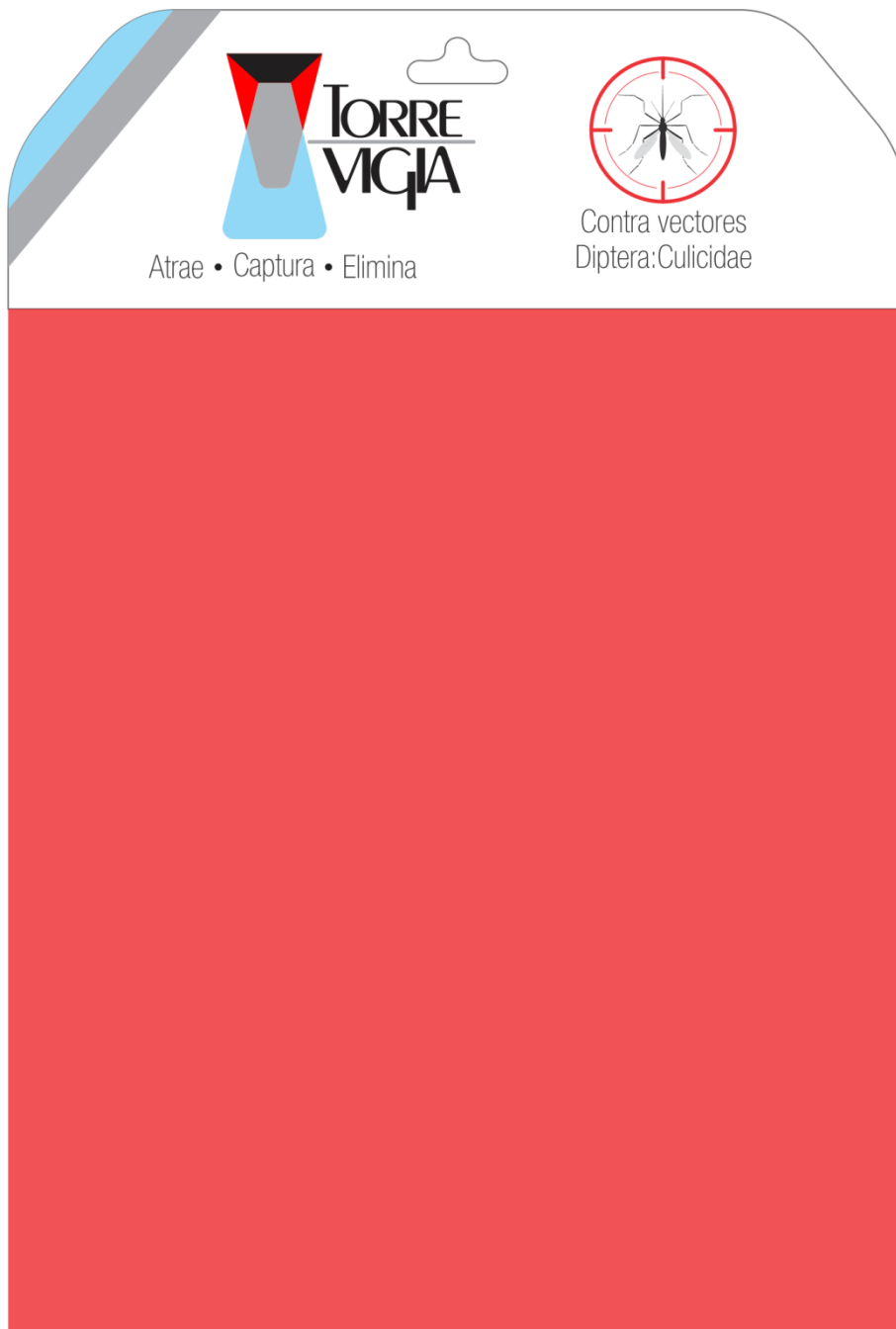


CARA INTERNA



Propuesta gráfica Empaque

El desarrollo del empaque se realiza en cartón kraft de 0.48mm de espesor, de dimensiones 18x6cm y se imprime con la técnica de offset.



Anexo H. Registro Fotográfico captura de individuos

Experimento N°1 Laboratorio: Número de entradas



Experimento N°1 Campo: Número de entradas



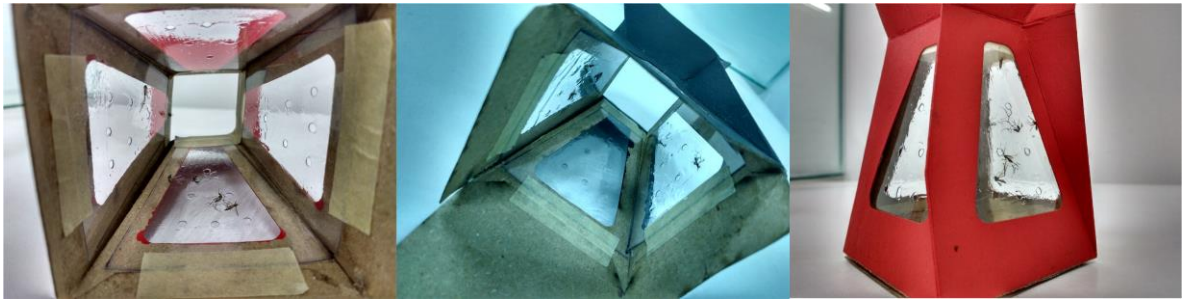
Experimento N°2 Laboratorio: Contraste de color (Longitud de onda)



Experimento N°2 Campo: Contraste de color (Longitud de onda)



Experimento N°3 Laboratorio: Tamaño y color trampa



Experimento N°3 Campo: Tamaño y color trampa



Experimento Final: validación de la trampa (Tipos de cebo)



Anexo I. Datos recopilados en los experimentos de laboratorio

Experimento N°1

Total experimento					
Tratamientos		# Huevos	Desviación estándar	# Captura	Desviación estándar
T1		0	0	10	1,6
T2		0	0	11	1,5
T3		0	0	6	0,8
T4		0	0	5	0,7
C		150	32,80	139	16,6
TOTAL		150	32,80	171	21,30
Porcentaje de captura y oviposición (%)					
Tratamientos		# Huevos		# Captura	
T1		0		5,8	
T2		0		6,4	
T3		0		3,5	
T4		0		2,9	
C		100		81,3	

Experimento N°2

Total experimento					
Tratamientos		# Huevos	Desviación estándar	# Captura	Desviación estándar
T1		108	26,8	38	6,1
T2		28	8,9	20	3,5
T3		1	0,3	16	2,8
T4		99	27,0	19	3,2
C1		17	5,4	16	2,1
C2		18	3,8	6	1,0
C3		0	0,0	2	0,4
C4		188	42,1	46	6,8

TOTAL		459	114,3	163	25,9
Porcentaje de captura y oviposición (%)					
Tratamientos		# Huevos		# Captura	
T1		23,5		23,3	
T2		6,1		12,3	
T3		0,2		9,8	
T4		21,6		11,7	
C1		3,7		9,8	
C2		3,9		3,7	
C3		0		1,2	
C4		41,0		28,2	

Experimento N°3

Total experimento						
Tratamientos	# Huevos Tramp. Roja	#Huevos Tramp. Negra	Desviación estándar #Huevos	#Captura Tramp. Roja	# Captura Tramp. Negra	Desviación estándar #Captura
T1	188	106	27,98	40	29	4,57
T2	46	0	10,14	20	44	3,09
C	102	318	35,28	37	42	3,57
TOTAL	336	424	73,4	97	115	11,23
Porcentaje de captura y oviposición (%)						
Tratamientos	# Huevos Tramp. Roja	#Huevos Tramp. Negra	#Captura Tramp. Roja	# Captura Tramp. Negra		
T1	56,0	25,0	41,2	25,2		
T2	13,7	0	20,6	38,3		
C	30,4	75,0	38,1	36,5		