

**MODELO DE PRUEBA DE UN SEMIOQUÍMICO PARA EL MANEJO  
INTEGRADO DEL VECTOR DEL DENGUE, CHIKUNGUNYA Y ZIKA**  
*Stegomyia aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

**HARRY JORDAN HERNÁNDEZ ORTEGA**  
**JESSICA JULIANA RINCÓN MORA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**  
**FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS**  
**ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL**  
**BUCARAMANGA**

**2016**

**MODELO DE PRUEBA DE UN SEMIOQUÍMICO PARA EL MANEJO  
INTEGRADO DEL VECTOR DEL DENGUE, CHIKUNGUNYA Y ZIKA *Stegomyia  
aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)**

**HARRY JORDAN HERNÁNDEZ ORTEGA  
JESSICA JULIANA RINCÓN MORA**

**Proyecto de grado para optar al título de Diseñador Industrial**

**Director**

**HÉCTOR JULIO PARRA MORENO D.I. MSC.**

**Codirector**

**JONNY EDWARD DUQUE LUNA Lic. Biología Ph.D.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO-MECANICAS  
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
BUCARAMANGA**

**2016**

## CONTENIDO

|   | <b>Pág.</b> |
|---|-------------|
| INTRODUCCION.....   | 14          |
| 1. OBJETIVOS.....   | 18          |
| 1.1. OBJETIVO GENERAL.....  | 18          |
| 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....                                   | 18          |
| 1.3. ALCANCES.....  | 19          |
| 2. METODOLOGÍA.....   | 20          |
| 2.1. ETAPA ANALÍTICA:.....  | 21          |
| 2.2. ETAPA CREATIVA:.....   | 22          |
| 2.3. ETAPA DE EJECUCIÓN:.....                                     | 22          |
| 3. MARCO TEORICO.....   | 23          |
| 4. ESTADO DEL ARTE.....   | 33          |
| 4.1. ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE.....                            | 49          |
| 5. DEFINICIÓN DE USUARIO.....                                     | 51          |
| 6. RESTRICCIÓN, REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS.....                  | 52          |
| 6.1. RESTRICCIÓN.....   | 52          |
| 6.2. REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS.....                             | 53          |
| 7. ALTERNATIVAS FORMALES DEL DISPOSITIVO DE LIBERACIÓN.....       | 57          |
| 7.1 GENERACIÓN DE CONCEPTOS.....                                  | 57          |
| 7.2. MODELOS FUNCIONALES.....                                     | 64          |
| 8. SELECCIÓN Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS.....                    | 66          |
| 8.1. MATRIZ DE SELECCIÓN Y MATRIZ DE EVALUACION DE CONCEPTOS..... | 66          |
| 9. PRUEBA PRELIMINAR CON USUARIOS.....                            | 71          |
| 10. MODELADO FINAL DEL DISPOSITIVO PROTOTIPO.....                 | 74          |

|   |     |
|---|-----|
| 10.1. PLANO DEL PROTOTIPO FINAL.....  | 75  |
| 11. SELECCION Y EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA EL TRANSPORTE DEL ATRAYENTE. .... | 77  |
| 11.1. ANALISIS DE GEL COMO TRANSPORTE DE LOS SEMIOQUIMICOS.....                 | 78  |
| 11.2. PRUEBA DE SEMIOQUIMICO EN GEL. ....                                       | 86  |
| 11.3. ANALISIS DE LA FIBRA COMO TRANSPORTE DEL ACIDO LACTICO.....               | 87  |
| 11.4. PRUEBA DE SELECCIÓN DE COMPOSICION ÓPTIMA DE LA PASTILLA DE FIBRAS. ....  | 92  |
| 11.5. PRUEBA DE PERDIDA DE PESO DE LA PASTILLA DE FIBRA. ....                   | 94  |
| 11.6. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA FIBRA.....                                   | 96  |
| 11.7. ELABORACION DE PROTOTIPO DEL ATRAYENTE PARA EL DISPOSITIVO. ....          | 99  |
| 12. EVALUACION FINAL DE USUARIOS. ....  | 101 |
| 13. ANALISIS DE PRODUCCION. ....  | 102 |
| 13.1. EVALUACION DE MATERIALES ....   | 102 |
| 13.2. ANALISIS DE COSTOS.....   | 105 |
| 14. SECUENCIA DE USO ....   | 106 |
| 15. MERCADEO ....   | 107 |
| 16. MANUAL DE IMAGEN.....   | 108 |
| 17. EMPAQUE Y MANUAL DE USUARIO.....  | 113 |
| 18. CONCLUSIONES ....   | 115 |
| 19. RECOMENDACIONES.....  | 116 |
| BIBLIOGRAFIA.....   | 117 |
| ANEXOS.....   | 121 |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Ilustración 1 Metodología de diseño aplicada en el desarrollo del trabajo. ....  | 21          |
| Ilustración 2 Vector <i>Stegomyia aegypti</i> .....                              | 24          |
| Ilustración 3 Vector <i>Stegomyia aegypti</i> , vista microscópica.....          | 25          |
| Ilustración 4 Diagrama de glándulas de la piel. ....                             | 26          |
| Ilustración 5 Ejemplo de liberación de semioquímico (feromona).....              | 27          |
| Ilustración 6 Metodología prueba de oviposición. ....                            | 29          |
| Ilustración 7 Metodología prueba de atracción hematófaga .....                   | 30          |
| Ilustración 8 Estructura química Ácido Láctico. ....                             | 31          |
| Ilustración 9 Estructura química Urea. ....                                      | 32          |
| Ilustración 10 Atrayente: Bg-Lure 1.....   | 34          |
| Ilustración 11 Componentes Bg-Lure 1.....  | 34          |
| Ilustración 12 Atrayente Bg-Lure 2.....  | 36          |
| Ilustración 13 Bg-Lure 2.....  | 36          |
| Ilustración 14 Trampa BG-Sentinel .....  | 37          |
| Ilustración 15 Colocacion del Bg-Lure en Bg-Sentinel. ....                       | 38          |
| Ilustración 16 Tasa de emisión de los componentes volátiles del Bg-Lure. ....    | 38          |
| Ilustración 17 Atrayente: Sweetscent 1.....                                      | 39          |
| Ilustración 18 Atrayente: Sweetscent 2.....                                      | 40          |
| Ilustración 19 Sweetscent 2. ....  | 41          |
| Ilustración 20 Diferencia de emisión entre Sweetscent 1 y 2. ....                | 41          |
| Ilustración 21 Trampa: BG-Mosquitaire .....                                      | 41          |
| Ilustración 22 Colocacion Sweetscent en BG-Mosquitaire.....                      | 42          |
| Ilustración 23 Tasa de emisión de los componentes volátiles del Sweetscent. .... | 43          |
| Ilustración 24 Atrayente: R-Octenol .....  | 43          |

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 25 Colocacion R-Octenol.....                                | 44 |
| Ilustración 26 Atrayente: Lurex 3. ....                                 | 45 |
| Ilustración 27 Colocación Lurex 3.....                                  | 46 |
| Ilustración 28 Trampa Mosquito Magnet.....                              | 47 |
| Ilustración 29 Atrayente: Octenol.....                                  | 48 |
| Ilustración 30 Colocación del Octenol.....                              | 48 |
| Ilustración 31 Trampa: Mosquito MV-01. ....                             | 49 |
| Ilustración 32 Boceto 1 tapa rosca.....                                 | 58 |
| Ilustración 33 Concepto 1 Dispositivo de liberación.....                | 58 |
| Ilustración 34 Boceto 2 sistema cinta.....                              | 59 |
| Ilustración 35 Concepto 2 Dispositivo de liberación.....                | 60 |
| Ilustración 36 Boceto 3 sistema caja.....                               | 61 |
| Ilustración 37 Concepto 3 Dispositivo de liberación.....                | 61 |
| Ilustración 38 Boceto 4 sistema pastillero.....                         | 62 |
| Ilustración 39 Concepto 4 Dispositivo de liberación.....                | 63 |
| Ilustración 40 Concepto 5 Dispositivo de liberación.....                | 64 |
| Ilustración 41 Modelos funcionales del dispositivo.....                 | 64 |
| Ilustración 42 Despiece prototipo preliminar. ....                      | 69 |
| Ilustración 43 Primera version prototipo final. ....                    | 70 |
| Ilustración 44 Prueba dispositivo con usuarios. ....                    | 73 |
| Ilustración 45 prototipo final con correcciones.....                    | 74 |
| Ilustración 46 Sistema de apertura modificado. ....                     | 75 |
| Ilustración 47 Plano tapa ATTRACTBLEND.....                             | 75 |
| Ilustración 48 Plano base ATTRACTBLEND.....                             | 76 |
| Ilustración 49 Diagrama de sistemas coloidales. ....                    | 79 |
| Ilustración 50 Muestras de gel a diferentes concentraciones.....        | 82 |
| Ilustración 51 probetas de gel a diferentes concentraciones.....        | 83 |
| Ilustración 52 grafico % de humedad evaporada en periodo de tiempo..... | 84 |
| Ilustración 53 Proceso de fabricación del gel.....                      | 85 |
| Ilustración 54 Corte de pastillas de gel. ....                          | 87 |

|   |     |
|---|-----|
| Ilustración 55 Fibra de algodón.....  | 88  |
| Ilustración 56 Proceso de producción de yute. ....  | 89  |
| Ilustración 57 Fibra de celulosa. ....  | 91  |
| Ilustración 58 Pastillas de fibra con diferentes porcentajes de materiales. ....                        | 92  |
| Ilustración 59 pastillas de fibra en prueba de absorción. ....  | 94  |
| Ilustración 60 Proceso prueba de pérdida de peso para determinación de evaporación del compuesto. ....  | 95  |
| Ilustración 61 Resultados 2D del Análisis de superficie de respuesta ....                               | 95  |
| Ilustración 62 Proceso de fabricacion de pastilla de fibra ....   | 97  |
| Ilustración 63 Muestras de los atrayentes entregadas al CINTROP ....                                    | 99  |
| Ilustración 64 Diagrama de proceso para seleccion de los materiales de transporte del semioquimico .... | 100 |
| Ilustración 65 Secuencia de uso. ....   | 106 |
| Ilustración 66 Empaque y manual de uso ATTRACTBLEND.....  | 113 |

## LISTA DE TABLAS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| Tabla 1 Matriz de necesidades básicas. ....  | 53          |
| Tabla 2 Listado de requerimientos y parámetros. ....                                     | 55          |
| Tabla 3 Matriz de selección de conceptos. ....   | 67          |
| Tabla 4 Matriz De Evaluación De Conceptos. ....  | 68          |
| Tabla 5 Tiempos promedio de utilización del dispositivo por los usuarios .....           | 71          |
| Tabla 6 Percepción del producto por parte de los usuarios encuestados. ....              | 72          |
| Tabla 7 Tabla de valores de graduación de gel de balística .....                         | 82          |
| Tabla 8 Porcentajes base para la aplicación del modelo experimental Box-behnken<br>..... | 93          |
| Tabla 9 Porcentajes generados por el modelo experimental Box-behnken .....               | 93          |
| Tabla 10 Percepción del dispositivo final de los usuarios .....                          | 101         |
| Tabla 11 Análisis de materiales a seleccionar .....                                      | 102         |
| Tabla 12 Análisis de costo 1000 piezas. ....   | 105         |

## LISTA DE ANEXOS

|  | <b>Pág.</b> |
|--|-------------|
| ANEXO A. MANTENIMIENTO DE COLONIA CINTROP .....  | 121         |
| ANEXO B. Montaje pruebas de oviposición y atracción .....  | 123         |
| ANEXO C. Tablas de contingencia y pruebas de chi-cuadrado para pruebas de oviposición y atracción hematófaga ..... | 125         |
| ANEXO D. Encuesta de usuarios para formulación de requerimientos. ....   | 128         |
| ANEXO E. Cotización impresión prototipo 3D .....   | 130         |
| ANEXO F. Prueba de usuarios con prototipo final .....  | 131         |

## RESUMEN.

**TÍTULO:** Modelo de prueba de un semioquímico para el manejo integrado del vector del dengue, chikungunya y zika *Stegomyia aegypti* (diptera: culicidae)

**AUTORES:** Harry Jordan Hernández Ortega \*\*  
Jessica Juliana Rincón Mora

**PALABRAS CLAVES:** Atrayente, Liberación, Semioquímico, Captura, *Stegomyia aegypti*, prototipo.

### DESCRIPCIÓN:

El manejo y control integrado de plagas, es el conjunto de estrategias, desarrolladas para vigilar y mantener al margen organismos denominados vectores, que son transmisores de virus, bacterias, rickettsias, y protozoos en el ser humano. Entre estos, *Stegomyia aegypti* (Diptera: Culicidae), siendo el responsable de los arbovirus dengue, chikungunya y zika principalmente, y frente al cual se han desarrollado diferentes sistemas de control, como el método "lure and kill", que se basa principalmente en el uso de un semioquímico sintético atrayente.

En el presente contexto se propone el desarrollo de un prototipo de liberación semioquímica, que ayude en el manejo integrado de control y monitoreo poblacional del vector, el cual será implementado en trampas de captura y eliminación. La formulación y modelo de prueba de este semioquímico estuvo a cargo de estudiantes de las escuelas de Ingeniería química y Diseño Industrial, en trabajo conjunto, financiado y asesorado por el Centro de Investigaciones de enfermedades tropicales (CINTROP).

El desarrollo del proyecto comprendió tres áreas de conocimiento: biología, química y diseño industrial. La etapa de biología se llevó a cabo durante el mantenimiento de la colonia, donde se estudió el comportamiento del mosquito a los diferentes tratamientos experimentales; la etapa química comprendió el marco teórico que se estableció para la formulación del atrayente, por último, la etapa de diseño se dividió en tres fases: analítica, creativa y de ejecución, basada en el "método sistemático para diseñadores" de Bruce Archer, las pruebas de concepto se fundamentaron en la metodología de Ulrich del libro "Diseño y desarrollo de producto". Concluyendo en la presentación de un producto económico y de bajo impacto ambiental., compuesto por un dispositivo de liberación de un semioquímico sintético atrayente y su formulación

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Héctor julio parra moreno D.I. MSC. Codirector: Jonny Edward Duque Luna Lic. Biología Ph.D.

## ABSTRACT.

**TITLE:** MODEL TEST OF A SEMIOCHEMICAL FOR INTEGRATED MANAGEMENT OF DENGUE VECTOR, CHIKUNGUNYA AND ZIKA STEGOMYIA AEGYPTI (DIPTERA: CULICIDAE).\*

**AUTHOR:** Harry Jordan Hernández Ortega \*\*  
Jessica Juliana Rincón Mora

**KEYWORDS:** Appealing, Liberation, semiochemical, capture, *Stegomyia aegypti*, prototype.

### DESCRIPTION:

The Integrated Pest Management control is the set of strategies developed to monitor and stay at the edge organisms called vectors, which are transmitters of viruses, bacteria, rickettsias, and protozoan in humans. Among these, *Stegomyia -aegypti* (Diptera: Culicidae), being responsible for the dengue arbovirus, Chikungunya and zika mainly, and against which we have developed different control systems, such "lure and kill" method, which is based primarily on the use of an attractant semiochemical synthetic.

In this context it is proposed the development of a prototype of semiochemical release, to assist in the integrated control and monitoring vector population management, which will be implemented in capture and elimination's traps. The formulation and test of this model semiochemical was in charge of school students of Chemical Engineering and Industrial Design, in joint work, funded and assisted by the Research Center of Tropical Diseases (CINTROP).

The project development included three subject areas: biology, chemistry and industrial design. Biology stage was carried out during maintenance of the colony where it were studied the mosquito behavior to different experimental treatments; chemical phase involved the theoretical framework that was established for the formulation of the attractant, after a series of experiments, such as blood-sucking attraction, attraction to oviposition and release of compounds; Finally, the design stage was divided into three phases: analytical, creative and execution, based on "systematic method for designers" of Bruce Archer. The concept test were based on the methodology of Ulrich's book "Design and product development". Concluding in the presentation of an economic product and low environmental impact. Composed in a release device of a synthetic attractant semiochemical and formulation.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Industrial Design. Director: Héctor julio parra moreno D.I. MSC. Co-director: Jonny Edward Duque Luna Lic. Biology Ph.D.

## INTRODUCCIÓN

En la lucha por combatir el problema de salud pública generado por *Stegomyia aegypti* se han comercializado varios productos atrayentes, entre los cuales están: Sweetscent y BG Lure, los cuales han demostrado un porcentaje aceptable de captura<sup>1</sup>, aumentado mediante el uso de una trampa como BG Sentinel según estudios realizados<sup>2</sup>. Estos productos son producidos por BIOGENTS<sup>3</sup> compañía líder en este campo. Además de BIOGENTS<sup>TM</sup>, otras dos compañías compiten en este mercado WOODSTREAM CORP<sup>TM4</sup> y SITITEK<sup>TM5</sup>; con sus respectivos atrayentes LUREX3<sup>TM</sup> y OCTENOL; al igual que lo que ocurre con BG Lure estos atrayentes tienen mayor efectividad si se usan en las trampas diseñadas por cada casa matriz, lo que dificulta su uso en trampas diferentes a las mencionadas anteriormente. Estos atrayentes comerciales tienen diferentes características de uso en regiones específicas mostradas por cada empresa; es decir en el caso de SITITEK líder del mercado en Rusia y Europa oriental, su atrayente OCTENOL, tiene alta efectividad registrada en esas zonas, pero no garantiza la misma efectividad en territorios con diferentes características, como Latinoamérica<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> WILLIAMS, C. R., et al. Laboratory and field assessment of some kairomone blends for host-seeking *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22(4), 641–647. 2006. Disponible en: [http://doi.org/10.2987/8756-971X\(2006\)22\[641:LAFAOS\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.2987/8756-971X(2006)22[641:LAFAOS]2.0.CO;2)

<sup>2</sup> POMBI, M., et al. Field evaluation of a novel synthetic odour blend and of the synergistic role of carbon dioxide for sampling host-seeking *Aedes albopictus* adults in Rome, Italy. *Parasites & Vectors*, 7(1). 2014. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s13071-014-0580-9>

<sup>3</sup> BIOGENTS es una innovadora empresa a la vanguardia de la investigación en el control de mosquitos con una excelente reputación.

<sup>4</sup> WOODSTREAM CORP. es una compañía privada y un fabricante líder y comercializador de productos para el control de Animales domésticos y salvajes, soluciones naturales para céspedes y jardines, productos para la alimentación de aves silvestres y la decoración vida al aire libre (Woodstream Corporation, 2016).

<sup>5</sup> SITITEK es una compañía centrada en la venta al por mayor de productos innovadores para el hogar y para usos específicos en la Federación de Rusia, así como la importación / exportación de mercancías de todo el mundo

<sup>6</sup> SITITEK. (2013a). atrayentes de trampas para insectos octenol. Disponible en: <http://www.komara.net/attractant-oktenol.php>

Se ha intentado el uso de estos cebos en otras trampas como Gravitrap<sup>7</sup> y Hometrap<sup>8</sup>, desarrolladas por la Universidad Industrial de Santander. En su uso ha sido necesario acudir a modificaciones formales para adecuar el cebo a las trampas. Esto muestra la limitación formal de los cebos comerciales efectivos al usarse en otras trampas diferentes a las mencionadas, pues debido al tamaño, estos se tienen que porcionar.

Otro aspecto de análisis es el precio, el cual está en el rango de los 16 euros (aproximadamente \$52.000 COP) hasta los 56 euros (aproximadamente \$168000 COP) para los atrayentes comerciales, los cuales están disponibles bajo importación.

La empresa alemana BIOGENTS suministra al usuario en el momento de la compra un kit completo para captura del vector<sup>9</sup>, por el precio de 200 euros, precio difícil de costear en zonas de alta proliferación del vector, a nivel local.

Existe una desventaja por parte de este tipo de atrayentes en la captura de diversas especies diferentes a vectores, lo que produce una alteración a nivel de ecosistema, afectando la relación medio ambiente - humanidad<sup>10</sup>, debido a que gran cantidad de insectos *himenópteros* (abejas), *coleópteros* (mariquitas) y *Lepidóptera* (mariposas), atraídos por los cebos sintéticos a las trampas de captura.

---

<sup>7</sup> PEÑA TORRES, jessica, et al. *Diseno y construccion de una trampa para captura y monitoreo de aedes aegypti (diptera :culicidae)*. universidad industrial de santander. 2011

<sup>8</sup> LUZ MARINA, et al A. P. *Diseño y construccion de una trampa domiciliaria para captura y muerte del vector del dengue: Aedes aegypti*. Universidad Industrial de Santander. 2013

<sup>9</sup> El kit a la venta de BIOGENTS contiene: 1 Trampa BG Sentinel, 1 cartucho atrayente o cebo, 1 Tanque CO<sub>2</sub>.

<sup>10</sup> NAVARRO-SILVA, M. a., MARQUES, F. a., & DUQUE L, J. E. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(1), 1–6. 2009. Disponible em: <http://doi.org/10.1590/S0085-56262009000100002>

A causa de estos problemas, se propuso la formulación y transporte de un semioquímico atrayente y dispositivo de liberación de este, que se pudiera implementar, de manera sencilla, en trampas de diferentes características como Gravitrap y Hometrap, que fuera, además un producto de fácil adquisición a nivel económico, amigable con el medio ambiente y la salud humana.

## 1. OBJETIVOS

### 1.1. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar un dispositivo de liberación de un semioquímico para el manejo integrado de control y monitoreo poblacional del vector del dengue, chicungunya y zika *Stegomyia aegypti*. (Diptera: Culicidae) para ser implementado en trampas de captura y eliminación del vector.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Establecer parámetros de diseño del dispositivo de liberación mediante la identificación de características de los compuestos químicos atrayentes y el comportamiento del mosquito, en acompañamiento de ingenieros químicos.
- Establecer el dispositivo de liberación del semioquímico en trampas de captura y eliminación del vector.
- Determinar el tipo de soporte y material que funcione como transporte para los compuestos del semioquímico, permitiendo su retención y liberación.
- Construir un prototipo para pruebas finales con usuarios.
- Establecer el empaque del dispositivo para distribución, almacenamiento y comercialización.

### **1.3. ALCANCES.**

Este trabajo comprendió el desarrollo de un modelo de prueba para un semioquímico atrayente del vector *Stegomyia aegypti*, planteado en una versión inicial del producto, que posteriormente se puede optimizar, mediante pruebas de duración en atracción, funcionamiento del semioquímico y aplicaciones a otras especies de mosquito.

## 2. METODOLOGÍA.

La metodología del trabajo se dividió en tres etapas: analítica, creativa y de ejecución fundamentadas en el “método sistemático para diseñadores” propuesto por Bruce Archer<sup>11</sup>. Se desarrolló basada en la formulación química del atrayente realizada por los estudiantes de ingeniería química, con acompañamiento de estudiantes de diseño industrial. El desarrollo de cada etapa que conforma esta metodología, logró el cumplimiento de los objetivos específicos propuestos. Las evaluaciones realizadas en etapas de creación y ejecución tuvieron como base el libro “Diseño y desarrollo de producto”<sup>12</sup>.

En la ilustración 1 se enuncia el orden, las etapas de la metodología de diseño y las fases que se siguieron en cada una de las etapas, para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

---

<sup>11</sup> ARCHER, B. Método sistemático para diseñadores. *Londres: The Design Council*. JOUR. 1963

<sup>12</sup> KARL, T., & ULRICH, S. D. E. *Diseño y Desarrollo de productos*. BOOK, McGraw-Hill Interamerican. 2013

## Ilustración 1 Metodología de diseño aplicada en el desarrollo del trabajo.



### 2.1. ETAPA ANALÍTICA:

Con esta etapa se dio inicio al desarrollo del trabajo, el cual comenzó con el asesoramiento en el área de biología donde se conoció el ciclo de vida y el comportamiento del vector (anexo A), luego un acompañamiento simultáneo en la formulación del atrayente elaborada por ingenieros químicos, esto se realizó con el propósito de conocer los compuestos que se utilizaron en el producto e identificar sus propiedades. Seleccionados los compuestos, se procedió a la delimitación del

proyecto, con la definición del problema, objetivos, estado del arte, usuario, así como requerimientos y parámetros.

## **2.2. ETAPA CREATIVA:**

La etapa creativa comprendió el desarrollo formal y conceptual del producto, basado en los análisis de diseño y las delimitaciones del proyecto. Se presentó una propuesta de alternativas de concepto para el producto; éstas se sometieron a evaluación en matrices de selección de acuerdo a los parámetros propuestos en la etapa anterior. Posteriormente se procedió a la elaboración del primer prototipo. A continuación se seleccionaron y evaluaron materiales para el transporte semioquímico, los cuales no debían alterar las propiedades de los compuestos y debían tener unas características físicas necesarias para su incorporación en la trampa, para esto se realizó una prueba técnica del material.

## **2.3. ETAPA DE EJECUCIÓN:**

En esta última etapa se realizó una evaluación del prototipo con los usuarios para conocer su opinión y realizar mejoras; a continuación, se explica la secuencia de uso del producto, manual de imagen, análisis de producción y costos para terminar con las conclusiones y recomendaciones.

### 3. MARCO TEORICO.

En el marco teórico se trataron tres puntos específicos que delimitaron el desarrollo del trabajo:

- El vector como causante del problema, que es el responsable de la transmisión de enfermedades como el dengue y siendo este, motivo de estudio a nivel mundial, buscando conseguir posibles soluciones a la situación social actual.
- El semioquímico como base en la composición del diseño de producto.
- El análisis de soluciones existentes para este problema específico y estudio de productos actuales en el mercado.

#### EL VECTOR

##### **Clasificación Científica**

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Diptera

Familia: Culicidae

Género: *Stegomyia*

Especie: *Aedes aegypti*

## Ilustración 2 Vector *Stegomyia aegypti*



El dengue, chikungunya y zika son enfermedades infecto contagiosas de las cuales su principal vector es el mosquito *aegypti* (ilustración 2), ubicado en regiones tropicales y subtropicales, urbanas principalmente. Las hembras de esta especie (Ilustración 3) son hematófagas las cuales son responsables de la proliferación del virus a través de la picadura de una persona contagiada<sup>13</sup>. Este vector es el principal causante de muertes en el mundo por las enfermedades transmitidas en el momento de la picadura, pues debido a su hábitat, su huésped principal es el ser humano.

A nivel local se han realizado estudios acerca de este insecto, uno de estos realizado en Guaduas (Cundinamarca) demostró que las albercas, llantas abandonadas, tarros, botellas y plantas son el mejor sitio de ovoposición tanto para épocas secas como de lluvia, y que las alcobas constituyen el hábitat más favorable para los adultos<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> FULLERTON, L. M., DICKIN, S. K., & SCHUSTER-WALLACE, C. J. *Mapping Global Vulnerability to Dengue using the Water Associated Disease Index Mapping Global Vulnerability to Dengue using the Water Associated Disease Index*. 2014

<sup>14</sup> TINKER, M. E., & OLANO, V. A. Ecología del *Aedes aegypti* en un pueblo de Colombia, Suramérica. *Biomédica*, 13(1), 5–14. JOUR. 1993

### Ilustración 3 Vector *Stegomyia aegypti*, vista microscópica.



Otro factor influyente en la preferencia por el ser humano de estos insectos hematófagos, es la atracción de cierta mezcla compleja de volátiles, que puede incluir varios cientos de compuestos, especialmente secretados por la piel humana a través de la denominada microbiota cutánea<sup>15</sup>. Varios de estos compuestos como urea, ácido láctico y proteínas han sido identificados mediante estudios realizados en centros de investigación<sup>16, 17</sup>. A continuación, se presenta un diagrama (Ilustración 4) de la secreción de compuestos a través de las glándulas de la piel humana.

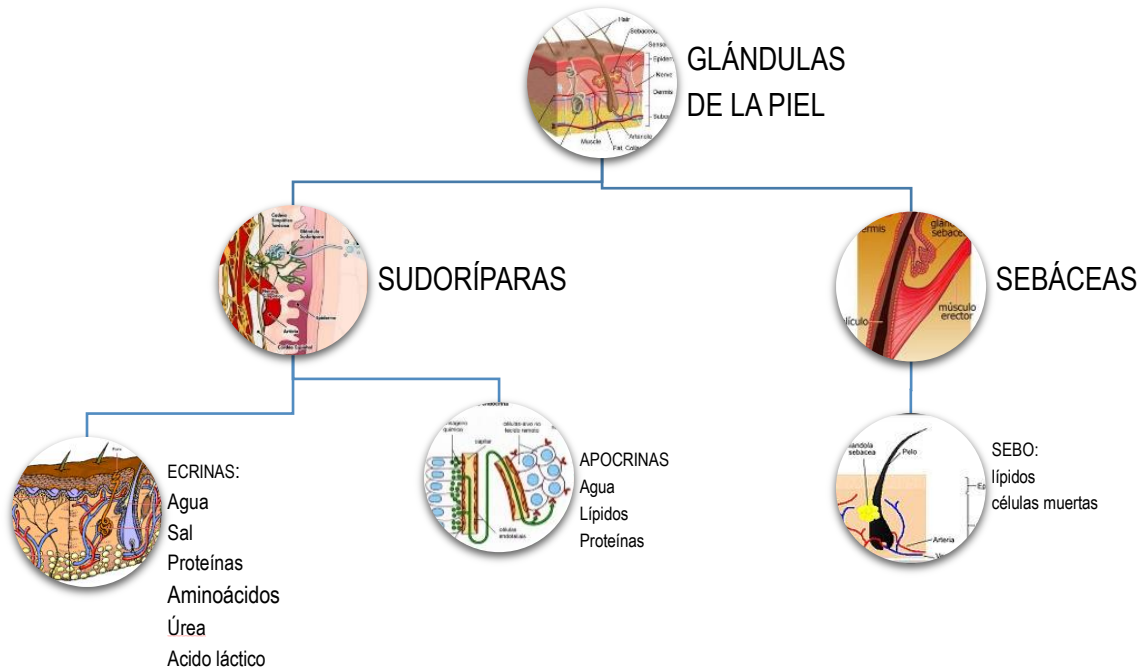
---

<sup>15</sup> ORTIZ, M. I., et al. Insectos Chupadores De Sangre Y Bacterias Que Habitam En La Piel: Una Relación Peligrosa. *No. 14*, 1–10. 2003

<sup>16</sup> DEKKER, T., STEIB, B., CARDE, R. T., & GEIER, M. L-lactic acid: a human-signifying host cue for the anthropophilic mosquito *Anopheles gambiae*. *Medical and Veterinary Entomology*, 16(1), 91–98. 2002. Disponible en: <http://doi.org/10.1046/j.0269-283x.2002.00345.x>

<sup>17</sup> BOSCH, O. J., GEIER, M., & BOECKH, J. Contribution of fatty acids to olfactory host finding of female *Aedes aegypti*. *Chemical Senses*, 25(3), 323–330. 2000. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/oxfordjournals.chemse.a014042>

## Ilustración 4 Diagrama de glándulas de la piel.



La ilustración 4 muestra la clasificación de las glándulas de la piel en dos grupos: sebáceas y sudoríparas. Las primeras se encargan de producir sebo, que consiste principalmente de lípidos y células muertas. Estas glándulas se encuentran distribuidas por todo el cuerpo, con una mayor densidad del tórax hacia arriba. A su vez, las glándulas sudoríparas pueden ser divididas en ecrinas y apocrinas.

Las glándulas ecrinas, encargadas de producir el sudor compuesto de agua, sal, proteínas, aminoácidos, urea ácido láctico, están localizadas por todo el cuerpo, pero especialmente en la cabeza, las axilas y las palmas de las manos y de los pies.

Las glándulas apocrinas, por su parte, se encuentran también distribuidas por todo el cuerpo, pero con una mayor densidad en las axilas y en la región púbica. Estas se encargan de producir sudor compuesto principalmente de agua, lípidos y proteínas, y se ha hipotetizado que juegan un rol en la producción de feromonas humanas.

### **SEMIOQUIMICO**

Son compuestos químicos involucrados en la transferencia de información entre organismos.

Los insectos son sensibles a las sustancias químicas presentes en el ambiente, principalmente aquellas que los ayudan a localizar a su pareja, las feromonas, o las kairomonas claves para seleccionar sus hospederos<sup>18</sup>; estos semioquímicos pueden funcionar como atrayentes o como repelentes y actúan como mensajeros dentro o entre especies.

#### **Ilustración 5 Ejemplo de liberación de semioquímico (feromona).**



---

<sup>18</sup> PAIXÃO, S., et al. Volatile semiochemical-conditioned attraction of the male yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*, to human hosts, *40*(1), 1–7. 2014

Con base en este principio natural de atracción, que muestra la mediación entre el vector y el ser humano como emanante de compuestos atrayentes, se formuló un cebo sintético que se pudiera desarrollar como producto comercial e imitara el efecto proporcionado en la naturaleza por los semioquímicos.

Para la formulación de este cebo, se realizó una búsqueda de semioquímicos que atrajeran a la hembra de la especie en períodos específicos de su ciclo de vida (imago y grávida)\* como se ve en las ilustraciones 6 y 7, además de las concentraciones a las cuales esta especie podía ser atraída sin llegar a generar una acción de repelencia (Anexo B).

---

\* IMAGO: Estado del ciclo de vida de la hembra mosquito en el que necesita alimentarse de sangre para producir huevos. GRAVIDA: Estado de la hembra en que está alimentada con sangre y se dispone a depositar huevos

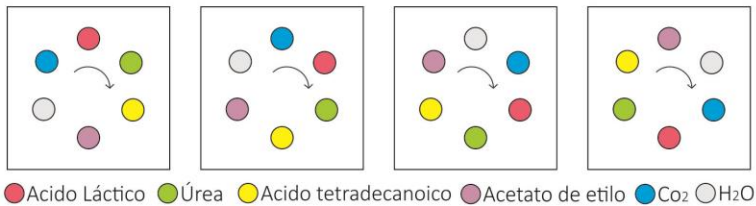
## Ilustración 6 Metodología prueba de oviposición.

### Materiales:

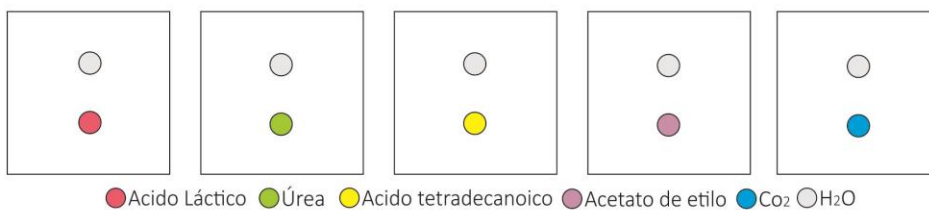
- Compuestos
  - Compuesto 1: Acido Láctico
  - Compuesto 2: Úrea
  - Compuesto 3: Acido tetradecanoico
  - Compuesto 4: Acetato de etilo
  - Compuesto 5: CO<sub>2</sub>
  - Control: H<sub>2</sub>O
- Jaula 70x70cm
- Recipiente oscuro
- Vasos desechables
- 10 hembras *Stegomyia aegypti* 7 días después de alimentadas

### Prueba: Oviposición

- Prueba competitiva
- Rotación en sentido horario.
- Duración: 5 días
- Replicas: 3



- Prueba Individual
- Rotación en sentido horario.
- Duración: 5 días
- Replicas: 3



Compuestos de mayor atracción en prueba:

● Úrea ● Acetato de etilo

## Ilustración 7 Metodología prueba de atracción hematófaga

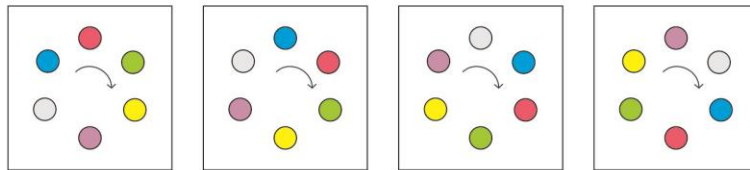
### Materiales:

- Compuestos
  - Compuesto 1: Acido Láctico
  - Compuesto 2: Úrea
  - Compuesto 3: Acido tetradecanoico
  - Compuesto 4: Acetato de etilo
  - Compuesto 5: CO<sub>2</sub>
  - Control: H<sub>2</sub>O
- Jaula 70x70cm
- Trampa Hometrap
- Vasos desechables
- 10 hembras *Stegomyia aegypti* en etapa de imago.

### Prueba: Atracción

#### Prueba competitiva

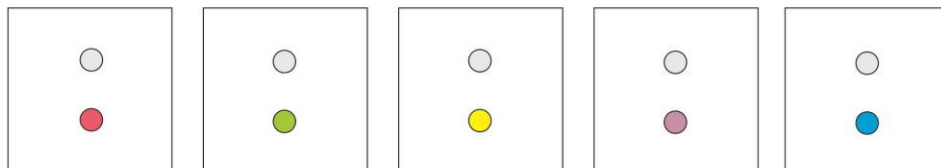
- Rotación en sentido horario.
- Duración: 1 día
- Replicas: 3



● Acido Láctico ● Úrea ● Acido tetradecanoico ● Acetato de etilo ● Co<sub>2</sub> ○ H<sub>2</sub>O

#### Prueba Individual

- Rotación en sentido horario.
- Duración: 1 día
- Replicas: 3



● Acido Láctico ● Úrea ● Acido tetradecanoico ● Acetato de etilo ● Co<sub>2</sub> ○ H<sub>2</sub>O

Compuestos de mayor atracción en prueba:

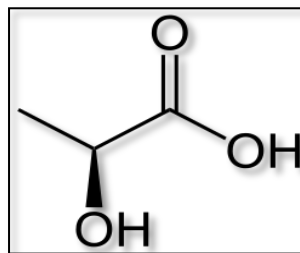
● Acido Láctico ● Úrea

Estos compuestos seleccionados aparecen a continuación y los resultados se evidencian en el (Anexo C):

- **Ácido láctico**

|                        |                           |
|------------------------|---------------------------|
| Fórmula:               | $C_3H_6O_3$               |
| Viscosidad:            | $40,33 \text{ mNsm}^{-2}$ |
| Densidad:              | 1,249                     |
| Constante dieléctrica: | $22\epsilon$              |

**Ilustración 8 Estructura química Ácido Láctico.**



Es un compuesto químico con estructura química mostrada en la ilustración 8 que desempeña importantes roles en varios procesos bioquímicos como la fermentación láctica. También presente en diferentes procesos químicos del ser humano, uno de estos en la boca producido por las bacterias *lactobacillus*, al ejercitarse donde se produce una liberación de lactato que evita la rotura muscular por fatiga y un intenso dolor<sup>19</sup>.

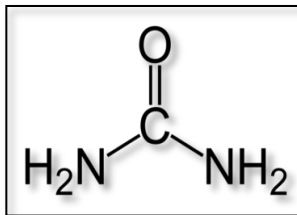
---

<sup>19</sup> WILLIAMS, Op. Cit.

- **Úrea**

|                     |                                 |
|---------------------|---------------------------------|
| Fórmula:            | CON <sub>2</sub> H <sub>4</sub> |
| Acidez:             | 0.18 pKa                        |
| Densidad:           | 1.34 g/cm <sup>3</sup>          |
| Solubilidad en agua | 480 g/L a 20 °C (68 °F)         |

**Ilustración 9 Estructura química Urea.**



Fuente: Biología. Disponible en: [biologia.laguia2000.com](http://biologia.laguia2000.com)

Es un compuesto químico orgánico producido a partir de la metabolización de las proteínas y la degradación de elementos con nitrógeno, identificado con la estructura química mostrada en la ilustración 9. Está presente en la orina, materia fecal, semen y linfa, entre otros fluidos. También en huesos, pulmones, hígado y corazón<sup>20</sup>.

Es utilizada para producir resinas, plásticos, tintas cosméticos y adhesivos entre otros productos, además de fertilizante en su gran mayoría, para utilizarse en complemento alimenticio ganadero para formar proteínas.

---

<sup>20</sup> BERNIER, U. R., KLINE, D. L., & POSEY, K. H. Insect Repellents: Principles, Methods, and Uses, 77–100. 2006

#### 4. ESTADO DEL ARTE.

En esta etapa se realizó un análisis de los principales productos que existen y compiten en el mercado mundial, para mirar ventajas, desventajas, conformación formal y funcional del producto. A continuación, se estudiaron productos de tres empresas líderes mundialmente en el mercado de atrayentes sintéticos y trampas para mosquitos, estas empresas son BIOGENTS de Alemania, SITITEK de Rusia y WOODSTREAM CORP de Estados Unidos. Posteriormente se realizó un análisis de diseño de los productos seleccionados, enunciando las conclusiones del estado del arte.

**Nombre del atrayente:** Bg-Lure

**Empresa que lo fabrica:** Biogents

**País de fabricación:** Alemania

**Precio:** 55€ / 183.200 COP

**Duración:** 5 meses

**Descripción:** Este cebo está compuesto de una combinación de químicos y sustancias olorosas que emite la piel humana como el ácido láctico, amoniaco, acido grasos en especial el ácido caproico, en una combinación patentada.

**Ilustración 10 Atrayente: Bg-Lure 1.**



**Ilustración 11 Componentes Bg-Lure 1.**



El Bg-Lure viene en una presentación conformada por tres partes (ilustración 10 y 11), la primera se encuentra en estado líquido dentro de una manguera, las otras dos se presentan en estado semisólido en dos tipos de gel con diferente densidad; estas partes se reúnen en una bolsa de malla dentro de un empaque sellado herméticamente para evitar la activación de los compuestos.

Está diseñado para mosquitos antropofílicos, y al combinarse con el CO<sub>2</sub> aumenta la captura del *Aedes (Stegomyia) aegypti*<sup>21</sup>

La conformación inicial del atrayente Bg Lure, presenta una carencia estructural en el diseño debido a la falta de coherencia formal, este producto está compuesto por tres elementos mostrados en la ilustración introducidos en una malla, que exponen al usuario a sustancias no tóxicas, pero poco agradables en sensación.

Las dimensiones del producto son exageradas para situarlas en una trampa más pequeñas, incluso en la Bg Sentinel el atrayente no encaja de la mejor manera.

Esta versión del BG LURE fue probado por el CINTROP tanto en campo como en laboratorio obteniendo resultados positivos en captura.

En la preparación de estos experimentos se evidencia la dificultad de seccionar el atrayente para distribuirlo en trampas más pequeñas.

**Nombre del Atrayente:** Bg-Lure (Última versión).

**Empresa que lo fabrica:** Biogents

**País de fabricación:** Alemania

**Precio:** 36.30€ / 119.800 COP

**Duración:** 5 meses

**Descripción:** Este producto se presenta en un cartucho de plástico con unas ranuras en cada compartimiento (Ilustración 13) para permitir la liberación de los compuestos de una manera controlada. Este sistema contiene las mismas sustancias de la anterior versión: ácido láctico, amoníaco, y ácido grasos, en una presentación granular (Ilustración 12 y 13). Esta nueva adaptación encaja en la

---

<sup>21</sup> AG BIOGENTS. Atrayentes comerciales marca BIOGENTS. 2012. Disponible en: <http://biogents.com/cms/website.php?id=/de/home.htm>

trampa Bg- Sentinel (Ilustración 16) diseñada por la misma compañía Biogents lo que permite una manipulación mejor del atrayente<sup>22</sup>

**Ilustración 12 Atrayente Bg-Lure 2.**



**Ilustración 13 Bg-Lure 2**



---

<sup>22</sup> AG BIOGENTS. *The new BG-Lure cartridge with improved emission profile Handling of the new BG-Lure cartridge.* 2015

El sistema viene en granulos diferenciados por color y divididos por una pared dentro de un cilindro, este volumen y tamaño es difícil de posicionar en la trampa Hometrap<sup>R</sup>.

Al intentar dividir en porciones el atrayente, se dificulta debido al tamaño de los gránulos contenidos en el bg lure.

El precio de este atrayente es excesivo de acuerdo con la población objetivo del proyecto.

**Trampa en la que se usa: BG-Sentinel**

**Diseño:** Ilustración 14

**Características de la trampa:**<sup>23</sup>

- Fácil montaje y diseño emergente.
- Resistente y con cubierta fácil de limpiar.
- Embudo de admisión con obturador.
- Conectores a prueba de agua.
- Nueva boquilla de CO<sub>2</sub>.
- Materiales más resistentes y robustos.

**Precio de la trampa:** 214,50 €/ 707.850 COP

**Ilustración 14 Trampa BG-Sentinel**



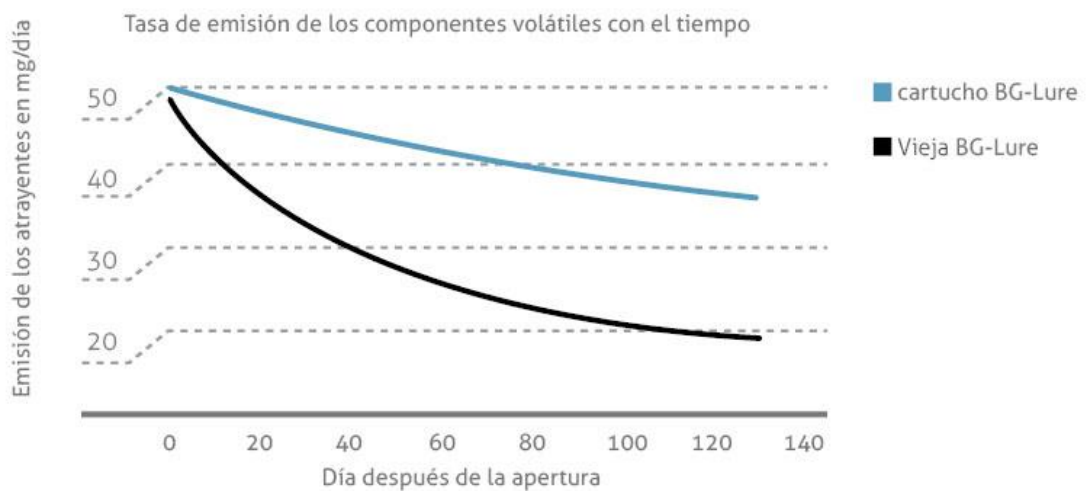
<sup>23</sup> AG BIOGENTS. 2012. Op. Cit.

### Ilustración 15 Colocacion del Bg-Lure en Bg-Sentinel.



### Comparación de las versiones de Bg-Lure.

### Ilustración 16 Tasa de emisión de los componentes volátiles del Bg-Lure.



La anterior grafica (ilustración 16) tomada de manuales de la empresa Biogents™ representa el perfil de emisión mejorado en la segunda versión del Bg-Lure tomando como referencia la primera, ya que tiene una tasa de emisión que proporciona un porcentaje de captura de mosquitos constante en un lapso de tiempo más largo<sup>24</sup>.

<sup>24</sup> Ibid

**Nombre del Atrayente:** Sweetscent

**Empresa que lo fabrica:** Biogents

**País de fabricación:** Alemania

**Precio:** 17.90€ / 59.100 COP

**Duración:** 2 meses

**Descripción:** Este producto está compuesto por una combinación de sustancias que se encuentran en la piel humana no tóxicas (combinación patentada).

Se presenta en tres paños de tela absorbente (ilustración 17), impregnados de un líquido que imita los compuestos presentes en el sudor humano, este es especialmente atractivo para *Aedes albopictus*, que se pueden capturar sin la presencia de dióxido de carbono, estos dispensadores permeables garantizan una liberación retardada de manera óptima del aroma que emite.

**Ilustración 17 Atrayente: Sweetscent 1.**



## Ilustración 18 Atrayente: Sweetscent 2.



**Nombre del Atrayente:** Sweetscent (Nueva versión)

**Empresa que lo fabrica:** Biogents

**País de fabricación:** Alemania

**Precio:** 16€ / 52.800 COP

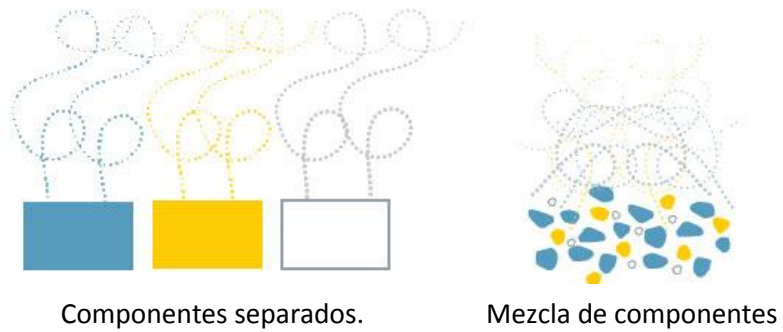
**Duración:** 2 meses

**Descripción:** Esta versión consiste en una almohadilla (Ilustración 19) rellena con los tres componentes atractivos de la anterior presentación en forma granular (Ilustración 18), mezclados en un mismo empaque, lo que hace que se asemeje las emisiones de la piel humana, en la ilustración 21 se muestra de forma gráfica la diferencia de emisiones en las dos versiones del sweetscent los componentes por separado y en mezcla, su envoltura impermeable ayuda a proteger de la luz, humedad y lluvia los compuestos buscando mantener la duración y no verse afectada por agentes externos.

**Ilustración 19 Sweetscent 2.**



**Ilustración 20 Diferencia de emisión entre Sweetscent 1 y 2.**



Fuente: BIOGENTS Ibérica. Disponible en: <http://www.biogentsiberica.com/>

**Ilustración 21 Trampa: BG-Mosquitaire**



## Trampa en la que se usa: BG- Mosquitaire

**Diseño:** Ilustración 21

### Características de la trampa:

- Hecha de plástico resistente
- Requiere el dióxido de carbono
- No requiere de propano, butano u otros gases inflamables.
- De bajo consumo y segura: 12 V y 4 W.
- Las tasas de captura más altas.
- Especificidad: No daña insectos beneficiosos como son *lepidópteros* (mariposas), *himenópteros* (abejas) o *coleópteros* (mariquitas).
- Respetuosa con el medio ambiente: No usa insecticidas
- Requiere poco cuidado y mantenimiento.

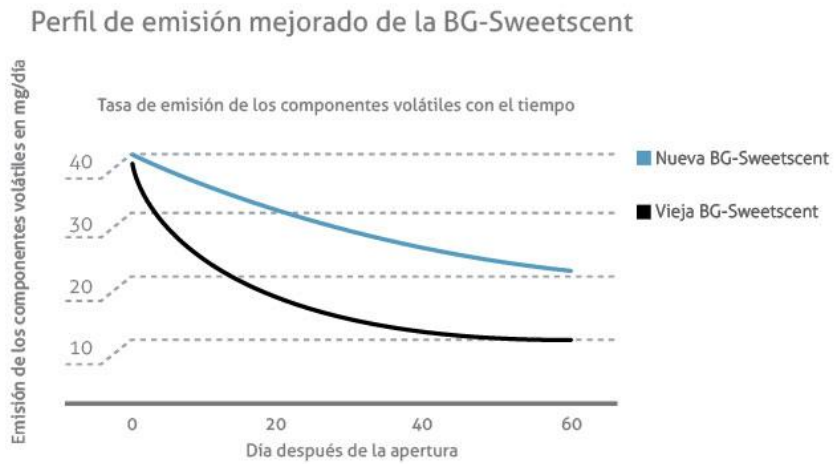
### Ilustración 22 Colocación Sweetscent en BG-Mosquitaire.



**Precio de la trampa:** 170 €/ 561.000 COP

### Comparación de las versiones de Bg-Sweetscent.

### Ilustración 23 Tasa de emisión de los componentes volátiles del Sweetscent.



Fuente: BIOGENTS Ibérica. Disponible en: <http://www.biogentsiberica.com/>

En la ilustración 23 se presenta el gráfico del perfil de emisión mejorado de la versión nueva del Sweetscent respecto a la anterior versión.

### Ilustración 24 Atrayente: R-Octenol



**Nombre del Atrayente:** R-Octenol

**Empresa que lo fabrica:** Mosquito Magnet

**País de fabricación:** Estados Unidos

**Precio:** \$33.00 / 95.700 COP

**Duración:** 30 días

**Descripción:** R-octenol es un atrayente secundario que imita la respiración humana, por sí solo no se considera atrayente, necesita de la trampa Mosquito Magnet Ejecutivo que calienta el dióxido de carbono y al mezclarse con este hace efectiva la atracción y captura del mosquito.

Este cebo se presenta en una almohadilla de alta densidad impregnada del líquido con la formulación atrayente en un recipiente sellado herméticamente (Ilustración 24), para activarlo, se retira el foil de la base y se inserta a la trampa con el recipiente (Ilustración 25) para no tener contacto con el compuesto<sup>25</sup>.

#### **Ilustración 25 Colocacion R-Octenol.**



---

<sup>25</sup> WODSTREAM. catalog 2016 woodstream corp, 72. 2016

### **Ilustración 26 Atrayente: Lurex 3.**



**Nombre del Atrayente:** Lurex 3

**Empresa que lo fabrica:** Mosquito Magnet

**País de fabricación:** Estados Unidos

**Precio:** \$56.00 / 162.400 COP

**Duración:** 21 días

**Descripción:** Este atrayente imita los olores naturales de la piel humana en una mezcla líquida absorbida en almohadillas que se encuentran dentro de un tubo elaborado en un polímero con unas aberturas (ilustración 26) que permiten una liberación controlada de la emisión de los compuestos al ambiente, el diseño de este dispositivo está adaptado en la parte superior para ser introducido dentro de una cavidad de la trampa Mosquito Magnet Ejecutivo (ilustración 27), la efectividad de este señuelo tiene una mayor garantía al combinarse en la trampa con el atrayente E-Octenol<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> ULRICH BEIRNER, D. K. S. A. Laboratory Evaluation of Lactic Acid on Attraction of Culex spp . ( Diptera : Culicidae ) Laboratory evaluation of lactic acid on attraction of Culex spp . ( Diptera : Culicidae ), 35(2), 318–324. 2010

### Ilustración 27 Colocación Lurex 3.



**Trampa en la que se usa:** Mosquito Magnet ejecutivo

**Diseño:** Ilustración 28

**Características de la trampa:**

- Ofrece 5 diferentes opciones de configuración fáciles de usar.
- Especialmente diseñada para maximizar el flujo de aire continuo.
- Ideal para grandes astilleros - protege hasta 1 acre
- Funciona las 24 horas del día para un rendimiento óptimo.
- Silenciosa, sin olor, el rendimiento de todo tipo de clima.
- Fácil de mantener. Se vuelve a llenar el tanque de propano y vuelve a colocar el cartucho atrayente, cada 21 días.
- Panel frontal LCD ofrece un mejor diagnóstico y configuración fáciles de usar.
- Atrae y capta los mosquitos y otros insectos que pican.
- Dispone de los modos de ahorro de combustible inteligente y un diseño inalámbrico<sup>27</sup>.

**Precio de la trampa:** \$ 749,99 / 2.174.971 COP

---

<sup>27</sup> JERNVERK, D., & THERMOVISION, A. G. A. mosquito magnet catalog. 2016

## Ilustración 28 Trampa Mosquito Magnet.



**Nombre del Atrayente:** Octenol

**Empresa que lo fabrica:** SITITEK

**País de fabricación:** Rusia

**Precio:** 990 RUB / 162.400 COP

**Duración:** de 15 a 20 días

**Descripción:** Este cebo atrae a los mosquitos por medio de una sustancia que emite un olor simulando la piel humana y pelo animal impregnado en una fibra sintética (Ilustración 29).

El empaque de este atrayente presenta 4 salientes las cuales se cortan para activar las sustancias en el ambiente, este dispositivo se introduce en la trampa como se indica en la Ilustración 30<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> SITITEK. Representación en Rusia marca SITITEK. 2013b Disponible en: <http://www.sititek.ru/unichtozhiteli-komarov/>

**Ilustración 29 Atrayente: Octenol.**



**Ilustración 30 Colocación del Octenol.**



**Trampa en la que se usa:** Mosquito MV-01

**Diseño:** Ilustración 31

**Características de la trampa:**

- Atrae a los insectos a la luz ultravioleta, calor, dióxido de carbono y el olor del atrayente.
- Proceso foto catalítico, ayuda a limpiar el aire de bacterias.
- Ventilador incorporado aumenta significativamente la eficiencia del dispositivo.
- La luz ultravioleta realiza la función de una lámpara en la oscuridad.

**Precio de la trampa:** 3990.00 RUB/ 180.242 COP

### Ilustración 31 Trampa: Mosquito MV-01.



#### 4.1. ANALISIS DEL ESTADO DEL ARTE.

- Los atrayentes están diseñados especialmente para el funcionamiento en las trampas BG-Sentinel, Mosquito Magnet y Mosquito MV-01, fabricadas por cada empresa (BIOGENTS, WOODSTREAM CORP y SITITEK) respectivamente, lo que hace que la eficiencia de los atrayentes en otras trampas disminuya debido a características específicas de las trampas.
- Las trampas estudiadas, contienen características adicionales que mejoran el funcionamiento del atrayente, sus características son: CO<sub>2</sub>, Luz ultravioleta, dispersión de aire y succionador. Estas propiedades necesitan de elementos adicionales como, tanques y alimentación eléctrica de la trampa lo que aumenta los costos. En el caso de BG-Sentinel es la liberación de CO<sub>2</sub> que ayuda a la dispersión de los compuestos<sup>29</sup> y el uso de un sistema de ventilación que dispersa los compuestos y mejora la captura.

---

<sup>29</sup> OWINO, E. A., et al. An improved odor bait for monitoring populations of *Aedes aegypti* -vectors of dengue and chikungunya viruses in Kenya, 1–13. 2015. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s13071-015-0866-6>

- Algunos de los atrayentes como BG-Lure y Sweetscent que están diseñados para las trampas de su empresa de fabricación, en este caso BG-Sentinel, son muy grandes para ser usadas en otro tipo de trampas como la Hometrap o la Gravitrap, por lo tanto, se tiene que dividir el atrayente en porciones.
- El alto índice de captura en las trampas por parte de los productos atrayentes en el mercado, incluye todo tipo de especies de las cuales muchos no son vectores lo cual no es ambientalmente correcto.
- El lenguaje de uso de la primera versión de cada uno de estos productos es muy confuso, ya que va dirigido a personas expertas en el tema, que tengan un gran conocimiento en estos tipos de producto, lo que hace difícil que cualquier otro tipo de usuario que necesite un producto de estos, entienda fácilmente su manipulación.
- El precio de las trampas líderes del mercado oscila entre \$180.000 y \$2'000.000, para cada trampa se debe comprar un atrayente con precios que están entre \$50.000 y \$170.000, este atrayente debe ser cambiado en periodos de tiempo indicados según la formulación de cada empresa variando entre 15 y 150 días,
- Para América latina, los precios de los atrayentes son elevados teniendo en cuenta el poder adquisitivo de la mayoría de la población y las regiones en las que prolifera el vector. Siendo estos atrayentes existentes, productos de corta vida útil.
- Los atrayentes analizados son productos importados que requieren costos adicionales debido a su producción fuera del país, su tiempo de entrega está atado al pedido y la empresa transportadora.

## **5. DEFINICIÓN DE USUARIO**

Personas dedicadas al estudio de vectores y las enfermedades que transmiten (dengue, chikungunya y zika).

Personas mayores de edad, sin restricción de género y estrato que habiten en zonas que registren la presencia del vector.

## **6. RESTRICCIÓN, REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS**

Para llevar a cabo esta fase del proyecto, fue necesario identificar las necesidades que presentaron los clientes o usuarios del atrayente como producto del mercado, conocer su experiencia, cuales ventajas y desventajas identificaron así como sus aspiraciones para un nuevo producto.

Para esto se elaboró una encuesta con preguntas abiertas (Anexo D), donde se permite que los usuarios respondan de acuerdo a la experiencia de cada uno de ellos. Esta indagación se realizó con base en 5 encuestas a usuarios de este tipo de productos, los cuales los han sometido a prueba en diferentes regiones de Colombia.

Posteriormente se realizó un listado de especificaciones objetivo, usado como los requerimientos de diseño y las restricciones del proyecto.

### **6.1. RESTRICCIÓN**

El atrayente se desarrolló para ser utilizado en las trampas HOMETRAP y GRAVITRAP, diseñadas y fabricadas en la Universidad Industrial de Santander, las cuales por su fabricación son de bajo costo, lo que muestra el enfoque social del proyecto, sin embargo no se descarta el uso del atrayente en trampas comerciales. Debido a esto se hizo una propuesta con las siguientes restricciones:

- No hacer uso de ningún sistema eléctrico o electrónico.
- Materia prima disponible fácilmente.
- Fabricación disponible en bajo costo.

En este trabajo se propuso el desarrollo del producto hasta una versión de prueba preliminar con el usuario, quedando propuesto el prototipo del dispositivo. Faltando la verificación de duración máxima del atrayente en uso.

## 6.2. REQUERIMIENTOS Y PARAMETROS

Para la formulación de los requerimientos se enumeraron las necesidades del cliente en relación con las métricas del producto, en una matriz de necesidad-métricas, donde cada necesidad se relacionó con cierta cantidad de métricas, o características que el producto debía tener para dar satisfacción a las necesidades que los clientes manifestaron, posteriormente se seleccionaron los requerimientos de diseño que delimitaron el proyecto y su parámetro de referencia.

**Tabla 1 Matriz de necesidades básicas.**

| <i>Necesidad</i>                   | <i>Métrica</i> | Costo unitario de manufactura | Dimensiones de envase. | Cantidad de material de compuestos. | Porcentaje de atracción. | Volumen total. | Volumen atrayente en transporte. | Tiempo de fabricación. | Material de envase. | Tipo de agarre. | Tipo de colocación en trampa. | Tipo de aislamiento. | Forma de transporte de compuesto. | Material de transporte de compuesto. |
|------------------------------------|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| El costo debe ser asequible.       |                | x                             |                        |                                     |                          | x              |                                  | x                      | x                   |                 |                               |                      | x                                 |                                      |
| Se puede usar en cualquier trampa. |                |                               | x                      |                                     |                          | x              |                                  |                        |                     | x               | x                             |                      |                                   |                                      |
| Que atraiga muchos mosquitos.      |                |                               |                        |                                     | x                        |                |                                  |                        |                     |                 |                               |                      |                                   |                                      |
| Conservar los compuestos al        |                |                               |                        |                                     |                          |                |                                  |                        |                     |                 |                               | x                    |                                   |                                      |

| <i>Necesidad</i>  | <i>Métrica</i> | Costo unitario de manufactura | Dimensiones de envase. | Cantidad de material de compuestos. | Porcentaje de atracción. | Volumen total. | Volumen atrayente en transporte. | Tiempo de fabricación. | Material de envase. | Tipo de agarre. | Tipo de colocación en trampa. | Tipo de aislamiento. | Forma de transporte de compuesto. | Material de transporte de compuesto. |
|---|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------------|----------------|----------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| ambiente.   |                |                               |                        |                                     |                          |                |                                  |                        |                     |                 |                               |                      |                                   |                                      |
| La evaporación no debe ser tan rápida.                      |                |                               |                        |                                     |                          |                |                                  |                        |                     |                 |                               |                      | x                                 | x                                    |
| Que sea de fácil reemplazo.                                 | x              |                               |                        |                                     |                          |                |                                  | x                      | x                   |                 |                               |                      |                                   |                                      |
| No debe haber contacto directo con sustancias químicas.     |                |                               | x                      |                                     |                          | x              | x                                |                        |                     |                 |                               | x                    |                                   |                                      |
| Que sea de fácil agarre para poner dentro de las trampas.   |                | x                             |                        |                                     |                          | x              |                                  |                        |                     | x               | x                             |                      |                                   |                                      |
| Que la forma sea de fácil adaptación en diferentes trampas. |                | x                             |                        |                                     |                          | x              |                                  |                        |                     | x               | x                             |                      |                                   |                                      |
| Lenguaje de uso claro                                       | Cualitativa.   |                               |                        |                                     |                          |                |                                  |                        |                     |                 |                               |                      |                                   |                                      |

Como se mencionó al iniciar esta fase, los siguientes requerimientos surgieron del análisis de las necesidades de los usuarios y del estudio del estado del arte.

**Tabla 2 Listado de requerimientos y parámetros.**

| Numero | Requerimiento   | Parámetro   | Imp. | Unidad           |
|--------|---|---|------|------------------|
| 1      | Debe tener un costo competitivo tanto en el mercado local como en el mercado internacional, respecto de los precios en los atrayentes actuales. | Costo inferior a \$20.000 COP   | 4    | CO\$             |
| 2      | El producto debe permitir su colocación en la mayoría de trampas comerciales.   | Medida máxima:<br>8cm de ancho<br>5 cm de profundidad<br>3 cm de altura.  | 3    | Cm               |
|        | El producto final debe aumentar el porcentaje de captura de la trampa HOMETRAP en laboratorio.  | El porcentaje de captura debe ser significativo frente al 56% del BG LURE (Pombi et al., 2014), por lo tanto debe estar en un mínimo de 30% porcentual. |      | No. de mosquitos |
| 4      | Debido a la característica de fermentación de algunos compuestos, estos se deben conservar a temperatura ambiente.                              | Duración mínima de 15 días en su radio de acción.   | 5    | Días.            |
| 5      | Los compuestos deben tener una evaporación controlada.  | La evaporación del compuesto tiene que mantener un crecimiento constante en su curva de ascenso mediante análisis de pérdida de porcentaje de humedad.  | 4    | % humedad/min    |
| 6      | Los materiales del producto deben ser asequibles a nivel local.   | Costo máximo de producción \$COP  | 4    | CO\$             |
| 7      | El atrayente debe estar aislado del contacto con la piel del usuario.   | Permeabilidad menor a 282,11 para CO <sub>2</sub> y 70,53 para O <sub>2</sub> (Poliméricas, La, & Artés, 2016)  | 5    | [amol/(m•s•Pa)]  |

## **ETAPA CREATIVA**

En esta etapa se dio mente abierta al proceso de diseño, donde se inició la conceptualización del producto, alternativas de concepto formal, selección y evaluación de estas alternativas y elaboración de un prototipo para pruebas con usuarios. Seguido se seleccionaron los materiales de transporte de los semioquímicos y sus procesos de fabricación.

## 7. ALTERNATIVAS FORMALES DEL DISPOSITIVO DE LIBERACIÓN.

Con base en una lluvia de ideas se desarrolló una serie de bocetos, que tuviera en cuenta los parámetros y requerimientos planteados en la etapa analítica del proyecto, esto llevó a proponer unos cambios buscando mejoras de estas propuestas que se presentaron más adelante como generación de conceptos y se evidenciaron en modelos 3D con una descripción individual.

### 7.1 GENERACIÓN DE CONCEPTOS

#### **CONCEPTO 1: Sistema tapa rosca**

Esta alternativa está compuesta de dos piezas, una base que divide los compuestos, y contiene un adhesivo en la parte inferior para fijar el envase a la trampa, y una tapa con una rosca de vuelta y media que destapa el usuario después de fijar la base.

Esta alternativa está compuesta de dos piezas, una base que divide los compuestos, y contiene un adhesivo en la parte inferior para fijar el envase a la trampa, y una tapa con una rosca de vuelta y media que destapa el usuario después de fijar la base.

Medidas del dispositivo:

Diámetro: 3cm

Espesor base: 0,7cm

Espesor tapa: 1 cm

Ilustración 32 Boceto 1 tapa rosca.

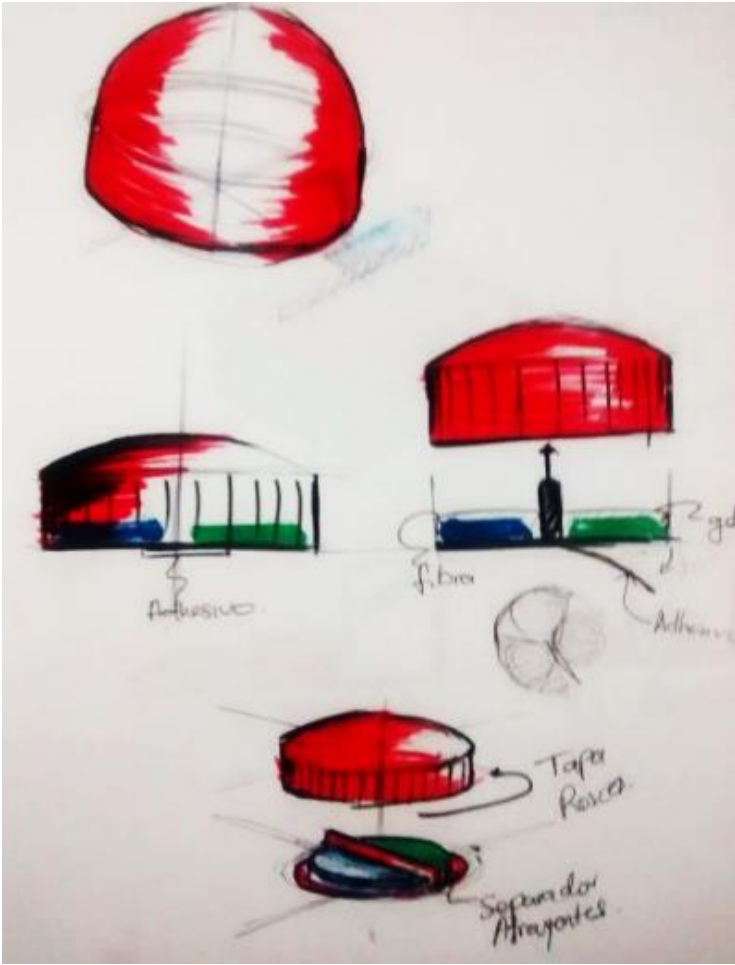
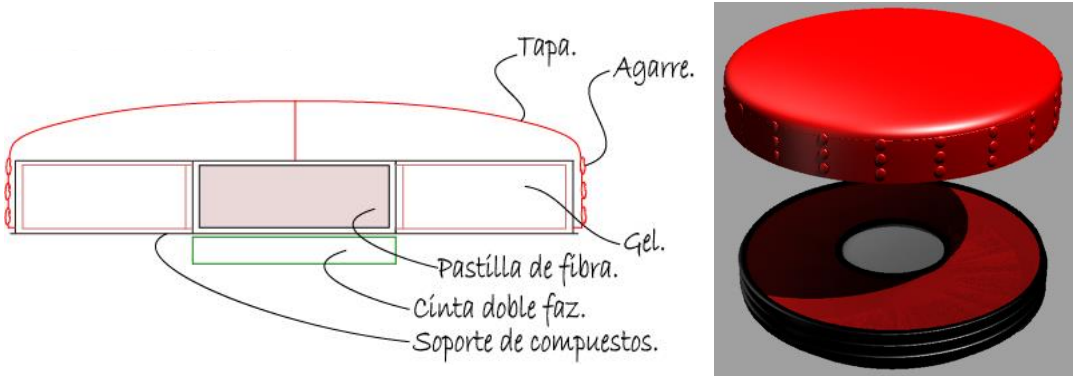


Ilustración 33 Concepto 1 Dispositivo de liberación



## CONCEPTO 2: Sistema cinta

Esta alternativa está compuesta de dos partes semicirculares que se desprenden al insertar el dedo en la base y libera un adhesivo en la parte inferior de la base dejando posicionados los compuestos. En el boceto se evidencia el mecanismo con una variación formal.

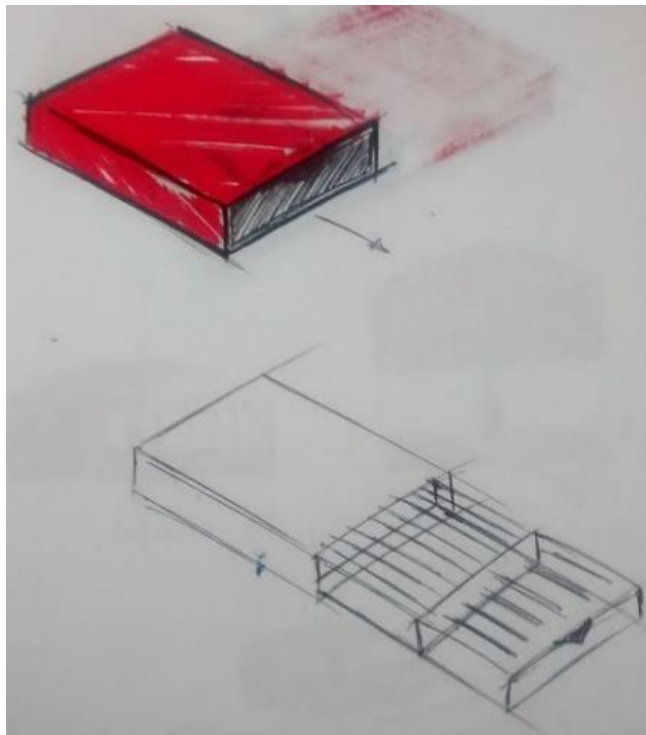
Medidas del dispositivo:

Ancho: 2,5cm

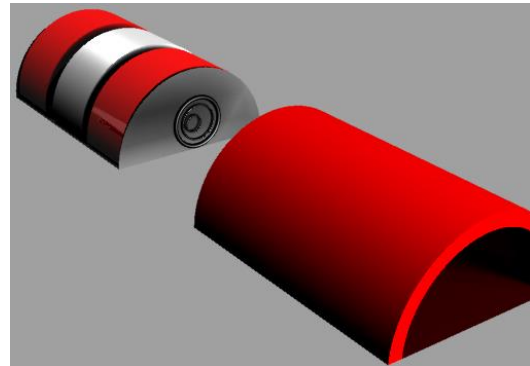
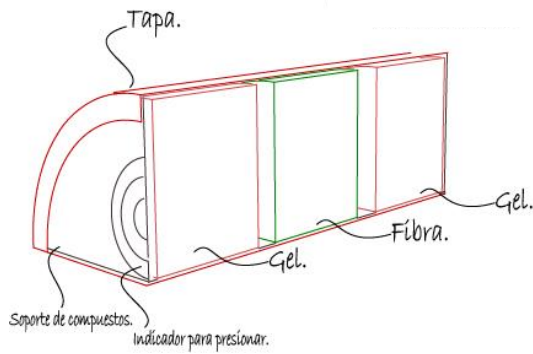
Profundidad: 4cm

Altura: 1,5cm

### Ilustración 34 Boceto 2 sistema cinta.



### Ilustración 35 Concepto 2 Dispositivo de liberación



### CONCEPTO 3: Sistema caja

Esta alternativa es una variación formal de la alternativa anterior imitando el sistema, dejando a evaluación formal por parte del equipo de diseño.

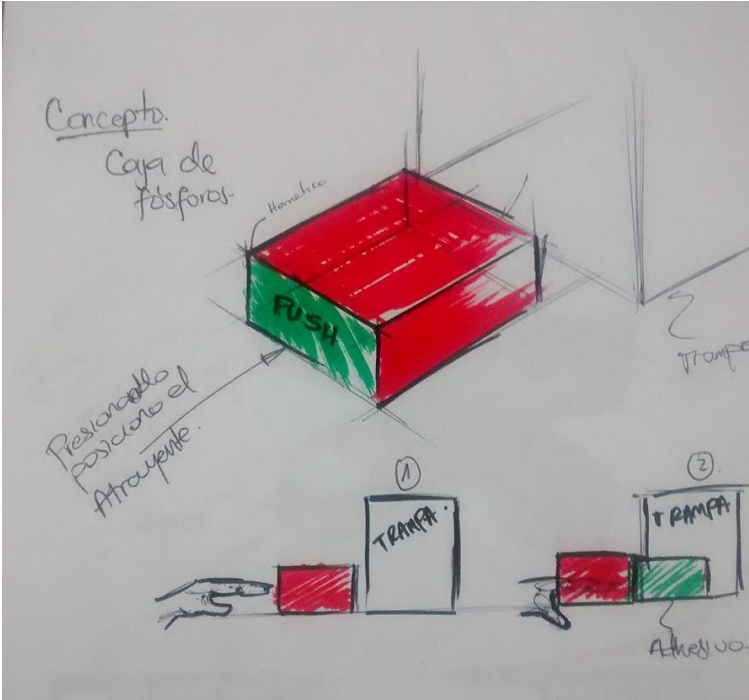
Medidas del dispositivo:

Ancho: 2,5cm

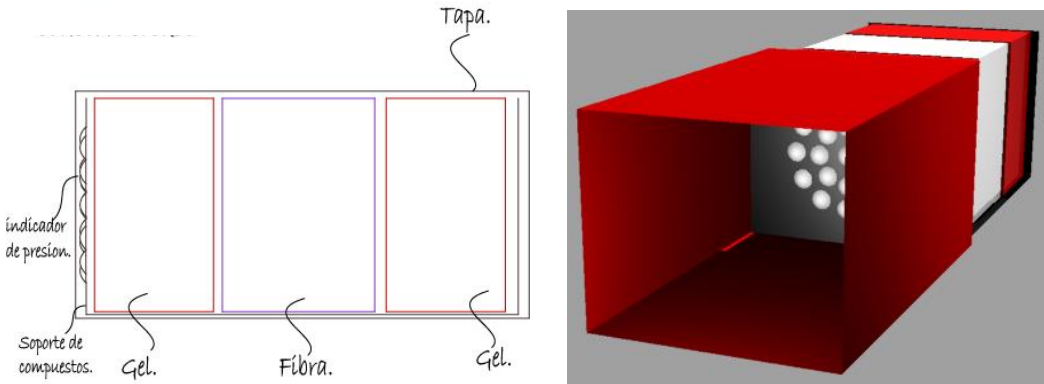
Profundidad: 3cm

Altura: 1 cm

**Ilustración 36 Boceto 3 sistema caja**



**Ilustración 37 Concepto 3 Dispositivo de liberación**



#### CONCEPTO 4: Sistema pastillero

Esta alternativa está compuesta por dos partes, una base termoformada y dividida en tres secciones que dividen los compuestos y sellada con un foil de aluminio que impermeabiliza el contenido. El adhesivo está presente en la parte superior de la tapa del foil.

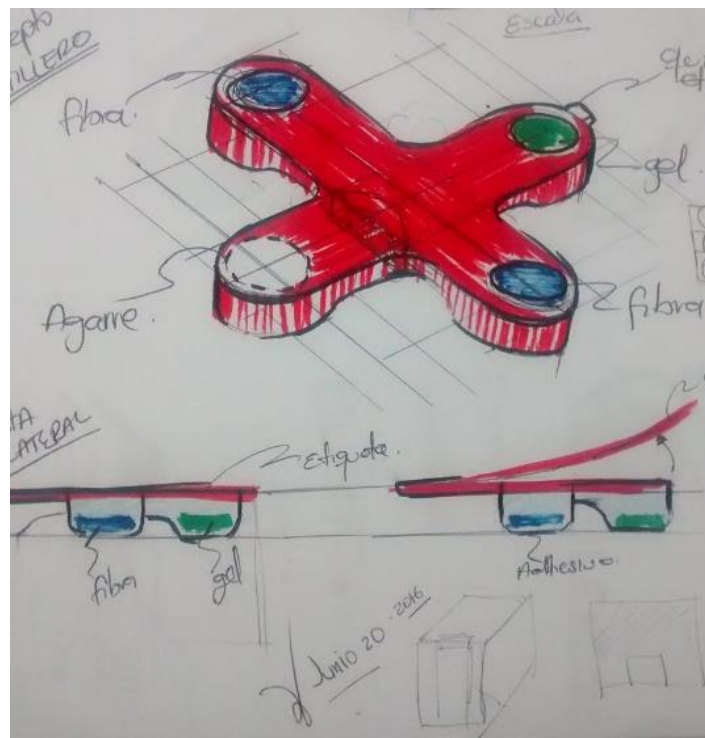
#### Medidas del dispositivo:

Ancho: 3,5cm

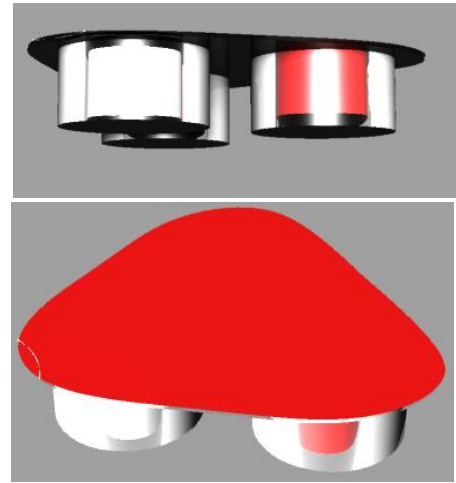
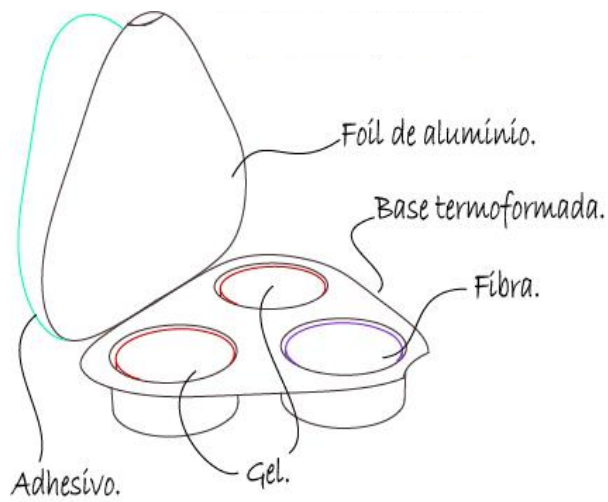
Profundidad: 3,5cm

Altura: 1 cm

#### Ilustración 38 Boceto 4 sistema pastillero



### Ilustración 39 Concepto 4 Dispositivo de liberación



### CONCEPTO 5: Sistema triangulo

La alternativa 5 es una variación formal de la alternativa anterior, donde se colocan los compuestos en una misma cavidad. Con el mismo sistema de fijación del anterior.

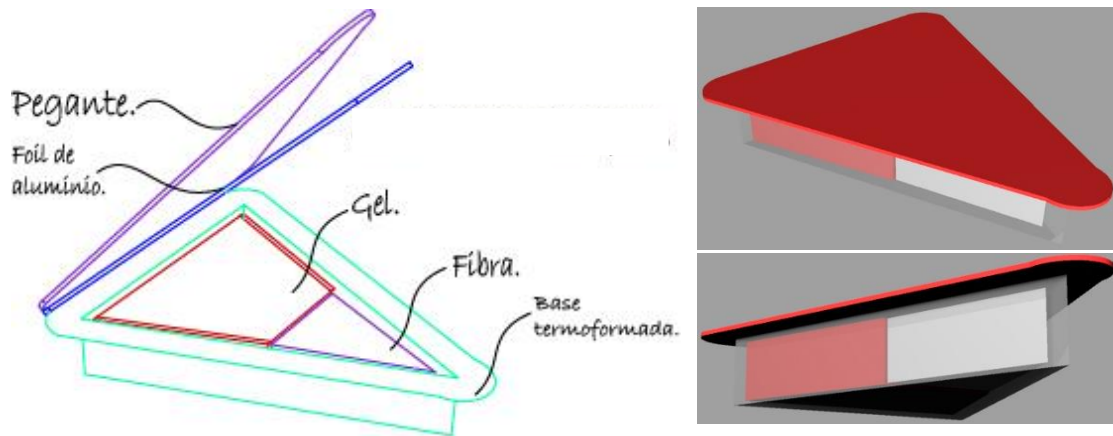
Medidas del dispositivo:

Ancho: 3cm

Profundidad: 3,5cm

Altura: 1 cm

## Ilustración 40 Concepto 5 Dispositivo de liberación



## 7.2. MODELOS FUNCIONALES.

Se elaboraron modelos funcionales de las alternativas con el fin de poder analizar dimensiones, formas, y facilidad de funcionamiento.

## Ilustración 41 Modelos funcionales del dispositivo



En la ilustración 42 se muestran los modelos 3D que se realizaron en cartón, para simular los conceptos presentados anteriormente, con los cuales se hicieron las pruebas de evaluación en las matrices de selección.

## **8. SELECCIÓN Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS.**

Para la selección de alternativas se realizaron dos matrices: matriz de selección de conceptos y matriz de evaluación de conceptos. En la primera se llevó a cabo un proceso de filtrado para seleccionar uno o dos conceptos a evaluar en la segunda.

Los pasos a seguir para el filtrado de conceptos son:

- Elaborar matriz de selección.
- Ponderar conceptos.
- Ordenar conceptos.
- Combinar y mejorar conceptos.
- Seleccionar uno o más conceptos.
- Reflexionar sobre los resultados.

### **8.1. MATRIZ DE SELECCIÓN Y MATRIZ DE EVALUACION DE CONCEPTOS.**

Después de haber planteado 5 tipos de conceptos, éstos se evaluaron en una matriz con criterios, basados en las necesidades del usuario compitiendo con el producto líder del mercado. En este caso el producto BG-Lure descrito en el estudio del estado del arte. Estos criterios se definieron de manera cuantitativa y cualitativa, colocando “+” si el concepto superaba en este criterio al líder, “0” si se igualaba y “-” si el concepto estaba por debajo del líder en este criterio.

**Tabla 3 Matriz de selección de conceptos.**

| Criterio  | Métrica                    | Conceptos           |                |               |                     |                    |         |
|---|----------------------------|---------------------|----------------|---------------|---------------------|--------------------|---------|
|   |                            | Sistema tapa rosca. | Sistema Cinta. | Sistema Caja. | Sistema Pastillero. | Sistema Triangulo. | BG-Lure |
| Facilidad de posicionamiento                    | Tamaño.                    | +                   | +              | +             | 0                   | 0                  | 0       |
| Durabilidad                                     | Tiempo.                    | 0                   | -              | -             | 0                   | 0                  | 0       |
| Facilidad de manufactura                        | No. de procesos.           | -                   | -              | -             | -                   | +                  | 0       |
| Seguridad, Aislamiento del usuario              | Descriptiva.               | +                   | -              | -             | +                   | +                  | 0       |
| Amigable con el medio Ambiente                  | Reciclable.                | 0                   | 0              | 0             | 0                   | 0                  | 0       |
| Costo de producción                             | No. de piezas.             | 0                   | -              | -             | -                   | 0                  | 0       |
| Facilidad de uso                                | No. de operaciones.        | +                   | 0              | 0             | -                   | +                  | 0       |
| Desperdicio de material                         | Tamaño, partes desechadas. | -                   | -              | -             | -                   | +                  | 0       |
| Facilidad de posicionamiento de los compuestos. | Descriptivo.               | +                   | 0              | 0             | -                   | -                  | 0       |
| Valor agregado                                  | Descriptivo.               | +                   | 0              | -             | -                   | -                  | 0       |
|   | Total +                    | 5                   | 1              | 1             | 1                   | 4                  | 0       |
|   | Total -                    | 2                   | 5              | 6             | 6                   | 2                  | 0       |
|   | Total 0                    | 3                   | 4              | 3             | 3                   | 4                  | 0       |
| Evaluación neta                                 |                            | 3                   | -4             | -5            | -5                  | 2                  |         |
| Lugar   |                            | 1                   | 3              | 4             | 4                   | 2                  |         |
|   | ¿Continua?                 | Si                  | No             | No            | No                  | Combinar           |         |

Al finalizar la evaluación, se totalizaron los resultados por separado, sumando los “+”, “0” y “-“; realizando evaluaciones netas y posicionando los conceptos de mayor a menor en calificación. Según los resultados obtenidos se decide la continuación o combinación de los conceptos con mejor puntuación.

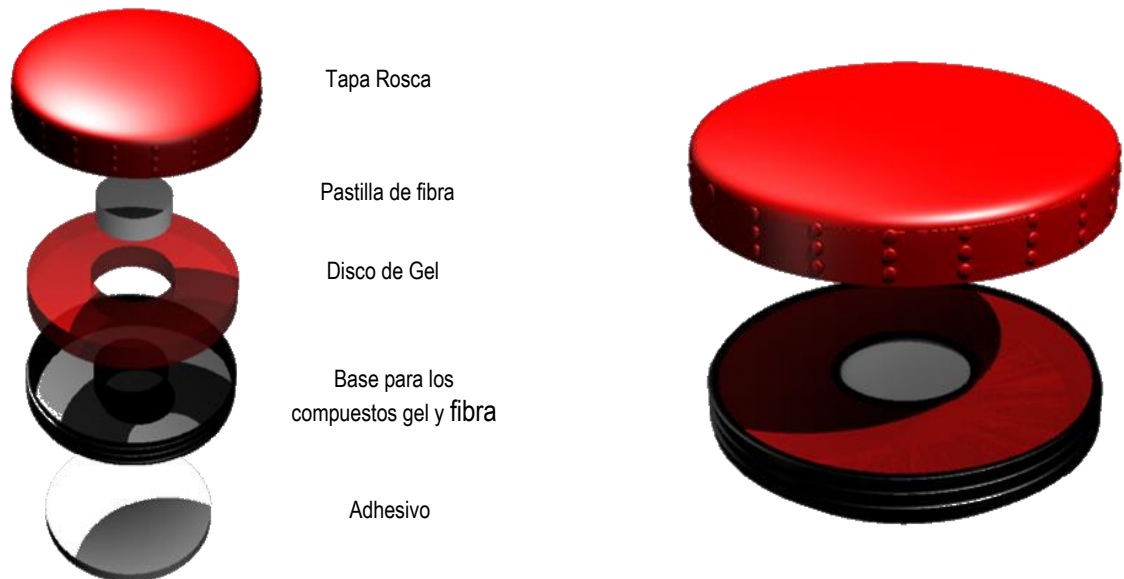
Como se observa en la tabla 3 los conceptos 1 y 5 ocuparon los primeros lugares con resultados positivos lo que indica que estos dos conceptos pasaron a ser evaluados en la siguiente matriz, de nuevo compitiendo con el BG-Lure como mejor producto actual en el mercado.

**Tabla 4 Matriz De Evaluación De Conceptos.**

| Criterio  | Peso         | Conceptos               |                         |                       |                         |                      |                         |
|---|--------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
|   |              | BG-Lure<br>(Referencia) |                         | Sistema<br>Tapa Rosca |                         | Sistema<br>Triangulo |                         |
|   | %            | Calificación            | Evaluación<br>ponderada | Calificación          | Evaluación<br>ponderada | Calificación         | Evaluación<br>ponderada |
| Facilidad de posicionamiento                    | 15%          | 2                       | 0.30                    | 5                     | 0.75                    | 4                    | 0.60                    |
| Durabilidad                                     | 5%           | 3                       | 0.15                    | 3                     | 0.15                    | 3                    | 0.15                    |
| Facilidad de manufactura                        | 5%           | 3                       | 0.15                    | 3                     | 0.15                    | 4                    | 0.60                    |
| Seguridad, Aislamiento del usuario              | 20%          | 3                       | 0.60                    | 5                     | 1                       | 4                    | 0.80                    |
| Amigable con el medio Ambiente                  | 10%          | 3                       | 0.30                    | 3                     | 0.30                    | 3                    | 0.30                    |
| Costo de producción                             | 10%          | 2                       | 0.20                    | 3                     | 0.30                    | 4                    | 0.40                    |
| Facilidad de uso                                | 10%          | 2                       | 0.20                    | 5                     | 0.50                    | 4                    | 0.40                    |
| Desperdicio de material                         | 5%           | 3                       | 0.15                    | 3                     | 0.15                    | 3                    | 0.15                    |
| Facilidad de posicionamiento de los compuestos. | 10%          | 3                       | 0.30                    | 4                     | 0.40                    | 3                    | 0.30                    |
| Valor agregado                                  | 10%          | 3                       | 0.30                    | 5                     | 0.50                    | 2                    | 0.20                    |
|   | Total puntos | 2.65                    |                         | 4.2                   |                         | 3.9                  |                         |
|   | Lugar        | 3                       |                         | 1                     |                         | 2                    |                         |
|   | ¿Continua?   | No                      |                         | Si                    |                         | No                   |                         |

Para la ponderación se multiplicó el porcentaje de cada criterio por cada calificación y estos resultados se sumaron para seleccionar el concepto final con el que se trabajó en las pruebas de concepto. En este caso el concepto mejor calificado fue el **concepto 1** después del filtrado, selección y evaluación bajo matrices, a este concepto se le realizaron mejoras en combinación de otros conceptos, para llegar a obtener un producto que cumpla con todos los requerimientos pedidos por los usuarios.

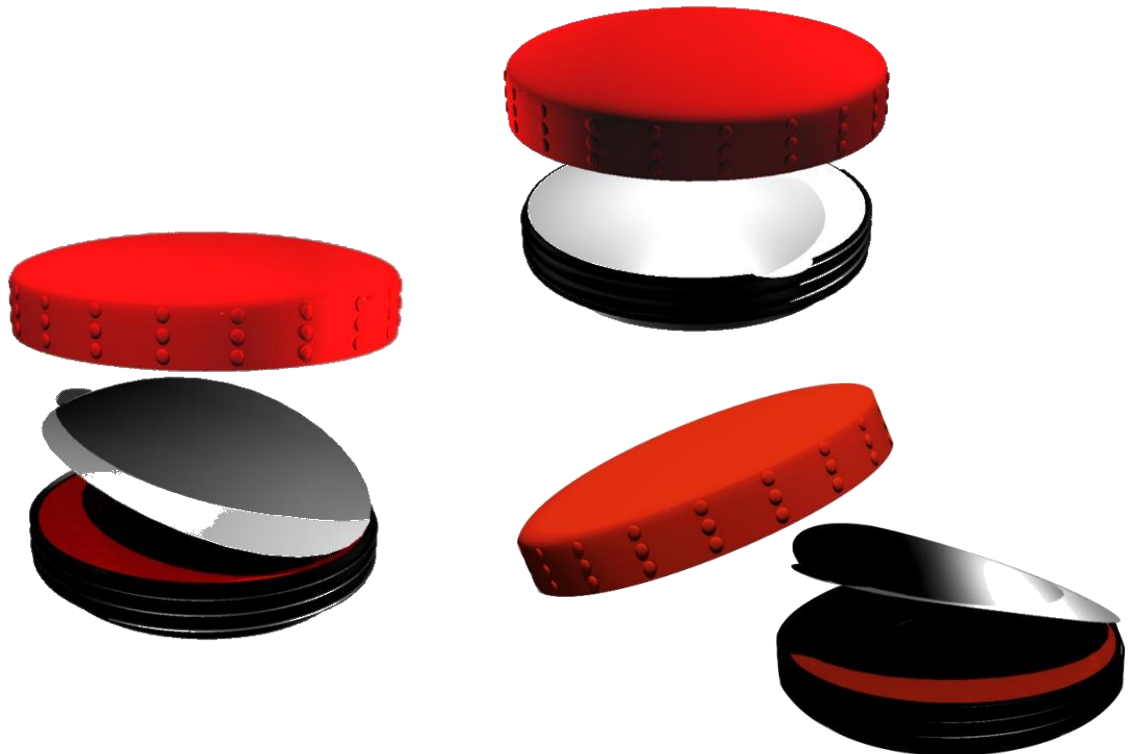
#### Ilustración 42 Despiece prototipo preliminar.



Después de que todas las propuestas pasaron por una serie de evaluaciones y se seleccionó el **concepto 1** como la mejor propuesta y **el concepto 5** como alternativa de cambio para ayudar a mejorar el concepto final, se decidió la siguiente modificación:

El modelo final debe llevar un sello hermético para mejorar el encapsulamiento del compuesto (ilustración 45), con este resultado de la evaluación se prosiguió a construir un primer modelo funcional para realizar pruebas con los usuarios, mediante impresión en 3D en ABS (Anexo E).

**Ilustración 43 Primera versión prototipo final.**



## 9. PRUEBA PRELIMINAR CON USUARIOS.

La validación se dividió en una etapa cuantitativa y una etapa cualitativa, se realizó con cinco usuarios investigadores del CINTROP y cinco usuarios de casa, denominados usuarios domésticos, donde se les pidió observar y analizar el dispositivo ATTRACTBLEND<sup>30</sup> y posicionarlo en la trampa Hometrap.

El objetivo de la etapa cuantitativa era ver la eficiencia del dispositivo ATTRACTBLEND mediante la toma del tiempo de colocación en la trampa por parte de cada uno de los usuarios, estos tiempos se promediaron en la tabla 5. Se tomó como base que el rango de tiempo para colocación del cebo BGLure usado hasta ahora en la trampa es de 20 a 30 segundos<sup>31</sup>.

**Tabla 5 Tiempos promedio de utilización del dispositivo por los usuarios**

| USUARIO                | #  | T1<br>(s) | T2<br>(s) | T3<br>(s) | PROMEDIO<br>TIEMPO (s) |
|------------------------|----|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| INVESTIGADORES         | 1  | 14.35     | 14.78     | 14.82     | 14.65                  |
|                        | 2  | 15.01     | 14.56     | 14.33     | 14.63                  |
|                        | 3  | 14.02     | 14.22     | 14.75     | 14.33                  |
|                        | 4  | 13.20     | 13.29     | 13.19     | 13.22                  |
|                        | 5  | 14.65     | 14.45     | 14.38     | 14.49                  |
| USUARIOS<br>DOMESTICOS | 6  | 15.96     | 15.39     | 15.25     | 15.53                  |
|                        | 7  | 16.10     | 16.24     | 15.92     | 16.08                  |
|                        | 8  | 21.52     | 20.94     | 21.33     | 21.26                  |
|                        | 9  | 18.23     | 18.09     | 17.84     | 18.05                  |
|                        | 10 | 16.48     | 16.23     | 16.72     | 16.47                  |

<sup>30</sup> ATTRACTBLEND es el nombre de marca con el que se denominó el producto final.

<sup>31</sup> El tiempo de colocación del cebo BG lure fue tomado con el atrayente ya porcionado, solo faltando sellar el empaque y colocar en la trampa.

## RESULTADOS.

VARIABLE: tiempo de colocación en la trampa.

UNIDAD: segundos (s).

Como resultado de la validación se encontró que los promedios de tiempo en los investigadores están entre los 13s y 15s, mientras que para los usuarios de la trampa en casa, el promedio de los tiempos está entre los 15s y 22s. Esto muestra una disminución en los tiempos de realización de la tarea en comparación con el cebo BGLure (20s-30s).

En la etapa cualitativa se buscó, encontrar percepciones del producto por parte de los usuarios para cuantificarlas mediante una escala establecida de menor a mayor según la opinión del usuario encuestado, estas valoraciones se evidencian en la tabla 6.

**Tabla 6 Percepción del producto por parte de los usuarios encuestados.**

| CARACTERISTICA                   | ESCALA |     |      |    |               | COMENTARIO   |
|----------------------------------|--------|-----|------|----|---------------|--|
|                                  | 1      | 2   | 3    | 4  | 5             |  |
| Facilidad de quitar la tapa.     |        |     |      | xx | xxxxxxx       | <ul style="list-style-type: none"><li>• Debido al foil de aluminio el usuario manifiesta dificultad para abrir.</li><li>• La tapa termina sobrando.</li></ul>          |
| Legibilidad de logo de tapa.     | xxx    | xxx | xxxx |    |               | <ul style="list-style-type: none"><li>• Solo se distingue el logo viéndolo de cerca.</li><li>• Las ondas confunden.</li><li>• El logo se ve muy fraccionado.</li></ul> |
| Comodidad de las dimensiones.    |        |     |      |    | xxxxxxx<br>xx |  |
| Facilidad de pegado a la trampa. |        |     |      |    | xxxxxxx<br>xx |  |

## RESULTADOS.

Como resultado de la validación se encontró que los usuarios están conformes con el producto en cuanto a su percepción excepto por el logo en la tapa, el cual generó confusión al leerse. Debido a esto se propuso una modificación en la tapa para mejorar legibilidad del logo. Algunos usuarios también mostraron inconformidad por el foil de aluminio, ya que representaba un paso adicional al accionar el dispositivo. También por el desperdicio de material al tener que desechar la tapa.

Tomando estas opiniones de las pruebas se proponen una serie de modificaciones formales y funcionales en el dispositivo.

### Ilustración 44 Prueba dispositivo con usuarios.



## 10. MODELADO FINAL DEL DISPOSITIVO PROTOTIPO.

Como resultado de las pruebas de usuario, se proponen las siguientes modificaciones:

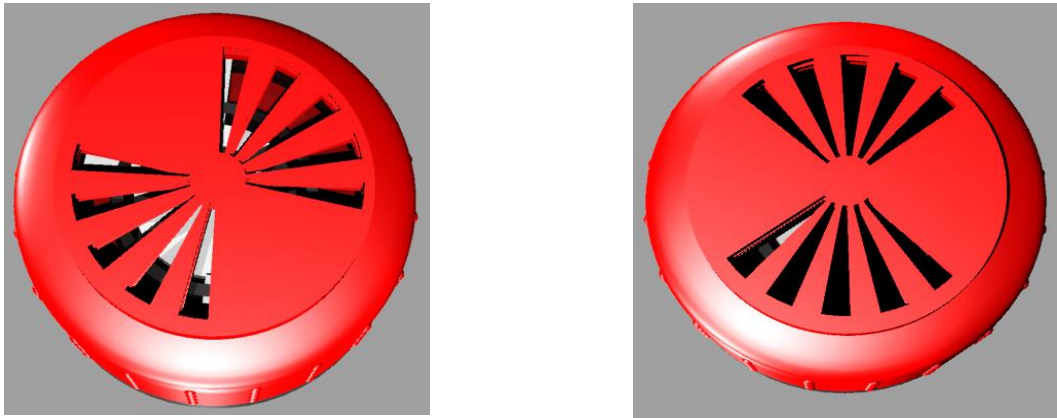
- Impresión del logo en el adhesivo que va en la tapa, se trasladó el adhesivo de adentro a afuera y se aprovechó para la impresión del logo.

### Ilustración 45 prototipo final con correcciones



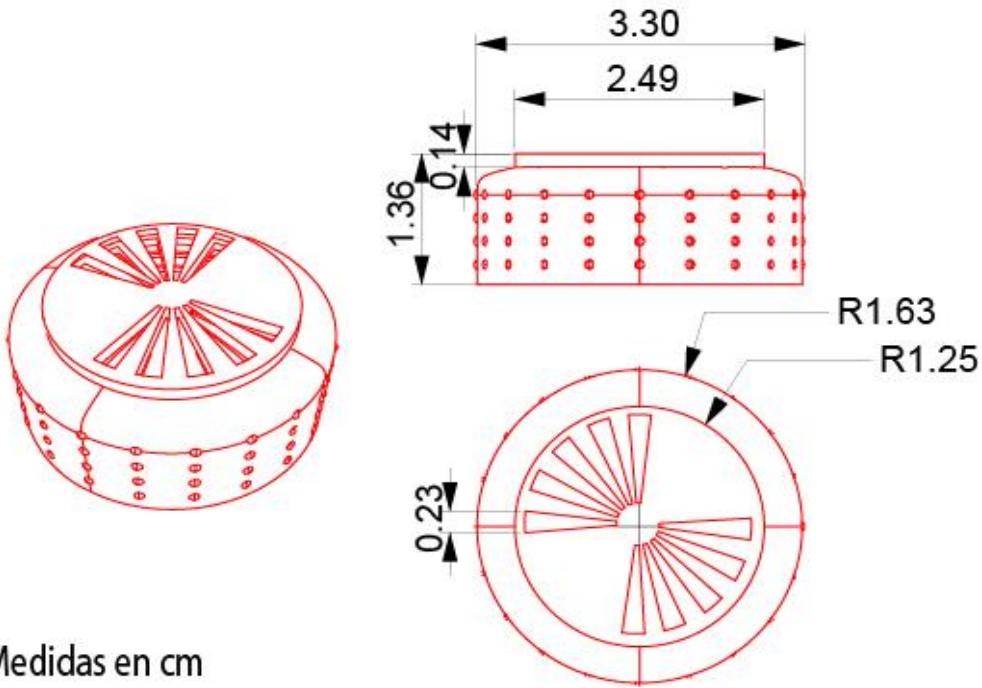
- Cambio de sistema de apertura de la tapa para aprovechamiento de la misma como protección y sistema de apertura sin necesidad de desecharse al activar el dispositivo. Se propuso un sistema de ranuras en la tapa que se abren al girar la tapa.

**Ilustración 46 Sistema de apertura modificado.**



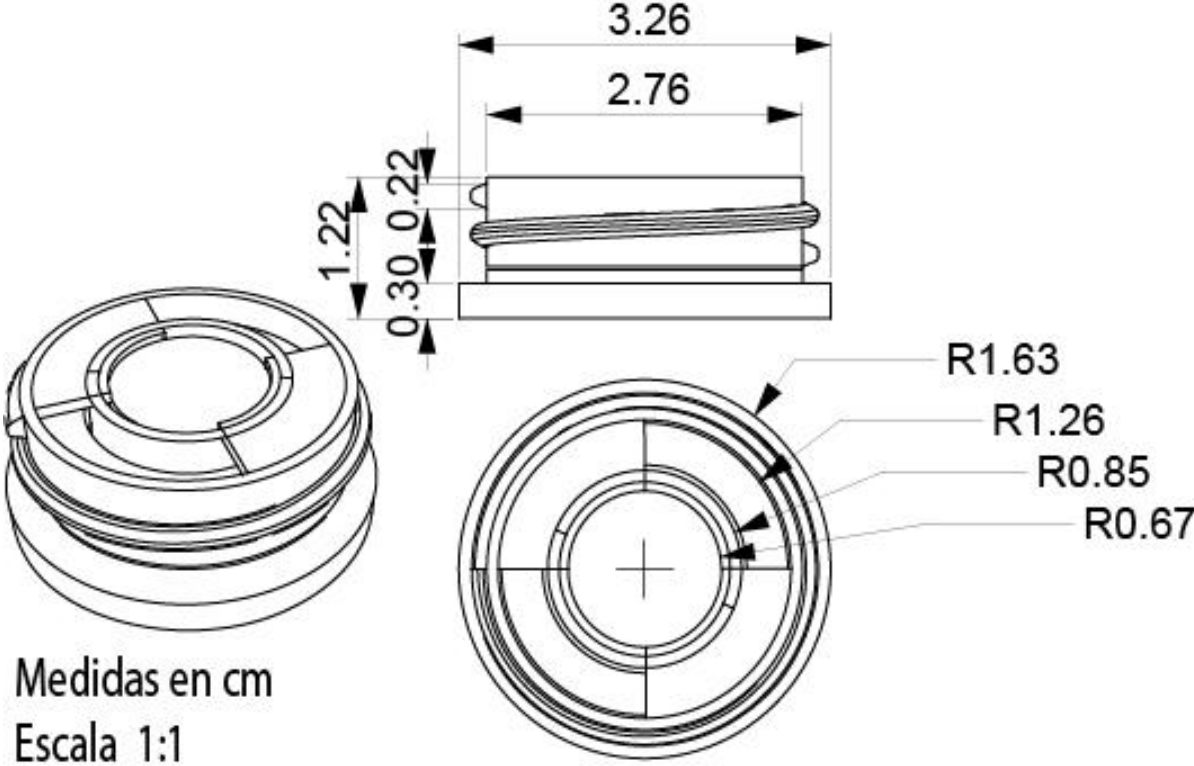
**10.1. PLANO DEL PROTOTIPO FINAL.**

**Ilustración 47 Plano tapa ATTRACTBLEND**



Medidas en cm  
Escala 1:1

Ilustración 48 Plano base ATTRACTBLEND



## 11. SELECCION Y EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA EL TRANSPORTE DEL ATRAYENTE.

Habiendo desarrollado el dispositivo como base, se procedió a la selección y evaluación de los materiales en los que van los compuestos elegidos (urea y ácido láctico). Debido a las características físicas y químicas de los dos compuestos expuestas en el marco teórico, se procedió a la selección de dos materiales, uno para cada compuesto y que cumplieran con los siguientes ítems:

**Evaporación controlada:** Debido a que la volatilidad de los compuestos es alta, era necesario que el medio de transporte ayudara a controlar esta propiedad, aumentando el tiempo de duración en el medio.

**Absorción de los compuestos:** Ya que los compuestos son solubles en agua, se necesitaba un medio que los absorbiera completamente, para ayudarlos a mantener durante un periodo de tiempo. Este tiempo podrá ser determinado en pruebas posteriores a la finalización del proyecto.

**Estado estable de manipulación:** Se necesitaba que los compuestos estuvieran en un medio que se pudiera manipular con facilidad, sin exponer al usuario al contacto, evitando accidentes, o pérdida de material. Debido a las características químicas de las sustancias, no presentan riesgos para la salud, pues estos compuestos se encuentran presentes en la piel. Sin embargo puede generar incomodidad al usuario debido al olor o viscosidad de los mismos.

**Duración en un periodo de tiempo:** Era necesario que el material seleccionado se conservara en buen estado durante el lapso de tiempo de uso del atrayente. Este lapso de tiempo estará sujeto a resultados presentados en pruebas posteriores a este proyecto debido a alcances del mismo.

**Facilidad de fabricación:** debido al bajo costo que debe tener el producto, se requiere de una fabricación sencilla. Con métodos de producción replicables a

baja escala en laboratorios pequeños y con materias primas asequibles localmente.

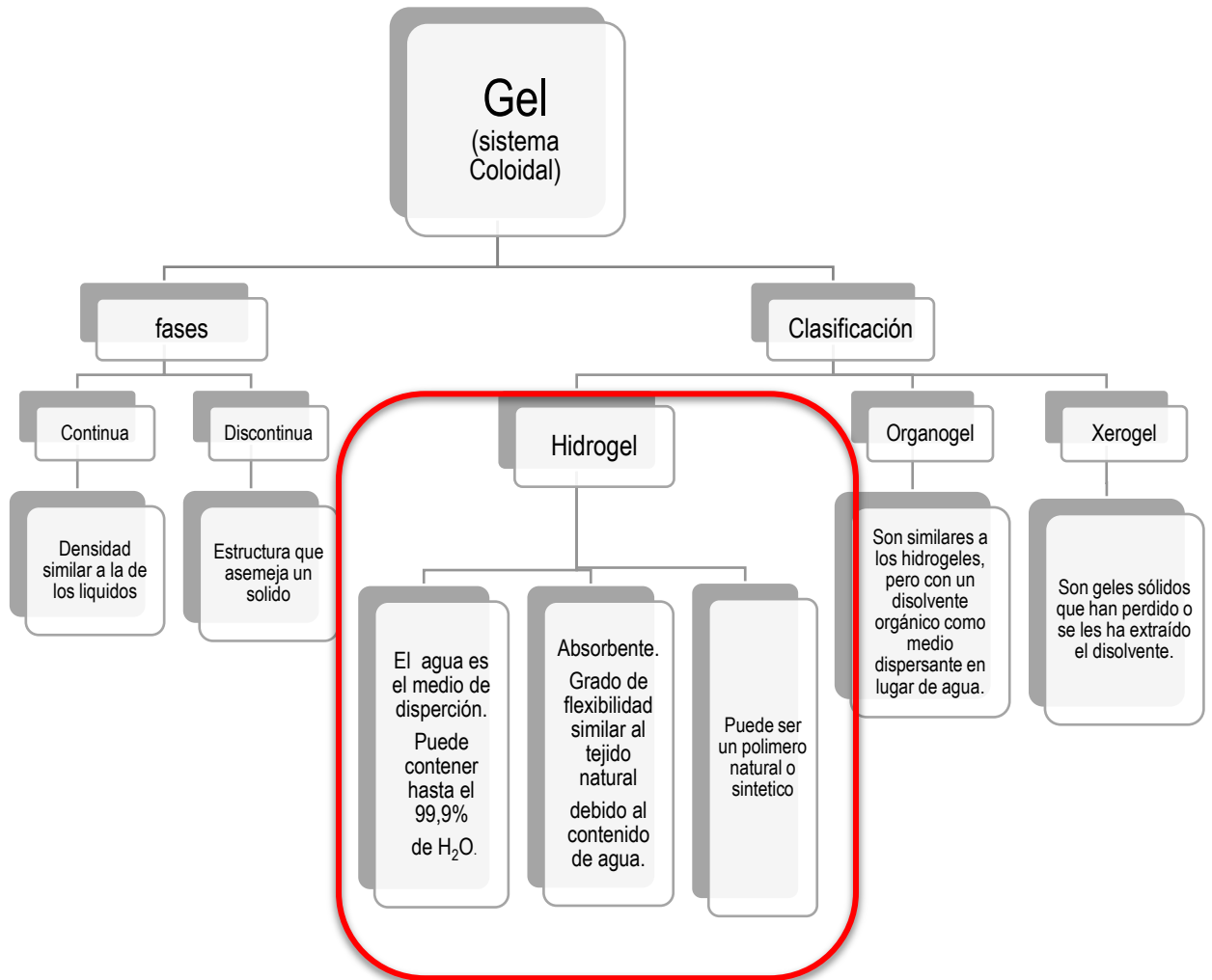
**Bajo costo de materiales de fabricación:** Debido al costo del producto es necesario que los materiales de producción sean fáciles de conseguir, preferiblemente materiales que se consigan a nivel regional.

Teniendo en cuenta los ítems mencionados y definidos anteriormente se propone un transporte en estado semisólido (Gel) ya que está compuesto por una fase sólida y una fase líquida, necesitando de los dos estados para un mejor cumplimiento funcional y formal.

#### **11.1. ANALISIS DE GEL COMO TRANSPORTE DE LOS SEMIOQUIMICOS.**

Algunas propiedades del estado coloidal o semisólido se mencionan en la ilustración 49 a continuación.

**Ilustración 49 Diagrama de sistemas coloidales.**



Según la información recopilada se propuso trabajar con un sistema coloidal **HIDROGEL**, esto es una red tridimensional de origen natural o sintético, que se expande en contacto con el agua formando materiales blandos y elásticos, y que retienen una fracción significativa de la misma en su estructura sin disolverse<sup>32</sup>.

<sup>32</sup> GASCUE, B. R. De, & AGUILERA, R. los hidrogeles poliméricos como potenciales, 7(3), 199–210. 2006

De estos se analizaron tres tipos de hidrogeles:

- Gelatina
- Agarosa
- Celulosa

**Gelatina:** Mezcla semisólida que se mantiene a temperatura ambiente, es incolora, translúcida e insípida, se obtiene a partir del colágeno procedente del tejido conectivo de animales es una proteína compuesta por aminoácidos.

**Agarosa:** Polímero natural formado por galactosas que se extraen de las algas de los géneros *Gellidium* y *Gracillaria*, soluble en agua. Forma una matriz inerte y no toxica, esta es usada en técnicas de biología, bioquímica y biología celular.

**Celulosa:** Biopolímero compuesto de moléculas B-glucosa, biomolecular orgánica más abundante ya que forma la mayor parte de la biomasa terrestre. La celulosa es el principal componente de la mayoría de las fibras naturales, tales como algodón, lino, cáñamo, yute, sisal<sup>33</sup>.

De los anteriores compuestos se decidió hacer uso de la gelatina por las siguientes ventajas:

- Es económica
- Es una materia prima ampliamente disponible.
- Su preparación no requiere de procesos complejos o costosos.
- Es una proteína, biomolecular que está presente en el cuerpo humano.
- Se considera un estabilizante y aglutinante.

---

<sup>33</sup> MORÁN, J. Extracción de celulosa y obtención de nanocelulosa a partir de fibra sisal - caracterización, (1), 16–17. 2008

- En ciertas concentraciones se asemeja a la contextura de la piel humana. Lo que puede llegar a evitar resiliencia al vector<sup>34</sup>.

Para la preparación del gel en el que se puso a prueba el transporte de los compuestos se usaron los porcentajes de fabricación del gel de balística debido a su semejanza en densidad a la piel humana, a partir de esto se hicieron unas variaciones en la cantidad de ingredientes buscando los porcentajes adecuados para cumplir con las características propuestas para mantener el atrayente.

El Gel de balística es especial para recrear la dureza del tejido humano, material usado por forenses para imitar la carne humana, ya que está compuesto en su mayoría por agua, puede reproducir en gran similitud el tejido vivo<sup>35</sup>. Esta particularidad se tomó como beneficiosa para el proyecto debido a que se estaba buscando recrear de una manera sintética características de la piel humana siendo el mayor atrayente del vector *Stegomyia aegypti*.

La formulación comercial para el Gel de Balística con un porcentaje 10% es también conocido como gelatina Fackler<sup>36</sup> y está descrita a continuación:

3785.14 ml de agua ----- 3x10<sup>6</sup>mg de gelatina sin sabor

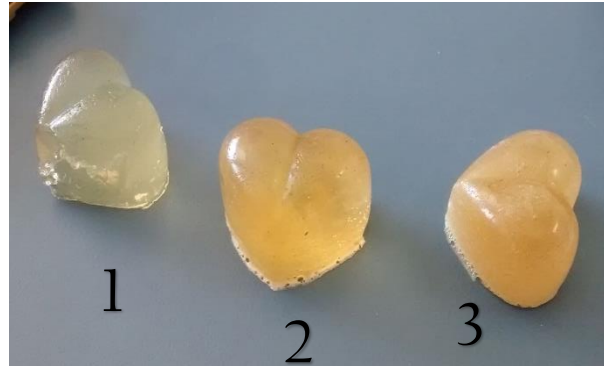
---

<sup>34</sup> En las pruebas químicas documentadas se demuestra la neutralidad del compuesto hidrogel (TRESPALACIOS, LEIDY; VITA, 2016)

<sup>35</sup> WIGHTMAN, G., BEARD, J., & ALLISON, R. An investigation into the behaviour of air rifle pellets in ballistic gel and their interaction with bone. *Forensic Science International*, 200(1), 41–49. JOUR. 2016. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.025>

<sup>36</sup> CRONIN, D. S., & FALZON, C. Characterization of 10% Ballistic Gelatin to Evaluate Temperature, Aging and Strain Rate Effects. *Experimental Mechanics*, 51(7), 1197–1206. 2011. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s11340-010-9438-z>

### Ilustración 50 Muestras de gel a diferentes concentraciones



En la ilustración 50 aparecen 3 muestras de gel de balística evaluadas, la muestra 3 de gel de balística contiene 14,112 gr. de gelatina por 88,2ml de agua, proporción realizada respecto a la formula mencionada; la muestra 2 disminuye el porcentaje de agua a 44,1ml por la misma cantidad de gelatina 14,112 gr. y en la muestra 1 se vuelve a disminuir el porcentaje de agua a un 50% del anterior siendo 22.05ml por 14,112 gr. de gelatina, como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7 Tabla de valores de graduación de gel de balística**

|           | GELATINA (gr) | AGUA (ml) |
|-----------|---------------|-----------|
| MUESTRA 1 | 14.22         | 88.2      |
| MUESTRA 2 | 14.22         | 44.1      |
| MUESTRA 3 | 14.22         | 22.05     |

De esta prueba, se notaron cambios, en el color, en la contextura, afectación de la temperatura ambiente, absorción de agua y duración a través del tiempo. Todas estas características fueron evaluadas cuantitativamente.

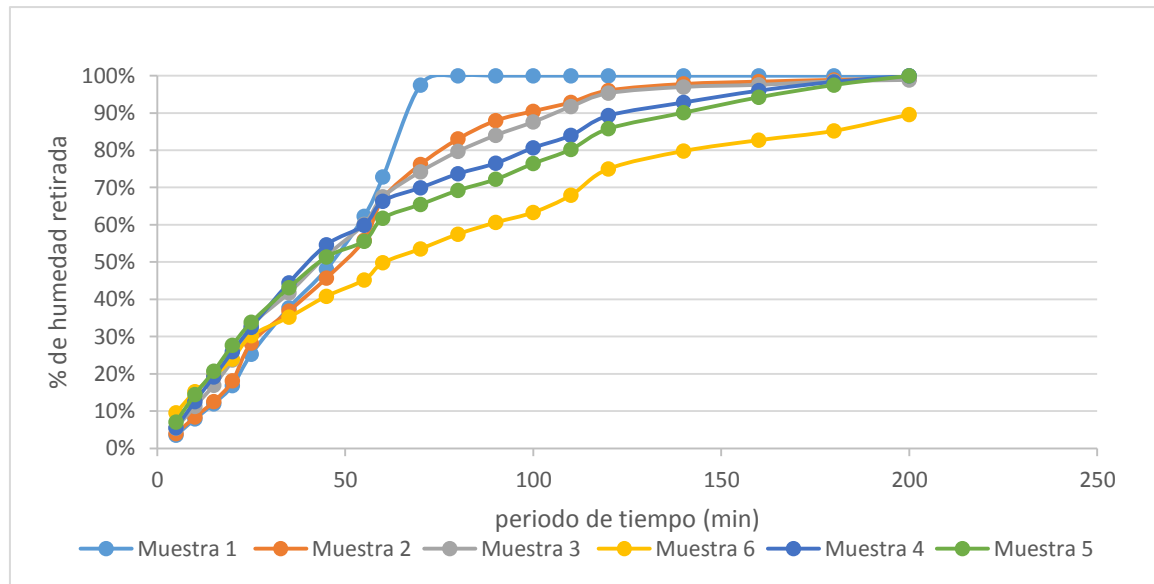
### Ilustración 51 probetas de gel a diferentes concentraciones



A partir de la prueba ejecutada para conocer los comportamientos de gel en el ambiente, los cambios físicos según las concentraciones y en base a las formula del gel balístico usándose como referencia, se realizó una serie de variaciones de concentración (al 15%, 22,5%, 30%, 37,5%, y 45%) probadas en laboratorio, por medio de unas muestras (ilustración 51.) que fueron analizadas, evaluando qué porcentaje de concentración presentaba la absorción, duración y evaporación controlada más adecuada para mantener los compuestos.

Acerca de esta prueba se elaboró la ilustración 52, de la cual se tomó la muestra 4 con un porcentaje del 30% como la indicada para el transporte de los compuestos ya que es la que mejor cumplió con las especificaciones buscadas, absorción, duración y evaporación.

**Ilustración 52 grafico % de humedad evaporada en periodo de tiempo**



0%                      15%                      22,5%                      30%                      37,5%                      45%

Con base en la prueba anterior se estableció el el proceso de fabricación del sistema coloidal mostrado en la ilustración 53 a continuación.

**Ilustración 53 Proceso de fabricación del gel.**



## 11.2. PRUEBA DE SEMIOQUIMICO EN GEL.

Una vez seleccionado el gel como medio de transporte, y teniendo el porcentaje adecuado de fabricación, este se probó con los compuestos seleccionados en la primera etapa del proyecto ácido láctico y urea, para verificar su compatibilidad mediante una prueba de absorción, donde se tomaron unas pastillas de gel (ilustración 54) fabricadas según el proceso de la (ilustración 53.) y se introdujeron en un vaso de precipitado con un porcentaje de cada uno de los compuestos por aparte.

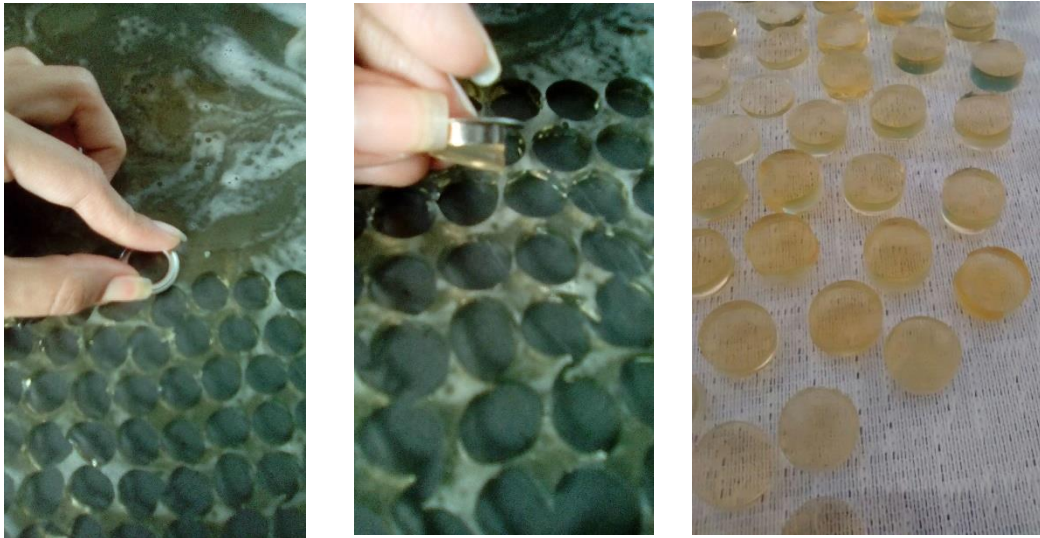
En esta prueba se observó cómo afectó cada compuesto las características del gel, lo que arrojó resultados diferentes, la urea fue bien absorbida por las pastillas, mientras que el ácido láctico, causó un efecto de disolución<sup>37</sup>.

Teniendo en cuenta factores como la cantidad y el precio de la materia prima usada para la fabricación de cada una de las muestras, además de la consistencia que mostró a lo largo de la prueba, a concepto químico y de diseño se aprobó y se demostró la compatibilidad de la urea en el gel a una concentración del 30%.

---

<sup>37</sup> Disolución: mezcla homogénea a nivel molecular o iónico de dos o más sustancias puras que no reaccionan entre sí, cuyos componentes se encuentran en proporciones variables.

#### **Ilustración 54 Corte de pastillas de gel.**



Para el caso de la prueba con el ácido láctico, se presentó una disolución del gel, debido al pH del ácido, que no permitió su solidificación, por lo que se analizó otro medio de transporte en un estado sólido que absorba este compuesto, como el uso de una fibra natural.

#### **11.3. ANÁLISIS DE LA FIBRA COMO TRANSPORTE DEL ACIDO LÁCTICO.**

Teniendo en cuenta la incompatibilidad encontrada entre el gel y el ácido láctico, se procedió a realizar un estudio del transporte de éste mediante el uso de una fibra natural, justificada en el costo de producción y en el grado de innovación del producto debido a la combinación de materias primas no presentes en ningún producto actual en el mercado referente en esta área. Las fibras postuladas comerciales y económicas para el transporte del ácido láctico son:

**ALGODÓN:** Es la planta textil de fibra suave más importante del mundo, su cultivo es de los más antiguos. El algodón es una fibra vegetal natural de gran importancia económica como materia prima para la fabricación de tejidos y prendas de vestir.

### **Ilustración 55 Fibra de algodón**



Fuente: Look Fordiagnosis. Disponible en: [www.lookfordiagnosis.com](http://www.lookfordiagnosis.com)

La generalización de su uso se debe, principalmente, a la facilidad con que la fibra se puede trenzar en hilos, la resistencia, la absorbencia y la facilidad con que se lava y se tiñe, a esto se le atribuye que el algodón se preste a la elaboración de géneros textiles muy variados.

El algodón exige un período de crecimiento prolongado con abundante sol, agua y tiempo seco durante la recolección.

#### **Características:**

- Retiene del 45 al 50% de su peso en agua.
- Proceso de mercerización: Aumenta su resistencia a la tracción en un 50%.
- No tiene estabilidad en la conservación de la forma.

- No resiste a los ácidos, pero resiste las lejías.
- Resistente al lavado, se puede frotar y escurrir.
- Por ser una fibra natural, ofrece garantías sanitarias.
- Por su alto contenido en celulosa, puede hacerse del algodón un material con un alto grado de combustión.

**YUTE:** Una de las fibras naturales más largas y más usadas para diversas aplicaciones, Las fibras de yute están compuestas primordialmente de celulosa y lignina, florece en zonas de tierras bajas tropicales con una humedad del 60% al 90%. Esta fibra es un cultivo de secano que necesita pocos fertilizantes y plaguicidas, el yute es una de las fibras naturales más asequibles, considerada la segunda de las fibras vegetales después del algodón. Los rendimientos son de cerca de 2 toneladas de yute seco por hectárea (FAO, 2016). En la ilustración 56 se muestra el proceso de producción del yute, desde el cultivo de la planta, hasta el momento en el que se convierte en un producto.

**Ilustración 56 Proceso de producción de yute.**



Fuente: Color abc. Disponible en: <http://www.abc.com.py>

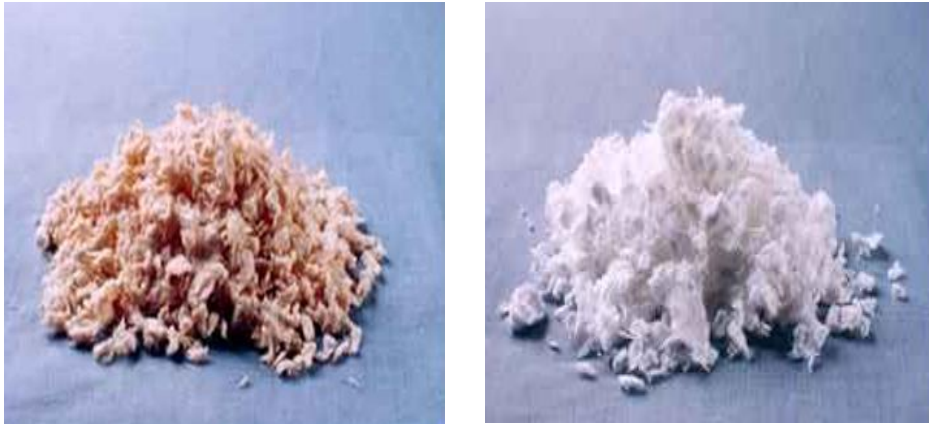
**Características:**

- 100% biodegradable, resistente y es reutilizable.
- Reciclable. Se puede reciclar más de una vez.
- Es un recurso sustentable. Toda la planta se utiliza, la fibra se utiliza para hacer tela, bolsas, bajo alfombras, cuerdas, zapatos, entre otros usos. La cáscara externa se utiliza como leña y las hojas como alimento.
- Es abundante.
- Eco-amigable, una hectárea en solo 100 días, periodo natural de crecimiento:
- Absorbe: 15 toneladas de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono) de la Atmósfera.
- Emite: 11 toneladas de Oxígeno.
- % de asimilación de CO<sub>2</sub>: Varias veces mayor a la de los árboles.
- La basura generada en la confección de artículos se utiliza como fertilizante.
- La huella de carbono e hídrica son mínimas.
- Versátil, Durable, Antiestático.
- Su proceso no irrita la piel ni produce daños a la salud.

**CELULOSA:** Es el principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas, una fibra vegetal que al ser observada en el microscopio es similar a un cabello humano, cuya longitud y espesor varía según el tipo de árbol o planta.

Los árboles constituyen la principal fuente de fibras naturales para más del 90% de la producción de celulosa a nivel mundial; el restante 10% es aportado por otras plantas, tales como pastos, bambúes, bagazo de caña de azúcar, algodones, linos, cáñamos y otros.

### Ilustración 57 Fibra de celulosa.



Fuente: Escuela de Ingenierías Industriales. Disponible en: <http://www.eis.uva.es/>

Dado que uno de los principales usos finales de la celulosa es la producción de papeles blancos, es necesario blanquear la pasta de celulosa a través de un tratamiento con productos químicos en orden a extraer la lignina, resinas, iones metálicos y otras sustancias que podrían afectar el proceso de producción del papel. Una vez blanqueada (ilustración 57), la celulosa todavía tiene la forma de una pasta, con un alto contenido de agua.

Basados en el estudio de los 3 tipos de fibras anteriores se propuso un modelo experimental que proyecte el porcentaje óptimo de fabricación en una pieza. Para este fin fué necesaria la producción de 15 pares de pastillas con diferentes composiciones establecidas por el modelo box-behnken.

#### 11.4. PRUEBA DE SELECCIÓN DE COMPOSICION ÓPTIMA DE LA PASTILLA DE FIBRAS.

**Ilustración 58 Pastillas de fibra con diferentes porcentajes de materiales.**



Para encontrar la composición óptima de la fibra se estableció un modelo experimental box-behnken<sup>38</sup>, En la tabla No. 6. Se presentan los porcentajes de las fibras resultados del modelo experimental, donde se incluyó la grenetina como aglutinante debido a su efecto positivo en pruebas de atracción realizadas con el compuesto y a su bajo porcentaje que no afectó la absorción del ácido láctico. Estos porcentajes se evaluaron en una prueba de absorción y seguido una prueba de pérdida de peso para seleccionar la composición adecuada y llevarla a evaluación con el compuesto. En la ilustración 58 aparecen las probetas elaboradas para esta prueba.

---

<sup>38</sup> TRESPALACIOS, leidy; VITA, Sergio. *Formulación y desarrollo de un semioquímico para el control y monitoreo del vector, aedes aegypti (diptera: culicidae)*. universidad industrial de santander. 2016

**Tabla 8 Porcentajes base para la aplicación del modelo experimental Box-behnken**

| Material    | % Máximo      | % Mínimo |
|-------------|---------------|----------|
| Algodón     | 70            | 30       |
| Yute        | 0             | 10       |
| Aglutinante | 15            | 3        |
| Celulosa    | Material Base |          |

Los porcentajes mostrados en esta tabla fueron seleccionados de una revisión bibliográfica realizada sobre porcentajes de los materiales mencionados en productos posicionados en el mercado.

La Tabla 9 presenta la composición de fibra para transporte de ácido láctico.

**Tabla 9 Porcentajes generados por el modelo experimental Box-behnken**

| Material                      | Algodón | Yute | Aglutinante | Base: Celulosa |
|-------------------------------|---------|------|-------------|----------------|
| Porcentaje de composición (%) | 30      | 0    | 9           | 61             |
|                               | 70      | 0    | 9           | 21             |
|                               | 30      | 10   | 9           | 51             |
|                               | 70      | 10   | 9           | 11             |
|                               | 30      | 5    | 3           | 62             |
|                               | 70      | 5    | 3           | 22             |
|                               | 30      | 5    | 15          | 50             |
|                               | 70      | 5    | 15          | 10             |
|                               | 50      | 0    | 3           | 47             |
|                               | 50      | 10   | 3           | 37             |
|                               | 50      | 0    | 15          | 35             |
|                               | 50      | 10   | 15          | 25             |
|                               | 50      | 5    | 9           | 36             |
|                               | 50      | 5    | 9           | 36             |

| Material | Algodón | Yute | Aglutinante | Base: Celulosa |
|----------|---------|------|-------------|----------------|
|          | 50      | 5    | 9           | 36             |

### 11.5. PRUEBA DE PERDIDA DE PESO DE LA PASTILLA DE FIBRA.

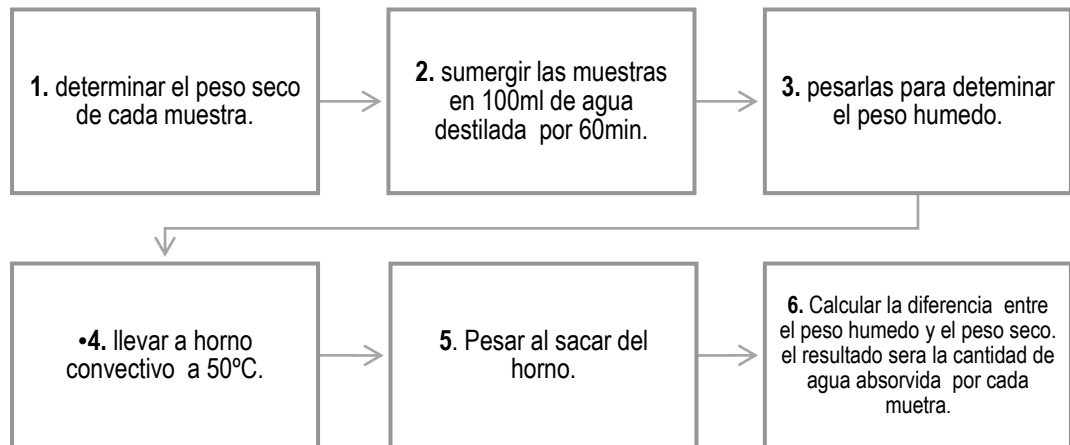
Después de prensar las pastillas con los porcentajes de la tabla 6, se procedió a la realización de la prueba de pérdida de peso para hallar la composición óptima de absorción y evaporación del ácido láctico en la fibra.

#### Ilustración 59 pastillas de fibra en prueba de absorción.



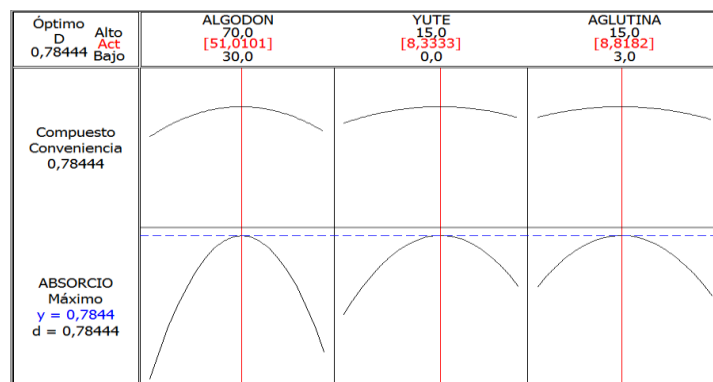
Estas pruebas fueron elaboradas con el fin de determinar la cantidad de agua absorbida por la fibra en cada una de las muestras, como se ve en la ilustración 59.

**Ilustración 60 Proceso prueba de pérdida de peso para determinación de evaporación del compuesto.**



En el diagrama de la ilustración 60 se presenta el proceso realizado en las pruebas de pérdida de peso de la pastilla de fibra, seguido se elaboró un análisis de superficie de respuesta para hallar los puntos óptimos de composición de la fibra (ilustración 61), en la que se evidenció la influencia del algodón como compuesto principal, debido a la alta retención de la humedad que tenía este en comparación a la retención moderada de los demás componentes<sup>39</sup>..

**Ilustración 61 Resultados 2D del Análisis de superficie de respuesta**



<sup>39</sup> TRESPALACIOS, VITA, Op. Cit.

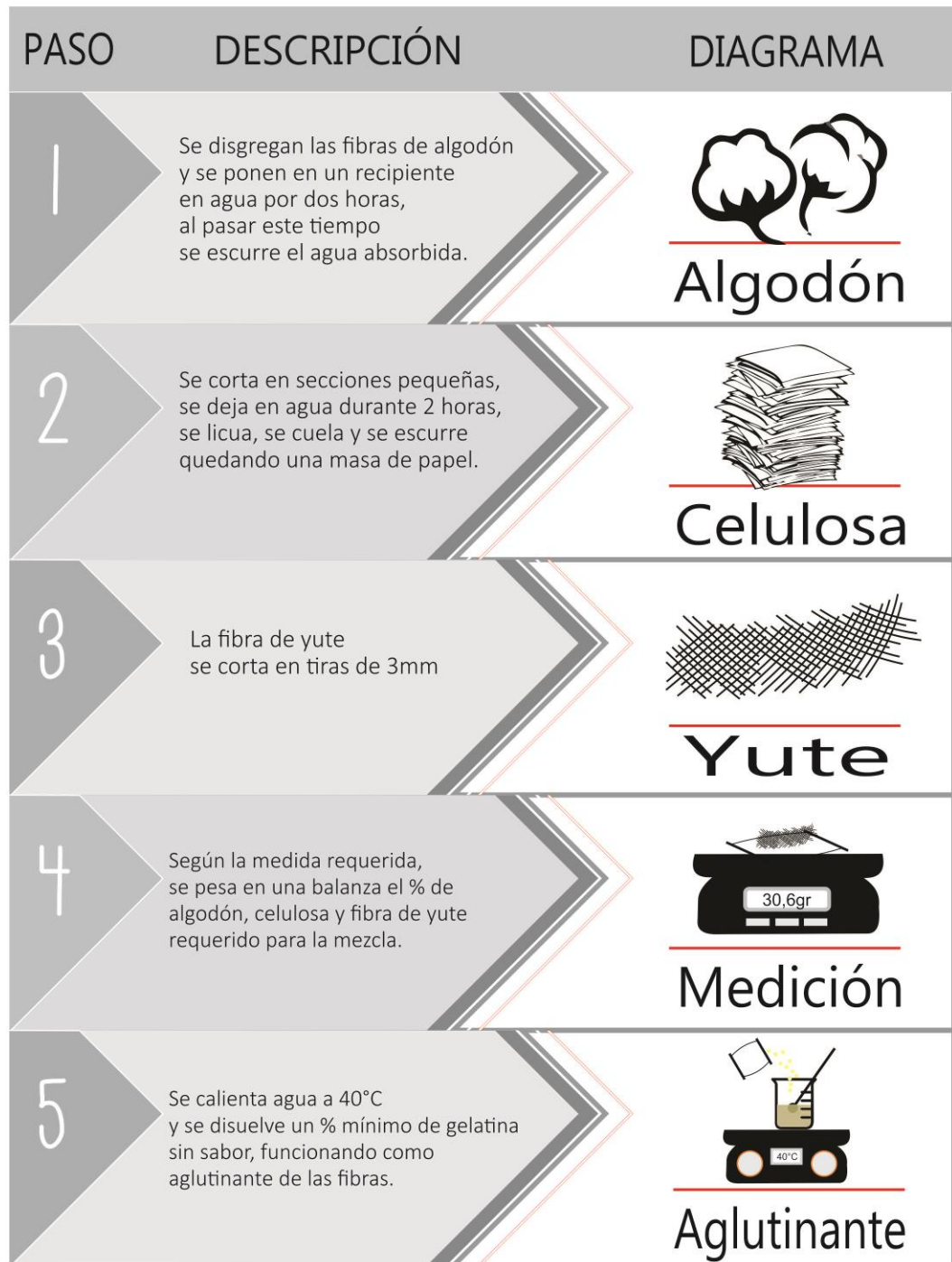
**Composición final de la fibra:** Al terminar las pruebas a las que fueron sometidas las diferentes fibras y analizar los resultados, se concluyó que la composición final de cada pastilla de fibra es la siguiente:

- Algodón 51,01%
- Yute 8,33%
- Aglutinante 8,82%
- Celulosa: 31,84%

#### **11.6. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LA FIBRA.**

A continuación en la ilustración 44 se muestra el proceso de fabricación de cada pastilla. Estas probetas requieren de un molde de acero, en prensado hidráulico a 1000 psi.

## Ilustración 62 Proceso de fabricación de pastilla de fibra



| PASO | DESCRIPCIÓN   | DIAGRAMA   |
|------|---|--|
| 6    | En la mezcla del aglutinante y agua se agregan los tres materiales restantes, se revuelven buscando que todos se mezclen entre si y se cuela retirando gran porcentaje de agua. | <br><hr/> Mezclar       |
| 7    | Se lubrica cada pieza del molde con acetona, para evitar que la masa quede pegada en el molde por la presión que se le va a ejercer.  | <br><hr/> Lubricar      |
| 8    | Se introduce la mezcla que se realizó con las fibras en el molde y este se ubica en la prensa.  | <br><hr/> Enmoldar     |
| 9    | Para iniciar el prensado, la máquina se debe calibrar a una presión de 10000psi.  | <br><hr/> Prensar     |
| 10   | Con la misma prensa se realiza el proceso de sacar del fondo del molde la "pastilla" de fibra prensada.   | <br><hr/> Desenmoldar |

### 11.7. ELABORACION DE PROTOTIPO DEL ATRAYENTE PARA EL DISPOSITIVO.

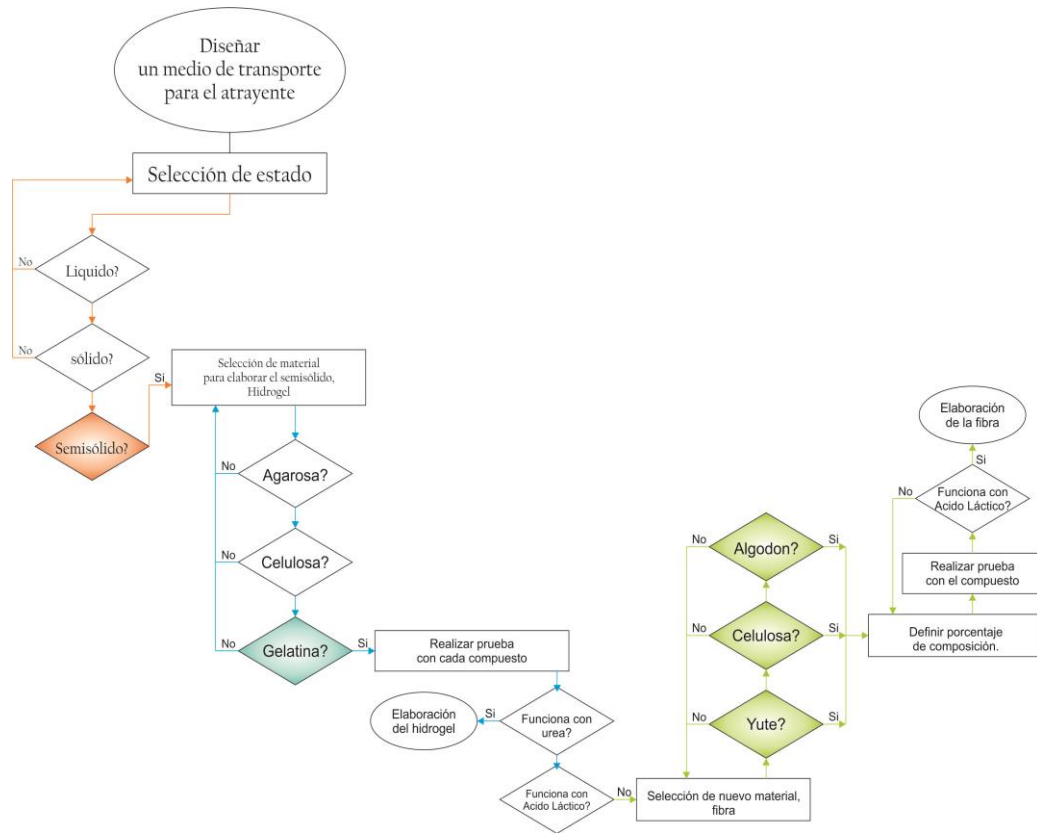
Definido el medio de transporte de cada compuesto, gel para el caso de la urea, una mezcla de fibra natural para el ácido láctico y la dosis adecuada según la formulación química proporcionada por los ingenieros químicos, urea al 17% p/v y el ácido láctico a una concentración del 23% v/v y a una relación del 75% urea en gel respecto a 25% del ácido láctico. Se procedió a entregar al centro de investigación **CINTROP** de la UIS 60 muestras de los atrayentes para análisis posteriores en campo.

Finalmente en la ilustración 64 se presenta el diagrama de proceso realizado para la selección de materiales de transporte anteriormente evidenciado.

#### **Ilustración 63 Muestras de los atrayentes entregadas al CINTROP**



**Ilustración 64 Diagrama de proceso para selección de los materiales de transporte del semioquímico**



## ETAPA DE EJECUCION

En esta última etapa de la metodología se presentaron, pruebas finales de usuario del dispositivo de liberación con el semioquímico, prosiguiendo con la fase de mercadeo compuesta por el manual de imagen, empaque, manuales de uso, y análisis de costos, para concluir con las conclusiones y las recomendaciones finales.

## 12. EVALUACION FINAL DE USUARIOS.

Para la evaluación final de usuarios solamente se repitió la fase cualitativa en la que el primer prototipo del dispositivo presentaba falencias. A continuación en la tabla se muestran los mismos ítems evaluados con los usuarios y su cambio respecto al prototipo anterior. La encuesta se realizó con un número de 5 usuarios: 2 investigadores y 3 usuarios del producto en casa (Anexo F)

**Tabla 10 Percepción del dispositivo final de los usuarios**

| CARACTERISTICA                   | ESCALA |   |   |   |       | COMENTARIO  |
|----------------------------------|--------|---|---|---|-------|---|
|                                  | 1      | 2 | 3 | 4 | 5     |   |
| Facilidad de quitar la tapa.     |        |   |   |   | xxxxx | El hecho de no quedarse con la tapa evita desperdicios.                           |
| Legibilidad de logo de tapa.     |        |   |   |   | xxxxx | La impresión del logo en el adhesivo aumento mejoro la visualización de la marca. |
| Comodidad de las dimensiones.    |        |   |   |   | xxxxx |   |
| Facilidad de pegado a la trampa. |        |   |   |   | xxxxx |   |

## 13. ANALISIS DE PRODUCCION.

### 13.1. EVALUACION DE MATERIALES

En esta etapa se realizó un estudio del tipo de materiales que se puede usar para la fabricación, tomando varios ítems a analizar en cada uno: generalidades/aplicaciones, composición/características, impacto ambiental y reciclaje. Estos polímeros fueron seleccionados por su uso y facilidad de fabricación a nivel local, de una lista enunciada en la literatura, un ejemplo de esto en el libro *Los caminos del reciclaje*<sup>40</sup>.

**Tabla 11 Análisis de materiales a seleccionar**

| Material              | Generalidades /<br>Aplicaciones  | Composición /<br>Características  | Impacto Ambiental  | Reciclaje  |
|-----------------------|--|---|--|--|
| PET<br>(Tere-ftalato) | Representa el 7% de todos los plásticos<br><br>El más utilizado en productos alimenticios.<br><br><b>Usos:</b><br>Envases:<br>Bebidas, aceites,<br>Cosméticos, | 64% Derivados del petróleo.<br>23% Derivados líquidos del gas natural.<br>13% Aire<br><br>Alta densidad<br><br>No flota en el agua. | 1 botella = 35gr. de materia prime<br>=100gr. de petróleo<br><br>Vida Útil:<br>0 a 10 años<br><br>El 90% del PET se usa en envases de usar y tirar.<br>Se transforma en desecho el mismo | 100% Ahorro energético<br><br>Un 70% se valoriza en los colores Azul y transparente,<br>Los otros colores sirven para la fabricación de material opaco.<br><br>Mediante el procesos de metanolisis,<br>Se produce la |

<sup>40</sup> MANUEL, V. *Los caminos del reciclaje*. BOOK, NED Ediciones. 2011

| Material  | Generalidades / Aplicaciones  | Composición / Características   | Impacto Ambiental   | Reciclaje   |
|---|---|---|---|---|
|   | <p>fármacos.</p> <p>Piezas Inyectadas:</p> <p>Tuberías, perfiles para la industria y construcción.</p>  |   | <p>año de fabricación aunque se pueden producir envases reutilizables.</p> <p>Reduce un 40% el coste de transporte en comparación con el vidrio.</p>  | <p>reconversión en resinas vírgenes que permite la fabricación de nuevos envases de uso alimenticio.</p>  |
| <p>PEAD<br/>(Poliétileno de alta densidad )</p> | <p>Representa el 31% de los plásticos Y el 39% de los plásticos de envases.</p> <p>Versatilidad muy amplia</p> <p><b>Usos:</b><br/>           Envases:<br/>           Bebidas de gran contenido, lácteos, aceites, detergentes, pintura, caja de frutas, Verduras.<br/>           Juguetes, platos, mangos, bolsas,<br/>           Fibras textiles, tuberías.</p> | <p>Se fabrica a partir del etileno, derivado del gas natural</p> <p>Densidad: 0,94<br/>           Flota en el agua.</p> <p>Tacto sedoso y liso</p> <p>Los envases no tienen estrías de compactación ni de estructura.</p> | <p>Plástico con menor impacto medioambiental</p> <p>Su fabricación consume poca energía.</p> <p>Más grueso que el PET, por lo tanto se puede reutilizar, lo que alarga su vida útil a 30 años.</p> <p>Su empleo en envases de usar y tirar es ambientalmente problemático por su lenta degradación.</p> | <p>Su bajo costo, dificulta su valorización y recolección para el reciclaje.</p> <p>El proceso químico, permite la elaboración de nuevas botellas y envases destinados al uso alimenticio.</p> <p>Es un buen sustituto de los combustibles fósiles en la producción de energía.</p> |

| Material                                  | Generalidades / Aplicaciones   | Composición / Características  | Impacto Ambiental   | Reciclaje  |
|---|--|--|---|--|
| ABS<br>(Acrilonitrilo butadien- Estireno) | <p>Fue inventado para mejorar las propiedades del PSII de alto impacto</p> <p>Usos:<br/>Se usa mucho como carcasas &gt;1mm<br/>Parachoques, cajas de batería, linternas, carcasas de electrodomésticos, cascos, juguetes lego, tuberías sanitarias, monturas de gafas, mangos de herramientas.</p> | <p>Derivado del SAN (Copolimero de acrilonitrilo Estireno) con butadieno, lo que añade resistencia a los impactos.</p> <p>Muy combustible y difícil de apagar.</p> <p>Se emplea pintado en automoción, ya que amarillenta con la luz.</p> <p>Al usar aditivos o capas protectoras aumentan su vida útil 20 años o más.</p> | <p>Su producción contiene butadieno, estireno y acrilonitrilo todos ellos altamente tóxicos.</p> <p>El desecho del ABS está considerado como altamente peligroso por lo que existen directrices técnicas para su identificación.</p> <p>Puede incinerarse Con objeto de recuperar su energía.</p> | <p>Dada su composición química, es extremadamente difícil de reciclar.</p> <p>Piezas sin sustancias nocivas, pueden ser recicladas mecánicamente.</p> <p>En caso de mezcla con sustancias peligrosas se recurre a un reciclaje químico o termoquímico.</p> <p>Generalmente su reciclaje consiste en molerlo para ser usado, para su reutilización como carga de otras resinas.</p> |

Basados en la tabla 11 donde aparecen el ABS, PEAD y PET con sus características generales, se seleccionó entre estos tres polímeros el PEAD debido a su bajo impacto medioambiental y a su uso principalmente como contenedor de alimentos y bebidas. Este material será usado en el sistema de liberación mostrado en la parte anterior.

### 13.2. ANALISIS DE COSTOS.

Para la etapa de análisis de costos y producción se cotizan dos moldes de inyección con la empresa INVERSIONES ALACORP SAS en ACERO STAVAX® ESR (1.2083) para la tapa y la base del dispositivo en rojo y negro respectivamente. Estos moldes tienen una vida útil de hasta 10´000.000 de piezas, y el costo de mínimo 40000 piezas en serie es de como se muestra en la tabla 12.

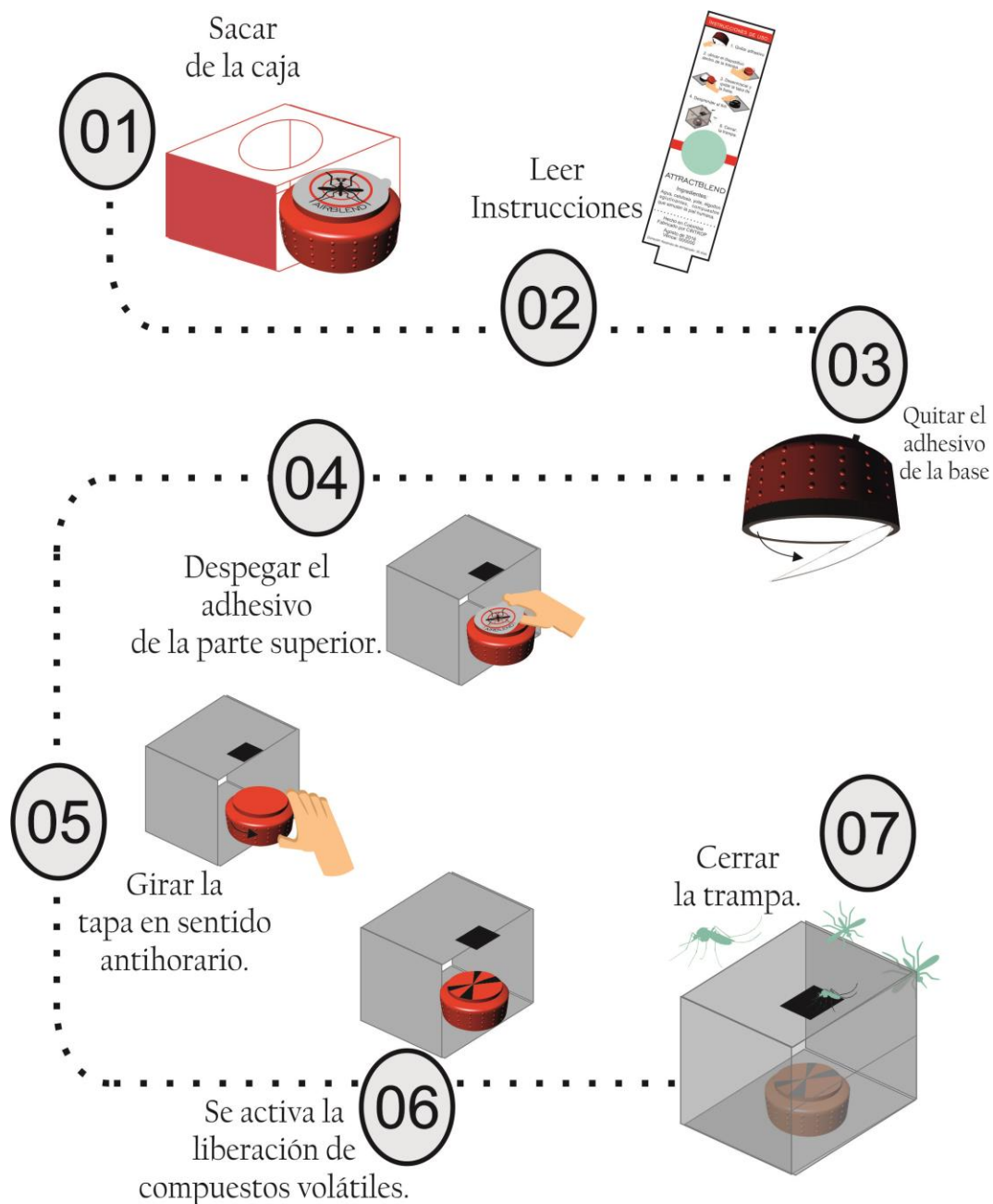
**Tabla 12 Análisis de costo 1000 piezas.**

| <b>COSTO MATERIA PRIMA.</b>                            |                     |                 |                  |
|--|---------------------|-----------------|------------------|
| <b>MATERIAL</b>  | <b>PIEZA</b>        | <b>CANTIDAD</b> | <b>COSTO</b>     |
| <b>CINTA DOBLE FAZ<br/>ACOLCHADA<br/>X 1000 piezas</b> | Pegamento base      | 0,24cm x 0,24cm | 10000            |
| <b>ACERO STAVAX® ESR<br/>(1.2083)</b>                  | Moldes de inyección | Cm³             | 9´600.000        |
| <b>COSTO MANUFACTURA.</b>                              |                     |                 |                  |
| TROQUEL EMPAQUE  |                     |                 | 40000            |
| TROQUELADO+PAPEL X 1000 piezas                         |                     |                 | 15000            |
| IMPRESIÓN EMPAQUE+ PAPEL X 1000 piezas                 |                     |                 | 120000           |
| MOLDEADO POR INYECCION TAPA + PEAD X 1000 piezas       |                     |                 | 11.345           |
| MOLDEADO POR INYECCION BASE + PEAD X 1000 piezas       |                     |                 | 12.780           |
| <b>COSTO OPERARIO.</b>                                 |                     |                 |                  |
| OPERARIO CALIFICADO EMBALAJE x hora                    |                     |                 | 5000             |
| <b>TOTAL</b>   |                     |                 | <b>9´706.130</b> |

Se calculó el costo unitario de la pieza diaria en \$250 COP incluyendo costos de manufactura y operacionales.

## 14. SECUENCIA DE USO

Ilustración 65 Secuencia de uso.



## 15. MERCADEO

El desarrollo de la imagen de producto fue basado en el uso primordial del color rojo en la fabricación del dispositivo, este color está protegido por el centro de investigación de enfermedades tropicales CINTROP, para el uso en trampas, debido a resultados que mostraron una diferencia estadística significativa en la atracción del vector<sup>41</sup>. En contraste con el color rojo, se usa el color negro debido a la comprobación de la atracción del mosquito.

---

<sup>41</sup> PEÑA TORRES, NAVARRO ARANDA, PARRA MORENO, DUQUE. Op. Cit.

# *Manual de Imagen*

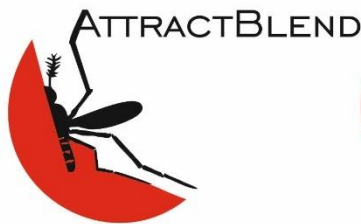


El manual de imagen corporativo se realiza con el fin de que el producto tenga una identidad y un reconocimiento ante sus usuarios.

ATTRACTBLEND es un atrayente del vector del dengue, chikungunya y zika, para el monitoreo en sectores con alto riesgo de hospederos o para el estudio en laboratorios de este mosquito; Este dispositivo se ubica dentro de las trampas.

El manual de Imagen esta constituido por:  
Alternativas del logo, Elementos de la imagen, Proporción  
Aplicación, Paleta de colores y Tipografía.

# Manual de Imagen Alternativas



*Manual de Imagen*  
***Elementos de la Imagen***



*Logotipo*

*Isotipo*

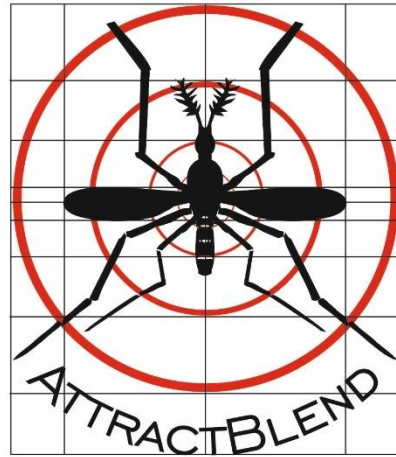


ATTRACTBLEND

# Manual de Imagen

## Proporción

Proporción



Area de  
Protección

# Manual de Imagen

## Aplicación

Original.



Escala de grises.



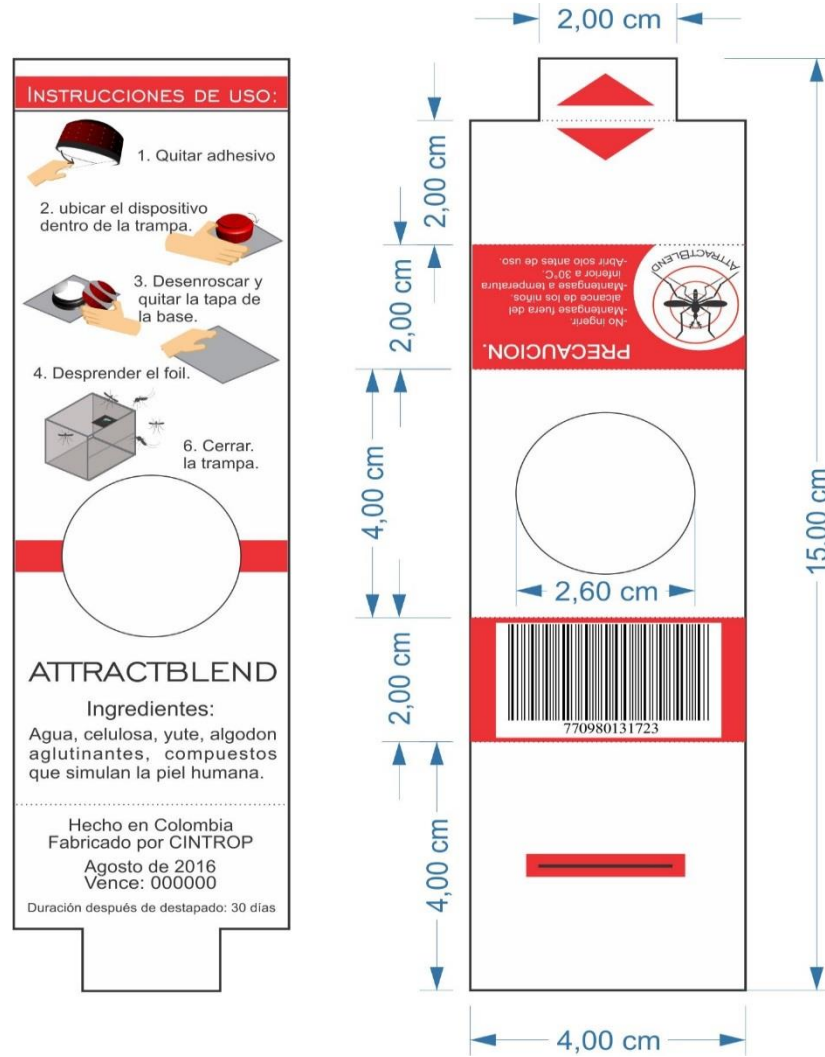
Invertido.



## 17. EMPAQUE Y MANUAL DE USUARIO.

El empaque de Attractblend se propone en carton blanco, impreso a 2 tintas basicas en el exterior, compuesto por logo, codigo de barras y precauciones; la parte interior contiene las instrucciones de uso, composicion del semioquimico, origen, y fecha de caducidad.

**Ilustración 66** Empaque y manual de uso ATTRACTBLEND.



En la ilustración 62 se presenta ATTRACTBLEND en un modelado de su empaque, en diferentes vistas.

## 18. CONCLUSIONES

- Se logró la identificación de los compuestos atrayentes indicados, bajo análisis técnicos y su posterior comprobación con el vector encontrando el efecto requerido para la implementación en el dispositivo, por medio de pruebas de laboratorio.
- Basados en un análisis de productos existentes y requerimientos se estableció un dispositivo de liberación que cumpliera con estándares requeridos por los usuarios y que permitiera contener el semioquímico de manera adecuada.
- Con una investigación de campo se consiguió encontrar la matriz de gel y fibra adecuadas para el transporte del semioquímico, que no afectara sus propiedades físicas y químicas, permitiendo tanto la atracción del vector, como su uso en el dispositivo de liberación, así como su evaporación controlada.
- Se construyó un prototipo final del dispositivo de liberación, inicialmente en ABS y producido mediante impresión 3D, para evaluación final de usuarios con resultados satisfactorios. Y se deja planteada su producción en PEAD como material indicado, para fabricación en serie.
- Se realizó un diseño de imagen para el producto que incluye: empaque, manual de usuario, con su análisis de costos respectivo, que permita su distribución de manera segura.
- Mediante una modalidad de proyecto integral se logró un trabajo interdisciplinar que involucró estudiantes de ingeniería química, diseño industrial, asesorados también por profesionales de biología y bioquímica.

## **19. RECOMENDACIONES**

Como recomendación final se propone la realización de una prueba de duración del semioquímico en laboratorio, para especificaciones del producto, así como una prueba de campo en diversas condiciones ambientales que permitan ver el comportamiento del producto.

## BIBLIOGRAFIA

AG BIOGENTS. Atrayentes comerciales marca BIOGENTS. 2012. Disponible en: <http://biogents.com/cms/website.php?id=/de/home.htm>

AG BIOGENTS. *The new BG-Lure cartridge with improved emission profile Handling of the new BG-Lure cartridge.* 2015

ARCHER, B. Método sistemático para diseñadores. *Londres: The Design Council.* JOUR. 1963

BERNIER, U. R., KLINE, D. L., & POSEY, K. H. Insect Repellents: Principles, Methods, and Uses, 77–100. 2006

BIOGENTS. Sobre nosotros. 2002. Disponible en: [http://www.biogents.com/cms/website.php?id=/es/Sobre\\_nosotros.htm](http://www.biogents.com/cms/website.php?id=/es/Sobre_nosotros.htm)

BIOGENTS, A. BG-Sentinel The BG-Sentinel trap. MANUAL OF INSTRUCCIONES, REGENSBURGO. Disponible en: [www.bg-sentinel.com](http://www.bg-sentinel.com) 2012

BOSCH, O. J., GEIER, M., & BOECKH, J. Contribution of fatty acids to olfactory host finding of female *Aedes aegypti*. *Chemical Senses*, 25(3), 323–330. 2000. Disponible en: <http://doi.org/10.1093/oxfordjournals.chemse.a014042>.

CRONIN, D. S., & FALZON, C. Characterization of 10% Ballistic Gelatin to Evaluate Temperature, Aging and Strain Rate Effects. *Experimental Mechanics*, 51(7), 1197–1206. 2011. Disponible en: <http://doi.org/10.1007/s11340-010-9438-z>

DEKKER, T., STEIB, B., CARDE, R. T., & GEIER, M. L-lactic acid: a human-signifying host cue for the anthropophilic mosquito *Anopheles gambiae*. *Medical and Veterinary Entomology*, 16(1), 91–98. 2002. Disponible en: <http://doi.org/10.1046/j.0269-283x.2002.00345.x>

FULLERTON, L. M., DICKIN, S. K., & SCHUSTER-WALLACE, C. J. *Mapping Global Vulnerability to Dengue using the Water Associated Disease Index Mapping Global Vulnerability to Dengue using the Water Associated Disease Index*. 2014  
GASCUE, B. R. De, & AGUILERA, R. los hidrogeles poliméricos como potenciales, 7(3), 199–210. 2006

JERNVERK, D., & THERMOVISION, A. G. A. mosquito magnet catalog. 2016

KARL, T., & ULRICH, S. D. E. *Diseño y Desarrollo de productos*. BOOK, Mcgraw-Hill Interamerican. 2013

LUZ MARINA, et al A. P. *Diseño y construcción de una trampa domiciliaria para captura y muerte del vector del dengue: Aedes aegypti*. Universidad industrial de santander. 2013

MANUEL, V. *Los caminos del reciclaje*. BOOK, NED Ediciones. 2011

MORÁN, J. Extracción de celulosa y obtención de nanocelulosa a partir de fibra sisal - caracterización, (1), 16–17. 2008

NAVARRO-SILVA, M. a., MARQUES, F. a., & DUQUE L, J. E. Review of semiochemicals that mediate the oviposition of mosquitoes: a possible sustainable tool for the control and monitoring of Culicidae. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53(1), 1–6. 2009. Disponible en: <http://doi.org/10.1590/S0085-56262009000100002>

ORTIZ, M. I., et al. (2003). Insectos Chupadores De Sangre Y Bacterias Que Habitan En La Piel: Una Relación Peligrosa. *No. 14*, 1–10.

OWINO, E. A., et al. An improved odor bait for monitoring populations of *Aedes aegypti* -vectors of dengue and chikungunya viruses in Kenya, 1–13. 2015. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s13071-015-0866-6>

PAIXÃO, S., et al. Volatile semiochemical-conditioned attraction of the male yellow fever mosquito, *Aedes aegypti*, to human hosts, *40*(1), 1–7. 2014

PEÑA TORRES, jessica, et al. *Diseño y construcción de una trampa para captura y monitoreo de aedes aegypti (diptera:culicidae)*. universidad industrial de santander. 2011

POLIMÉRICAS, M., La, A. A., & Artés, F. Permeabilidad de gases a través de, (July). 2016

POMBI, M., et al. Field evaluation of a novel synthetic odour blend and of the synergistic role of carbon dioxide for sampling host-seeking *Aedes albopictus* adults in Rome, Italy. *Parasites & Vectors*, *7*(1). 2014. Disponible en: <http://doi.org/10.1186/s13071-014-0580-9>

SITITEK. Atrayentes de trampas para insectos ostenol. 2013a Disponible en: <http://www.komara.net/attraktant-oktenol.php>

SITITEK. Representación en Rusia marca SITITEK. 2013b Disponible en: <http://www.sititek.ru/unichtozhiteli-komarov/>

TINKER, M. E., & OLANO, V. A. Ecología del *Aedes aegypti* en un pueblo de Colombia, Suramérica. *Biomédica*, *13*(1), 5–14. JOUR. 1993

TRESPALACIOS, leidy; VITA, Sergio. *Formulación y desarrollo de un semíquímico para el control y monitoreo del vector, aedes aegypti (diptera: culicidae)*. universidad industrial de santander. 2016

ULRICH BEIRNER, D. K. S. A. Laboratory Evaluation of Lactic Acid on Attraction of *Culex* spp . ( Diptera : Culicidae ) Laboratory evaluation of lactic acid on attraction of *Culex* spp . ( Diptera : Culicidae ), 35(2), 318–324. 2010

WIGHTMAN, G., BEARD, J., & ALLISON, R. An investigation into the behaviour of air rifle pellets in ballistic gel and their interaction with bone. *Forensic Science International*, 200(1), 41–49. JOUR. 2016. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.forsciint.2010.03.025>

WILLIAMS, C. R., et al. Laboratory and field assessment of some kairomone blends for host-seeking *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 22(4), 641–647. 2006. Disponible en: [http://doi.org/10.2987/8756-971X\(2006\)22\[641:LAFSAOS\]2.0.CO;2](http://doi.org/10.2987/8756-971X(2006)22[641:LAFSAOS]2.0.CO;2)

WODSTREAM. catalog 2016 woodstream corp, 72. 2016

WOODSTREAM. About Mosquito Magnet. 2016. Disponible en: <http://www.mosquitomagnet.com/aboutus/about-mosquitocom>

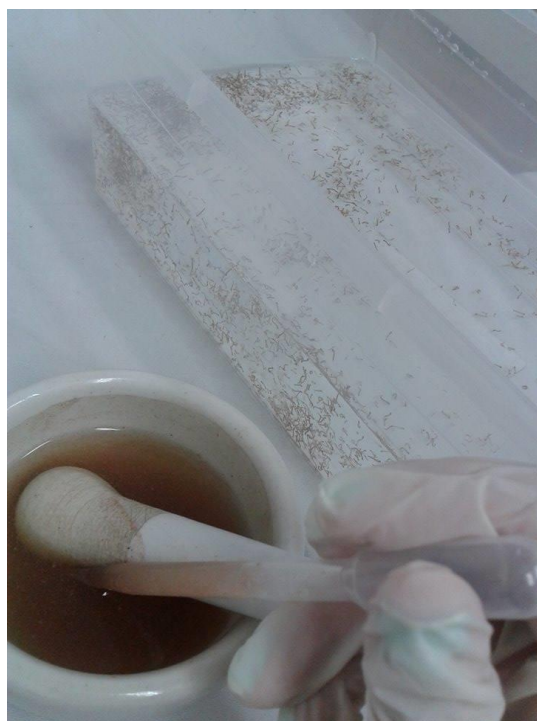
## ANEXOS.

### ANEXO A. Mantenimiento de colonia CINTROP

Entre las actividades que se realizan en la colonia están

- Cambio de miel 3 veces a la semana.
- Alimentación con rata.
- Cambio de agua a larvas 3 veces a la semana.
- Selección de pupas.
- Limpieza de jaulas.
- Limpieza de jaula de ratas.
- Alimentación de larvas.





## ANEXO B. Montaje pruebas de oviposición y atracción

Para realizar la prueba fueron necesarias 9 jaulas de 70 cm<sup>2</sup> donde se posicionan los tratamientos a evaluar, se realiza una instalación de bala de CO<sub>2</sub> para suministrar el gas, en cada jaula se colocan 10 hembras y se realiza el conteo.

*Ilustración 71 Montaje de pruebas preliminares.*



### ➤ PRUEBA DE OVIPOSICION.

Se emplearon nueve jaulas con dimensiones de 70 cm x 70 cm, cada una con diez hembras. Cuatro de ellas usadas para evaluar competitivamente los compuestos entre sí y con el control (agua); los cinco restantes para la evaluación individual del compuesto frente al control.

Se utilizaron ovitrampas, las cuales se componen de un vaso con 15 ml de solución agua-compuesto a concentraciones del 15%, 20%, 25% p/v o v/v y dentro de este, un papel filtro en forma cónica, que sirvió de superficie para la retención de los huevos. Estas pruebas tuvieron una duración de una semana por concentración, se realizó el conteo de huevos puestos por día y se usaron hembras grávidas.

➤ **PRUEBA DE ATRACCION HEMATOFAGA.**

En este tipo de pruebas se implementaron las trampas de captura Hometramp diseñadas por el CINTROP, dentro de las cuales se incorporó un vaso con 15 ml de solución agua-compuesto [6]. Estas tuvieron una duración de un día por concentración, se realizó el conteo de zancudos capturados y se usaron hembras en etapa de imago.

Las trampas usadas en ambas pruebas se rotaron en sentido horario dentro de cada una de las jaulas, para así evitar costumbre de posición por parte de los zancudos.

**ANEXO C. Tablas de contingencia y pruebas de chi-cuadrado para pruebas de oviposición y atracción hematófaga**

**Pruebas de oviposición**

*Tabla 13 Tabla de contingencia para oviposición competitiva*

| Compuesto:           |  | Concentración |            |            | Total      |
|----------------------|--|---------------|------------|------------|------------|
|                      |  | 0,25          | 0,2        | 0,15       |            |
| Urea                 |  | 47            | 8          | 96         | 151        |
| Ácido Láctico        |  | 0             | 0          | 46         | 46         |
| Ácido Tetradecanoico |  | 26            | 10         | 72         | 108        |
| Acetato de Etilo     |  | 68            | 9          | 80         | 157        |
| Dióxido de Carbono   |  | 54            | 30         | 36         | 120        |
| Control              |  | 50            | 50         | 50         | 150        |
| <b>Total</b>         |  | <b>245</b>    | <b>107</b> | <b>380</b> | <b>732</b> |

*Tabla 14 Tabla de Chi-cuadrado para oviposición competitiva*

|                              | Valor   | gl | Sig. Asintótica (bilateral) |
|------------------------------|---------|----|-----------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson      | 148,972 | 10 | 0,000                       |
| Razón de verosimilitudes     | 163,564 | 10 | 0,000                       |
| asociación lineal por lineal | 35,86   | 1  | 0,000                       |
| N de casos validos           | 732     |    |                             |

*Tabla 15 Tabla de contingencia para oviposición individual*

| Compuesto:           |  | Concentración |            |            | Total      |
|----------------------|--|---------------|------------|------------|------------|
|                      |  | 0,25          | 0,2        | 0,15       |            |
| Urea                 |  | 77            | 90         | 90         | 257        |
| Ácido Láctico        |  | 50            | 6          | 0          | 56         |
| Ácido Tetradecanoico |  | 33            | 42         | 0          | 75         |
| Acetato de Etilo     |  | 50            | 54         | 83         | 187        |
| Dióxido de Carbono   |  | 90            | 92         | 0          | 182        |
| Control              |  | 50            | 100        | 50         | 200        |
| <b>Total</b>         |  | <b>350</b>    | <b>384</b> | <b>223</b> | <b>957</b> |

*Tabla 16 Tabla de Chi-cuadrado para oviposición individual*

|                              | Valor   | gl | Sig. Asintótica<br>(bilateral) |
|------------------------------|---------|----|--------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson      | 225,407 | 10 | 0,000                          |
| Razón de verosimilitudes     | 281,635 | 10 | 0,000                          |
| asociación lineal por lineal | 1,051   | 1  | 0,305                          |
| N de casos validos           | 957     |    |                                |

### Pruebas de atracción hematófaga

*Tabla 17 Tabla de contingencia para atracción hematófaga competitiva*

|           |                      | Concentración |     |      | Total |
|-----------|----------------------|---------------|-----|------|-------|
|           |                      | 0,25          | 0,2 | 0,15 |       |
| Compuesto | Urea                 | 60            | 57  | 67   | 184   |
|           | Ácido Láctico        | 67            | 63  | 56   | 186   |
|           | Ácido Tetradecanoico | 33            | 50  | 43   | 126   |
|           | Acetato de Etilo     | 67            | 25  | 56   | 148   |
|           | Dióxido de Carbono   | 67            | 63  | 56   | 186   |
|           | Control              | 50            | 50  | 50   | 150   |
| Total     |                      | 344           | 308 | 328  | 980   |

*Tabla 18 Tabla de Chi-cuadrado para atracción hematófaga competitiva*

|                              | Valor   | gl | Sig. Asintótica<br>(bilateral) |
|------------------------------|---------|----|--------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson      | 148,972 | 10 | 0,000                          |
| Razón de verosimilitudes     | 163,564 | 10 | 0,000                          |
| Asociación lineal por lineal | 35,86   | 1  | 0,000                          |
| N de casos válidos           | 732     |    |                                |

*Tabla 19 Tabla de contingencia para atracción hematófaga individual*

|              |                      | Concentración |     |      | Total |
|--------------|----------------------|---------------|-----|------|-------|
|              |                      | 0,25          | 0,2 | 0,15 |       |
| Compuesto    | Urea                 | 77            | 90  | 90   | 151   |
|              | Ácido Láctico        | 50            | 6   | 46   | 46    |
|              | Ácido Tetradecanóico | 33            | 42  | 72   | 108   |
|              | Acetato de Etilo     | 50            | 54  | 80   | 157   |
|              | Dióxido de Carbono   | 90            | 92  | 36   | 120   |
|              | Control              | 50            | 100 | 50   | 150   |
| <b>Total</b> |                      | 350           | 384 | 380  | 732   |

*Tabla 20 Tabla de Chi-cuadrado para atracción hematófaga individual*

|                              | Valor   | gl | Sig. asintótica<br>(bilateral) |
|------------------------------|---------|----|--------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson      | 225,407 | 10 | 0,000                          |
| Razón de verosimilitudes     | 281,635 | 10 | 0,000                          |
| Asociación lineal por lineal | 1,051   | 1  | 0,305                          |
| N de casos válidos           | 957     |    |                                |

## ANEXO D. Encuesta de usuarios para formulacion de requerimientos.

Se está desarrollando el proyecto **Modelo de prueba de un semioquímico para el manejo integrado del vector del Dengue y Chikungunya *Stegomyia aegypti* (Diptera: Culicidae)**, Atentamente solicitamos responder la siguiente encuesta, sus aportes serán de gran beneficio para el desarrollo del proyecto.

Le agradecemos su atención y colaboración.

Jessica Juliana Rincón Mora - Harry Jordan Hernández Ortega, estudiantes de Diseño Industrial a cargo del proyecto.



Nombre: **JULIANA CUADROS MARTINEZ**

Ocupación: OPS- CINTROP-UIS E-mail: julianacuadrosmartinez@yahoo.com.co

1. Conoce productos existentes en el mercado, que se usen como atrayentes del mosquito *Stegomyia aegypti*?. Nombre cuales.

Si X No \_\_\_\_\_

Sweetscent granulado

2. De los productos que conoce mencione ventajas y desventajas de cada uno.  
Ventaja fácil de usar, desventaja dura poco tiempo captura otro tipo de dípteros e insectos diferentes a culícidos
3. Respecto a la manipulación de estos atrayentes, ¿que problemas se le han presentado en el momento de hacer uso de ellos?

\*Manipulación: Apertura y colocación del producto en la trampa.

Tiene que colocarse en una bolsa pequeña porque es granulado y además el sitio donde se ubique dentro de la trampa debe tener algo en donde pegarse para que quede en este sitio durante el muestreo.

4. ¿características físicas y de uso, tendría para usted un producto atrayente ideal?

\*producto ideal: producto que en su imaginario, supera todos los estándares

Fácil de ubicar dentro de la trampa y que quede estable, que el atrayente dure por lo menos un mes o más, de fácil manipulación, que no contenga alguna sustancia tóxica, fácil de desechar.

## ANEXO E. Cotización impresión prototipo 3D

PLA Diseño Industrial, empresa especializada en servicios de Diseño Industrial, Ingeniería Arquitectural, Modelado Digital (CAD), Impresión 3D, Renderizado de Productos Arquitectónicos, Prototipado, Publicidad y mucho más.



En convenio con:

**PRINT3D COLOMBIA**

### COTIZACIÓN

111

Dirigido a: CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE ENFERMEDADES TROPICALES UIS

A continuación se detalla la cotización para el servicio de impresión 3D de alta resolución y de:

- Corrección y adecuación de archivos para impresión 3D
- Dispositivo de liberación semio-química: (267mm x 232mm x 104mm)

Se tienen en cuenta dos factores para el cobro del servicio de impresión, la cantidad de material y el tiempo de trabajo de la impresora.

NUESTRAS IMPRESORAS PUEDEN FABRICAR PIEZAS CON RESOLUCIÓN ENTRE 300 MICRAS (0.3mm resolución baja) y 20 MICRAS (0.02mm resolución muy alta)

La hora de trabajo de la máquina vale \$15000 (\$10000 cuando el trabajo de impresión supera las 12 horas) y el gramo de construcción \$1000 para filamentos comunes (PLA, ABS, PLA FLEXIBLE) \$500 cuando es superior a 500 gramos. 1500 filamentos especiales (NINJAFLEX, CPE-UPET)

🏠 Calle 34 # 10-29 Centro Empresarial Beluz Of. 302/6420441

📞 3138532718 - 3184038246

✉️ [contacto@pladisindustrial.com](mailto:contacto@pladisindustrial.com)

📘 [PLA Diseño Industrial](#)

[www.pladisindustrial.com](http://www.pladisindustrial.com)



## ANEXO F. Prueba de usuarios con prototipo final

### PRUEBA FINAL DE USUARIOS.

