

**ENCAPSULADO DE ESPECÍMENES DE LAS COLONIAS DE (HEMIPTERA:
REDUVIIDAE: TRIATOMINAE) DEL CINTROP PARA ESTUDIO E
INVESTIGACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO DEL VECTOR TRANSMISOR
DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS Y COMERCIALIZACIÓN EN
ORGANIZACIONES MUNDIALES DE SALUD, ENTIDADES DE EDUCACIÓN
BÁSICA Y UNIVERSITARIA**

DIEGO ALBERTO CAÑAS PINTO

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO – MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2017

**ENCAPSULADO DE ESPECÍMENES DE LAS COLONIAS DE (HEMIPTERA:
REDUVIIDAE: TRIATOMINAE) DEL CINTROP PARA ESTUDIO E
INVESTIGACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO DEL VECTOR TRANSMISOR
DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS Y COMERCIALIZACIÓN EN
ORGANIZACIONES MUNDIALES DE SALUD, ENTIDADES DE EDUCACIÓN
BÁSICA Y UNIVERSITARIA**

DIEGO ALBERTO CAÑAS PINTO

Trabajo de investigación para optar al título de Diseñador Industrial

Director

HECTOR JULIO PARRA MORENO

Magister en Diseño Industrial

Codirector

JONNY EDWARD DUQUE LUNA

Doctor en Ciencias Biológicas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE FÍSICO – MECÁNICAS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2017

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	12
1. TITULO.....	14
1.1. AUTOR, TUTORES Y COLABORADORES.....	14
1.2. ENTIDADES INTERESADAS	14
2. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	15
2.1. ORIGEN DEL PROBLEMA	15
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	19
2.3. OBJETIVOS.....	22
Objetivo general	22
Objetivos específicos.....	22
2.4. ALCANCES DEL PROYECTO.....	22
3. MARCO REFERENCIAL	23
3.1 MARCO TEÓRICO	23
3.1.1 Vector..	23
3.1.2 Ciclo de vida del vector..	25
3.1.3 Comportamiento Alimentario.....	25
3.1.4 Análisis de lo existente.	26
3.2 NORMATIVAS	29
4. METODOLOGÍA DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO	30
4.1. FASE 0: PLANEACIÓN DEL PRODUCTO	31
4.2. FASE 1: DESARROLLO DE CONCEPTOS.....	32
4.2.1 Identificación de las necesidades del cliente... ..	33
4.2.1.1 Jerarquías de las necesidades del usuario	35
4.2.2 Especificaciones del producto.....	38
4.2.3 Generación de conceptos.	43
4.2.4 Selección de conceptos	44
4.3 FASE 2: Diseño a nivel de sistemas	48

4.3.1 Manejo del material biológico.....	48
4.3.2 Bioseguridad.....	49
4.3.3 Colecta.	50
4.3.4 Sacrificio.	50
4.3.5 Limpieza de especímenes.	51
4.3.6 Arreglo entomológico.	51
4.3.7 Primera pruebas de materiales: resina y especímenes de triatominos.....	52
4.3.8 Segunda pruebas de materiales: resina y especímenes de triatominos.	56
4.4 FASE 3: Diseño del detalle	60
4.4.1 Esquema de producción.	61
4.4.1.1 Molde.....	62
4.4.1.2 Placa.....	62
4.4.1.3 Capa primaria de resina.	63
4.4.1.4 Desgasificación.....	63
4.4.1.5 Capa secundaria de resina.	64
4.4.1.6 Acabados.....	64
4.5. FASE 4: INTERACCIÓN CON EL USUARIO	67
5. PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO	68
5.1 Descripción técnico productiva	68
6. IMAGEN CORPORATIVA.....	75
6.1. MANUAL DE IMAGEN.....	75
6.2. ELEMENTOS DE LA IMAGEN	75
6.2.1 Logotipo.....	75
6.2.2 Isotipo.....	77
6.3. EMPAQUE.....	79
6.4. PRODUCTO FINAL	80
7. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.....	82
ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Efectos tóxicos de químicos conservantes en colecciones entomológicas.	18
Tabla 2. Colonias de triatominos registrados para Colombia existentes en el CINTROP	20
Tabla 3. Clasificación taxonómica del vector	23
Tabla 4. Especies registradas para Colombia.....	24
Tabla 5. Análisis de lo existente, ciclos de vida de diferentes especies	26
Tabla 6. Declaración de la misión	31
Tabla 7. Interpretación de las necesidades del usuario	33
Tabla 8. Requerimientos del producto	39
Tabla 9. Métricas del producto.....	41
Tabla 11. Especificaciones finales del producto.....	42
Tabla 12. Alternativas de diseño.....	44
Tabla 13. Matriz de filtrado de conceptos.	46
Tabla 14. Tratamientos prueba 1	54
Tabla 15. Listado de piezas.	69
Tabla 16. Costos operativos zoocria.....	69
Tabla 17. Calculo de individuos totales de las colonias.	70
Tabla 18.Relación costo individuo	71
Tabla 19. Valor individuos usados por ciclo de vida.....	71
Tabla 20. Listado de piezas con materiales.	72
Tabla 21. Costos materia prima.	72
Tabla 22. Costos proceso de manufacturación.	73
Tabla 23. Costo unitario del producto.	73

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Ilustración 1. Ciclo de vida del vector.....	25

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Casa rural en Capitanejo – Santander.	15
Figura 2. Muestrario de vectores de la enfermedad de Chagas CINTROP	21
Figura 3. Comportamiento alimentario.	26
Figura 4. Diagrama metodología diseño y desarrollo del producto.....	30
Figura 5. Diagrama proceso desarrollo de concepto.....	32
Figura 6. Diagrama función general.....	43
Figura 7. Diagrama sub funciones	43
Figura 8. Colonias de traitominos.	49
Figura 9. Colecta de especímenes.	50
Figura 10. Triatomas colectados.....	51
Figura 11. Arreglo entomológico.	52
Figura 12. Triatoma maculata en resina epoxi.	56
Figura 13. Prueba resina epoxi cristal.....	59
Figura 14. Molde rígido con niveles	62
Figura 15. Distribución y fijado en la placa.....	63
Figura 16. Cámara de Vacío	64
Figura 17. Cabezal de pulido y acabado en pieza.	65
Figura 18. Características sección placa	65
Figura 19. Esquema placa para corte láser	66
Figura 20. Tipografía para marcado láser	66
Figura 21. Indicaciones para el usuario.	67
Figura 22. Diagrama de flujo de producción.	68
Figura 23. Logotipo.....	76
Figura 24. Paleta de colores.	76
Figura 25. Isotipo.	77
Figura 26. Relación logotipo isotipo	78
Figura 27. Ejemplo erróneo del uso logotipo isotipo.....	78

RESUMEN

TITULO: ENCAPSULADO DE ESPECÍMENES DE LAS COLONIAS DE (HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE) DEL CINTROP PARA ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO DEL VECTOR TRANSMISOR DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS Y COMERCIALIZACIÓN EN ORGANIZACIONES MUNDIALES DE SALUD, ENTIDADES DE EDUCACIÓN BÁSICA Y UNIVERSITARIA*

AUTOR: DIEGO ALBERTO CAÑAS PINTO**

PALABRAS CLAVE: Triatominae, Encapsulado, Chagas, Vector, Salud pública, Diseño de producto.

DESCRIPCIÓN:

La presencia del mal de Chagas es una amenaza para las poblaciones que viven en zonas endémicas en todo el mundo. Esta enfermedad cobra cerca de 7000 víctimas al año, mediante el contagio silencioso, propiciado en gran medida por la falta de conocimiento al identificar el vector y sus factores de riesgo.

Con el objetivo de desarrollar productos que preserven el vector, este proyecto explica el proceso para encapsular material de referencia que muestre al usuario características morfológicas de los triatomas. Un producto que permita una aproximación real al vector, identificar sus estructuras, su color y su tamaño real en todas sus etapas de crecimiento.

Mediante pruebas realizadas con especímenes del vector obtenidos en el laboratorio de entomología médica del CINTROP, se experimentó con el material biológico, encapsulándolo en resina epoxi. Se probaron tratamientos para evitar la aparición de defectos como burbujas en el material y defectos en la elaboración. Se desarrolló el proceso de producción teniendo en cuenta recursos de producción y bioseguridad, evaluando el uso de materia prima y la manufactura, definiendo también su rentabilidad.

También se realiza la propuesta comercial con la marca “CAPSA Encapsulamiento Biológico” como empresa para el desarrollo de futuras aplicaciones del material a preservar y comercializar para realizar trabajo conjunto con el CINTROP, tanto en el enfoque investigativo como en el ámbito meramente comercial.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Hector Julio Parra Moreno, Magíster en Diseño Industrial

ABSTRACT

TITLE: ENCAPSULATED OF SPECIMENS FROM COLONIES OF (HEMIPTERANS: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE) FROM CINTROP FOR STUDY AND INVESTIGATION OF BIOLOGIC MATERIAL OF TRANSMITTER VECTOR OF CHAGAS DISEASE AND COMMERCIALIZATION IN WORLD HEALTH ORGANIZATIONS, BASIC EDUCATIVE ENTITIES AND UNIVERSITIES*

AUTHOR: DIEGO ALBERTO CAÑAS PINTO**

KEYWORDS: Triatomine, Encapsulated, Chagas, Vector, Public health, Product design.

DESCRIPCIÓN:

The presence of Chagas disease is a threat to populations in endemic areas around the world. This disease takes over 7000 victims a year, through the silent infection, often favored by the lack of knowledge to identify the vector and its risk factors.

In order to develop products that preserve the vector, this project explains the process to encapsulate reference material that shows the user the triatomine's morphological characteristics. A product that allows real approximation to the vector, to identify its structures, also color and real size in all its growth stages.

Experiments were conducted with biological material (vector specimens) from Centro de Investigacion en Enfermedades Tropicales (CINTROP), and then they were encapsulated using epoxi resin; also, treatments were tested to prevent air bubbles and defects during manufacture. The production process was developed taking care of production resources and also biosecurity, evaluating the raw materials use, manufacturing and rentability.

Commercial brand proposal, CAPSA Biological Encapsulation, was also included as an enterprise for development of new material applications to preserve and commercialize in association with CINTROP, in research and commercial fields.

* Degree work

** Faculty of Mechanical Engineering and Physical. School of Industrial design. Director: Hector Julio Parra, master of Industrial Design.

INTRODUCCIÓN

En Colombia el 10% de sus habitantes se encuentran en riesgo de contraer la enfermedad de Chagas por compartir área de distribución con el vector¹ La forma de contagio se da por contacto con las heces del vector (*Triatominae*) o vía oral por el consumo de alimentos contaminados con el parásito *Trypanosoma cruzi*. Al desarrollarse la infección se presenta una tasa de mortalidad de hasta 8% cuando alcanza la etapa aguda².

El desconocimiento de factores de riesgo asociados al vector favorece la infección. Las personas se encuentran en mayor riesgo de contagio al ignorar la presencia del vector, además, en algunos casos el poco conocimiento del tema por parte de los habitantes de zonas endémicas resulta en una identificación errónea de la especie, equivocándola con otras clases de hemípteros de tipo fitófago o predador, también ocurre a menudo con los efectos de la picadura, equivocándola en muchas ocasiones con las lesiones producidas por la leishmaniasis³.

Además de las comunidades colombianas, hay otros países con notoria desinformación en las comunidades que habitan zonas endémicas⁴. Se hace necesario desarrollar un producto que muestre el vector, no solo en su fase adulta sino en su ciclo de vida. ¿Qué ocurriría si el material de referencia pudiera usarse por fuera del laboratorio?

¹ CASTILLO, D., & WOLFF, M. Aspectos del comportamiento de los triatominos (Hemiptera: Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas, *Biomédica*, vol. 20, no. 1, pp. 59–64, 2000

² Se pueden presentar tres fases; una vez se presenta exposición a las heces del vector seguido del periodo de incubación del parásito (*Trypanosoma cruzi*), se da la primera etapa denominada aguda, que inicia con la manifestación de los primeros síntomas, luego hay una etapa indeterminada que se presenta como un periodo de transición asintomático, finalmente la etapa crónica donde se presentan fallas cardíacas.

³ GUHL, F. Estado actual del control de la enfermedad de chagas en Colombia, *Medicina (B. Aires)*, vol. 59 Supl I, pp. 103–116, 1999

⁴ SANMARTINO, M., & CROCCO, L. Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina, *Rev. Panam. Salud Pública*, vol. 7, no. 3, pp. 173–178, 2000

En la investigación del vector se usa material de referencia, este sigue las reglas del arreglo entomológico de especímenes y se limita al almacenamiento de estos ejemplares, manteniéndolos aislados y en algunos casos impregnados de químicos que ayudan a preservarlos⁵. Este material solo es usado en su lugar de recaudo para propósitos de investigación académica o científica, así como la apreciación de sus estructuras para identificación.

La experimentación en laboratorio usa colonias de vectores, estas producen un gran volumen de individuos de todas las etapas de crecimiento según la especie. El uso de estas colonias permite crear material de referencia no solo para el laboratorio sino también de uso externo, como productos destinados al estudio del vector y en campañas de educación.

El objetivo de este proyecto es usar especímenes del vector y encapsularlos, para desarrollar productos con fines académicos, científicos y comerciales. El uso de material de referencia en campo o ámbitos no relacionados al laboratorio puede ayudar a conocer mejor al vector.

⁵ VALCARCEL, J., & ALVAREZ, E. Comentarios sobre la toxicidad de algunos productos conservantes de uso común en Entomología. 1997

1. TITULO

ENCAPSULADO DE ESPECÍMENES DE LAS COLONIAS DE HEMIPTERA: REDUVIIDAE: TRIATOMINAE DEL CINTROP PARA ESTUDIO E INVESTIGACIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO DEL VECTOR TRANSMISOR DE LA ENFERMEDAD DE CHAGAS Y COMERCIALIZACIÓN EN ORGANIZACIONES MUNDIALES DE SALUD, ENTIDADES DE EDUCACIÓN BÁSICA Y UNIVERSITARIA

1.1. AUTOR, TUTORES Y COLABORADORES

Autor	Diego Alberto Cañas Pinto Código: 2021094 Estudiante de Diseño Industrial.
Directores	Héctor Julio Parra Moreno. M.D.I. Materiales y procesos, Universidad Nacional Autónoma de México-UNAM. Diseñador Industrial, Universidad Nacional de Colombia-UN. Grupo de Investigación INTERFAZ. Profesor planta UIS. Jonny Edward Duque Luna. Ph.D en Ciencias Biológicas, Entomología médica y Veterinaria. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil. Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP). Facultad de Salud, Escuela de Medicina, Dpto. de Ciencias Básicas. Profesor Planta UIS.

1.2. ENTIDADES INTERESADAS

Universidad Industrial de Santander UIS.

Escuela de Diseño Industrial.

Escuela de medicina / Departamento de ciencias básicas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

2.1. ORIGEN DEL PROBLEMA

Anualmente las personas reportadas con la enfermedad de Chagas alcanzan los 500.000 casos, lo que corresponde al 5% de la población colombiana; de las cuales aproximadamente el 60% son niños⁶, las principales regiones afectadas se encuentran en los departamentos de Santander, Norte de Santander, Cundinamarca, Boyacá, Meta, Casanare, Arauca, Tolima, Huila, y Bolívar⁷.

Un común denominador que se evidencia en estas zonas es la desinformación acerca del vector, como se verifico en la salida de campo realizada por los investigadores del CINTROP⁸ en localidades como Capitanejo (noviembre 2015) y La jagua de Ibirico (julio 2016). La mayoría de las personas que viven en sectores rurales desconocen los factores de riesgo; conviven cerca de animales domésticos (gallinas, cerdos, etc.) como se evidencia en la figura 1, además mantienen un ambiente insalubre con escombros y arrumes de material tanto en el domicilio como en el peridomicilio; siendo estos espacios propicios para el resguardo del vector.

Figura 1. Casa rural en Capitanejo – Santander.



⁶ GUHL, F. Estado actual del control de la enfermedad de chagas en Colombia, Medicina (B. Aires)., vol. 59 Supl I, pp. 103–116, 1999

⁷ CASTILLO, D., & WOLFF, M. Aspectos del comportamiento de los triatominos (Hemiptera : Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas, Biomédica, vol. 20, no. 1, pp. 59–64, 2000

⁸ CINTROP - Centro de Investigaciones en enfermedades Tropicales, Universidad Industrial de Santander, Colombia.

Sumado a lo anterior también se constató que los habitantes de estas poblaciones confían más en los efectos de los insecticidas para protegerse del vector que en la prevención, sin embargo, si las fumigaciones no son constantes no surten efecto en el control del insecto, igualmente, algunas especies de pito como *Triatoma maculata* y *Eratyrus cuspidatus* no son repelidos por estas aspersiones en los domicilios⁹.

Dado que no se ha desarrollado una vacuna hasta la fecha¹⁰, se debe recurrir a alternativas diferentes para combatir esta enfermedad, por tanto la prevención es una opción viable, que se da mediante el conocimiento de los vectores que transmiten la enfermedad de Chagas. El uso de este conocimiento puede ayudar a prevenir esta amenaza, que se da principalmente en regiones con temperatura y humedad alta. La información que pueda ser transmitida a estas poblaciones mediante campañas y programas de control puede mitigar la propagación de la enfermedad¹¹.

En algunas zonas donde hay mayor riesgo de contagio, se ignora la presencia del vector. También se evidencia apatía e indiferencia ante el problema¹² en muchos casos no se identifica los triatominos, o se termina en la errónea caracterización del vector por parte de la habitantes, equivocándolo con otras clases de hemípteros de tipo fitófago o predador, e incluso ocurre con los efectos de la picadura, que en muchas ocasiones se confunden con las lesiones producidas por la leishmaniasis.

El poco conocimiento por parte de las comunidades sobre la enfermedad es determinado por factores como: la dificultad de transportar material para enseñanza a zonas rurales, por tener comunidades pequeñas de casas dispersas y de difícil

⁹ CORTÉS, L. A., & Suárez, H. A. Triatominos (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). 2005

¹⁰ SANMARTINO, M., & CROCCO, L. Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina, Rev. Panam. Salud Pública, vol. 7, no. 3, pp. 173–178, 2000

¹¹ TRIANA CHAVEZ, O., MEJÍA JARAMILLO, A. M. & GÓMEZ PALACIO, A. M. Fronteras de investigación en enfermedades infecciosas. Modelo enfermedad de Chagas. 2011

¹² PEÑAFIEL, M. M. Manifestaciones bucales de la enfermedad de chagas, vol. 1, 2014

acceso¹³, estas zonas no cuentan con carreteras en buenas condiciones, dificultando campañas de prevención y educación. Estas campañas usan material impreso con información e imágenes del vector. Esta información muestra comúnmente el estado adulto del triatomino. También se utilizan ciclos de vida que muestran el ciclo biológico del vector, ubicando especímenes en cajas de Petri. Este material de referencia tiene limitaciones como su poca resistencia y el eventual daño de los especímenes, pero permite el vector.

El material de referencia en general presenta dos problemas: contaminación de hongos que se genera por el aumento en la humedad del ambiente y su eventual condensación por cambios de temperatura y Coleópteros (*Dermestidae*), aquellos insectos que se alimentan de cualquier producto de tipo animal que van consumiendo y destruyendo el material de referencia¹⁴.

La forma como actualmente se preservan los especímenes se hace mediante la utilización de químicos como paradiclorobenceno (PDV), alcanfor, nitrobenzeno y naftalina en el interior de las gavetas entomológicas. Estos químicos en la actualidad son restringidos por causar efectos negativos en las personas, ya sea por ingesta, inhalación contacto o inyección así como efectos a largo plazo a causa de exposición prolongada¹⁵ como muestra la tabla 1. Estos químicos pierden efectividad con el tiempo, y eventualmente producen daños en los especímenes, especialmente el PDV que deteriora polímeros, decolora estructuras y tintas blanqueándolas por la producción de gases al degradarse¹⁶.

¹³ SANMARTINO, M., & CROCCO, L. Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina, Rev. Panam. Salud Pública, vol. 7, no. 3, pp. 173–178, 2000

¹⁴ CIRO DÍAZ, W., ANTEPARRA, M. E. & HERMANN, A. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: Revisión y nuevos registros, Rev. Peru. Biol., vol. 15, no. 1, pp. 15–20, 2008

¹⁵ VALCARCEL, J., & ALVAREZ, E. Comentarios sobre la toxicidad de algunos productos conservantes de uso común en Entomología. 1997

¹⁶ SIMMONS, J. E., & MUÑOZ-SABA, Y. Cuidado Manejo Y Conservacion De Colecciones Biológicas. 2005

Tabla 1. Efectos tóxicos de químicos conservantes en colecciones entomológicas.

	Efectos tóxicos inmediatos	Efectos tóxicos a largo plazo	Límites de exposición recomendados
Paradiclobenceno -Paracide -P- diclorobenceno	Inhalación: irritación de ojos, piel y garganta (50 – 80 ppm)	Hepatotoxicidad, debilidad, disminución de peso, mareos, encefalopatía, hipoplasia medular.	75 ppm* 11ppm**
Naftalina -Naftaleno	Ingesta, inhalación o contacto en grandes dosis: Nauseas, vómitos, dolor de cabeza, diaforesis, hematuria, anemia hemolítica, fiebre, necrosis hepática, convulsiones, coma.	Descritas opacidades del cristalino por exposición a concentraciones altas largo tiempo	10 ppm 15ppm
Alcanfor	Ingesta o inyección: Nauseas, vomito, vértigo, confusión, delirium, convulsiones, coma, fallo respiratorio, muerte.	No hay constancia por intoxicaciones crónicas por inhalación.	2 ppm 3 ppm
Nitrobenceno -Esencia de mirbana -Nitrobenzol	Ingesta, Inhalación o contacto: Dolor de cabeza, somnolencia, nauseas, vómitos, metahemoglobinemia, anemia hemolítica, convulsiones, coma.	Raros: Pérdida de peso, astenia, trastornos neurológicos, cianosis, anemia, ictericia, dermatosis fotosensible.	1 ppm 2 ppm

Fuente: VALCARCEL, J., & ALVAREZ, E. Comentarios sobre la toxicidad de algunos productos conservantes de uso común en Entomología. 1997

El material de referencia no permite que los especímenes se puedan transportar ni comercializar fácilmente. El contacto con el ambiente favorece su degradación y el movimiento provoca desprendimiento de estructuras. Sin embargo, observar el vector directamente, apreciar su tamaño real, sus colores y su morfología, puede ayudar a las personas a conocer y tomar medidas contra el vector.

2.2. JUSTIFICACIÓN

Se estima que más del 20% de la población tiene la probabilidad de sufrir de este mal según la distribución de estos insectos en la geografía colombiana¹⁷. Combatir el mal de Chagas no es tarea fácil, ya que el control vectorial no es una alternativa eficaz y no existe una vacuna para esta infección¹⁸, la identificación del triatmino puede ayudar en la reducción del contagio.

Mediante la identificación taxonómica se reconoce características comparando estructuras. De forma básica las personas que viven en zonas endémicas pueden aprender a reconocer el vector, la identificación preliminar en la mayoría de los casos es por sus cabezas y aparatos bucales alargados y rectos, del tipo succionador¹⁹.

El manejo de material usado para mostrar el vector en campañas es solo impreso, y la conservación de especímenes mediante el arreglo entomológico presenta limitaciones que lo condicionan al laboratorio²⁰. Llevar muestras a las poblaciones en zonas endémicas es poco viable.

La necesidad de nuevo material de referencia es evidente, objetos que estén dirigidos a preservar y mostrar el vector. Surge así la oportunidad de mercado para el desarrollo de productos de material de referencia encapsulado, aislar y preservar el insecto que transmite la enfermedad de Chagas para que pueda ser comercializado, nuevos producto para la investigación, educación y también para campañas de prevención y enseñanza.

¹⁷ TRIANA CHAVEZ, O., MEJÍA JARAMILLO, A. M. & GÓMEZ PALACIO, A. M. Fronteras de investigación en enfermedades infecciosas. Modelo enfermedad de Chagas. 2011

¹⁸ ROSAS, F., VANEGAS, D. & M. CABRALES, Enfermedad de Chagas, Rev. Mex. Patol. Clínica, vol. 1, no. 4, p. 224, 2007

¹⁹ CASTILLO, D., & WOLFF, M. Aspectos del comportamiento de los triatminos (Hemiptera : Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas, Biomédica, vol. 20, no. 1, pp. 59–64, 2000

²⁰ LUNA, J. M. Técnicas de colecta y preservación de insectos, vol. 37, 2005

Existe una gran variedad de triatominos en la región, Colombia cuenta con 26 especies de triatominos identificados y registradas como endémicos, de estas se cuentan con colonias de siete de estas en el laboratorio de entomología médica, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Colonias de triatominos registrados para Colombia existentes en el CINTROP

Géneros	Especies
Rhodnius	<i>R. colombiensis</i>
	<i>R. prolixus</i>
	<i>R. pallences</i>
Triatoma	<i>T. maculata</i>
	<i>T. dimidiata</i>
Pastrongylus	<i>P. geniculatus</i>
Eratyrus	<i>E. mucrunatus</i>

Los individuos de estas colonias son usados en experimentación y estudio sobre la enfermedad, estas actividades incluyen pruebas de repelentes, insecticidas y trampas para captura y eliminación. También se utilizan como material de referencia, se tuvo una aproximación con un trabajo anterior con la Escuela de Diseño Industrial donde se desarrolló un producto mostrado en la figura 2, el cual se comercializó con una rentabilidad del 300%, con ventas superiores a los nueve millones de pesos.

Figura 2. Muestrario de vectores de la enfermedad de Chagas CINTROP



Estos productos se comercializaron en la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y secretarías de salud. La necesidad y el interés por un producto de estas características es indiscutible.

Es necesario ofrecer un producto que impulse el compromiso de las entidades estatales y de salud, para aumentar la prevención y el control de la enfermedad²¹. Para lograr esto es necesario que las campañas y actividades educativas así como la integración comunitaria estén respaldadas con nuevos productos. Esto se puede lograr mediante el desarrollo de productos usando el proceso de “diseño y desarrollo del producto”.

Pregunta de diseño: ¿En qué medida el encapsulado de Hemiptera (*Reduviidae*: *Triatominae*) aumenta la preservación de estos especímenes permitiendo su fácil identificación?

²¹ CASTILLO, D., & WOLFF, M. Aspectos del comportamiento de los triatominos (Hemiptera : Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas, Biomédica, vol. 20, no. 1, pp. 59–64, 2000

2.3. OBJETIVOS

Objetivo general

- Encapsular especímenes de las colonias de Hemiptera (*Reduviidae: Triatominae*) del CINTROP para preservar y facilitar su manipulación para estudio e investigación del material de referencia con el fin de comercializar en instituciones de salud y educación

Objetivos específicos

- Conocer las características morfológicas de la especie de Hemiptera (*Reduviidae: Triatominae*) para determinar las formas de encapsulado de la especie.
- Desarrollar productos encapsulados que permitan conocer el ciclo de vida de la especie.
- Descubrir las características ópticas que puedan obtenerse del material preservado y conservarlas en el encapsulado de la especie.

2.4. ALCANCES DEL PROYECTO

Se busca desarrollar productos a partir de los encapsulados de especímenes de Hemiptera (*Reduviidae, Triatominae*) con el fin de ser comercializados para el aprendizaje y la investigación en torno al vector de la enfermedad de Chagas. Mediante las especificaciones de la arquitectura y economía del desarrollo del producto, como tecnologías y procesos de fabricación, diseño visual de comunicación y propuesta comercial, con el fin de proponer un prototipo que pueda ser fabricado en grandes volúmenes y distribuido como material de referencia; para ello se consideran estándares de seguridad biológica, una lectura rápida, la capacidad de ser portable y preservar su contenido así como fácil manipulación.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1 MARCO TEÓRICO

3.1.1 Vector. Los triatominos se catalogan en el orden Hemiptera y la familia Reduviidae. Con una gran cantidad de especies, pueden ser vectores de la enfermedad de Chagas, descubierta por el doctor Carlos Ribeiro Justiniano Chagas en 1909. Estos insectos a diferencia de otros de tipo depredador o fitófago necesitan alimentarse de la sangre de vertebrados, y así alcanzar sus etapas de crecimiento. Su desarrollo es de tipo hemimetábolo, con un ciclo biológico que consta de 5 estadios ninfales y una fase adulta. Su ovoposición toma alrededor de 10 a 20 días llegando a depositar entre 100 a 600 huevos en su vida adulta según sea la especie²². La clasificación taxonómica de estos vectores se define como muestra la tabla 3.

Tabla 3. Clasificación taxonómica del vector

Reino	Animalia
Filo	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hemiptera
Familia	Reduviidae
Subfamilia	Triatominae

En el año 1996 inicio el programa nacional de prevención y control de la enfermedad de Chagas. Tuvo una etapa exploratoria y se definieron como principales los triatominos a las especies: *R. prolixus*, *T. dimidiata*, *T. maculata* y *R. pallens*. Con el tiempo se han identificado y registrado 26 distintas especies de triatominos como se muestra en la tabla 4, se distribuyen aproximadamente en un 55% del

²² LENT, H. & WYGODZINSKY, P. Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas disease. 1979

territorio colombiano, mostrando mayor presencia en los departamentos de Arauca, Boyacá, Casanare, Cundinamarca, Meta, Norte de Santander y Santander además de la región del caribe colombiano y la sierra nevada de Santa Marta²³.

Tabla 4. Especies registradas para Colombia

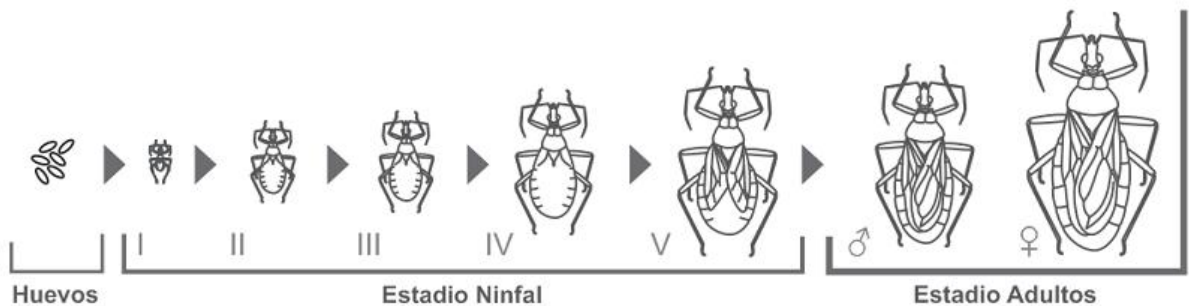
Géneros	Especies	Registrada para Colombia por
Rhodnius	<i>R. prolixus</i>	Uribe, 1929
	<i>R. pallescens</i>	Osorno, 1950
	<i>R. pictipes</i>	Larousse, 1927
	<i>R. robustus</i>	Lent, 1948
	<i>R. colombiensis</i>	Moreno et ál., 1999
	<i>R. brethesi</i>	Villegas et ál., 1999
	<i>R. dalessandroi</i>	Carvallo et ál., 1976
	<i>R. neivai</i>	Lent y Wygodzinsky,
Psammolestes	<i>P. arthuri</i>	Barata et ál., 1984
Triatoma	<i>T. dimidiata</i>	Hernández, 1946
	<i>T. maculata</i>	D'alessandro et ál., 1971
	<i>T. venosa</i>	Marinkelle, 1972
	<i>T. dispar</i>	Barreto y Barreto, 1984
	<i>T. nigromaculata</i>	Vásquez et ál., 1995
Panstrongylis	<i>P. geniculatus</i>	D'alessandro et ál., 1981
	<i>P. rufotuberculatos</i>	Groot et ál., 1953
	<i>P. humeralis</i>	Moreno et ál., 1953
	<i>P. lignarius</i>	D'alessandro et ál., 1981
Eratyrus	<i>E. cuspidatus</i>	Stål, 1859
	<i>E. mucronatus</i>	D'alessandro et ál., 1971
Belminus	<i>B. rugulosus</i>	Stål, 1859
	<i>B. ferroae</i>	Galvão y Angulo, 2007
	<i>B. herreri</i>	Sandoval et ál., 2000
	<i>B. corredori</i>	Sandoval et ál., 2007
Microtriatoma	<i>M. trinidadensis</i>	D'Alessandro y Barreto, 1985
Cavernicola	<i>C. pilosa</i>	Lent y Jurberg, 1969

Fuente: TRIANA CHAVEZ, O., MEJÍA JARAMILLO, A. M. & GÓMEZ PALACIO, A. M. Fronteras de investigación en enfermedades infecciosas. Modelo enfermedad de Chagas. 2011

²³ CORTÉS, L. A., & SUÁREZ, H. A. Triatomíneos (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). 2005

3.1.2 Ciclo de vida del vector. El ciclo de vida en los triatominos se define por los cambios que sufren a partir de la eclosión del huevo. Las ninfas necesitan alimentarse para lograr pasar al siguiente estadio. Esto se repite durante cinco etapas ninfales, por tal motivo se considera que los triatominos tienen un desarrollo de tipo hemimetabólico, al culminar este proceso mudan a su etapa final: la fase adulta donde desarrollan plenamente su anatomía, como muestra la ilustración 1.

Ilustración 1. Ciclo de vida del vector.



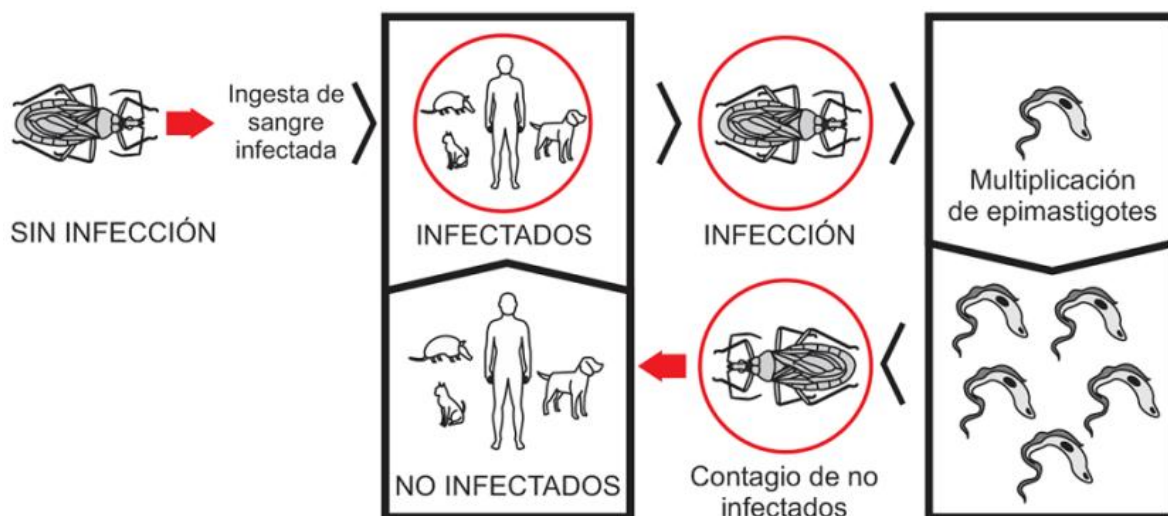
3.1.3 Comportamiento Alimentario. Los triatominos tienen hábitos alimenticios nocturnos, mediante vuelos cortos buscan su alimento en la sangre de vertebrados. Luego se refugian en grietas y lugares donde puedan esconderse para hacer procesos digestivos y realizar ovoposición.

En muchos casos buscan resguardo cerca de su fuente alimento para poder atacar y refugiarse nuevamente. Esta conducta como se muestra en la figura 3 ayuda en su propagación, ya que las ninfas pueden acceder igualmente a la comida sin mucho esfuerzo.

Este continuo ciclo les permite completar sus etapas de desarrollo y reproducción, prolongando el contagio y prevalencia de la enfermedad²⁴.

²⁴ LENT, H. & WYGODZINSKY, P. *Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas disease.* 1979

Figura 3. Comportamiento alimentario.



3.1.4 Análisis de lo existente. En el mercado hay productos que muestra diferentes especies de insectos, no todos ellos están enfocados al estudio de vectores, pero igualmente presentan soluciones y características en la preservación de este material biológico. A continuación en la tabla 5 se identificarán elementos de estos productos para compararlos y observar tendencias y patrones.

Tabla 5. Análisis de lo existente, ciclos de vida de diferentes especies

CIMEX STORE	
	ESPECIE: Bedbug (<i>Cimex lectularius</i>) PROCEDENCIA: Reino Unido COSTO: \$65.000 COP MEDIDAS: 7 cm x 7 cm x 1.5 cm CARACTERÍSTICAS: Ciclo de vida, logo personalizable para empresas Encapsulado en resina poliéster
	FUENTE: http://cimexstore.co.uk/products-page/insects-in-resin/life-cycle-in-resin/

VENTAJAS

- Encapsulado por resina
- Muestra Adultos (Macho-Hembra)
- Muestra exuvia
- Nombre común y científico del insecto
- Ahorro de material por el tamaño y forma (circular)

DESVENTAJAS

- Fondo Blanco (no hay posibilidad de identificación por la sección inferior)
- No hay nombre de las etapas de crecimiento intermedias solo numeración (ninfa)
- No hay empaque visible

THE EVOLUTION STORE



ESPECIE: Abeja (*Apis Mellifica*)

PROCEDENIA: China

COSTO: \$200.000 COP

MEDIDAS: -

CARACTERÍSTICAS:

Encapsulado en Lucite

Bordes redondeados

FUENTE: <https://theevolutionstore.com/lifecycle-of-honey-bee/>

VENTAJAS

- Encapsulado por resina
- Muestra huevos
- Muestra Larva, Pupa
- Muestra Adultos (Trabajador, Zangano, Reina)
- Estructuras de la colmena
- Muestra de miel

DESVENTAJAS

- Nombres de las muestras están en la caja
- No tiene el nombre científico
- No hay empaque visible

THE EVOLUTION STORE



ESPECIE: Gusano de seda (*Bombyx Mori*)

PROCEDENIA: China

COSTO: \$170.000 COP

MEDIDAS: -

CARACTERÍSTICAS:

FUENTE: <https://theevolutionstore.com/life-cycle-of-silkworm-moth/>

VENTAJAS

- Encapsulado por resina
- Muestra del capullo del gusano
- Elementos decorativos relativos al espécimen (hoja)
- Identificación por la parte inferior

DESVENTAJAS

- Nombres en la caja de producto
- No nombre científico del insecto
- No hay etapas de crecimiento del espécimen

EVERYTHING INSECTS



ESPECIE: Libélula (*Brachythemis contaminata*)
 PROCEDENCIA: China
 COSTO: \$197.000 COP
 MEDIDAS: 6 ½ in x 3 in x 1 in
 CARACTERÍSTICAS:
 Encapsulado en resina acrílica

FUENTE: <http://www.everythinginsects.com/p/30-Dragonfly-LifeCycle-6-1/2-x-3-x-1-in.aspx>

VENTAJAS

- Aislamiento por resina
- Identificación por la parte inferior

DESVENTAJAS

- Nombres en la caja de producto
- No nombre científico del insecto
- Uso excesivo de material

eBay



ESPECIE: Langosta de arroz (*Oxya chinensi*)
 PROCEDENCIA: China
 COSTO: \$ 117.000 COP
 MEDIDAS: 17.0 cm x 8.0 cm x 2.4 cm
 CARACTERÍSTICAS:
 Encapsulado en Lucite

FUENTE:

<http://www.ebay.com/itm/Life-Cycle-of-Grasshopper-Rice-Locust-Oxya-chinensi-Insect-Specimen-Clear>

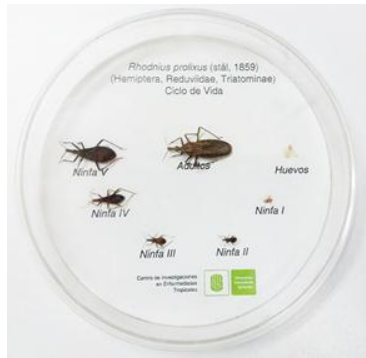
VENTAJAS

- Aislamiento por resina
- Muestra de las diferentes etapas del crecimiento
- Muestra macho y hembra de la especie
- Identificación por la parte inferior

DESVENTAJAS

- Nombres en la caja de producto
- Se ven los recuadros de la numeración

CINTROP (CENTRO EN INVESTIGACIÓN DE ENFERMEDADES TROPICALES)



ESPECIE: Pito (*Rhodnius prolixus*)
PROCEDENCIA: Colombia
COSTO: \$ 80.000 COP
MEDIDAS: 9 cm x 9 cm x 2 cm
CARACTERÍSTICAS:
Encapsulado en Envase de petri

FUENTE: CINTROP (CENTRO EN INVESTIGACIÓN DE ENFERMEDADES TROPICALES)

VENTAJAS

- Nombres de los estadios
- Nombre científico
- Nombre de Familia y orden
- Nombre y fecha de registro

DESVENTAJAS

- Material débil (caja de petri)
- Fondo blanco
- No está macho y hembra
- El material esta solo adherido a la base

3.2 NORMATIVAS

NORMATIVAS PARA LA MANIPULACIÓN DE ANIMALES E INSECTOS EN EXPERIMENTOS

Para el desarrollo de la etapa de experimentación en el proyecto se tuvo en cuenta leyes vigentes que hacen referencia al manejo de animales e insectos, estas son: Normas de la Universidad Industrial de Santander de Bioseguridad en el bioterio y laboratorio²⁵, normas de la bioseguridad de las investigaciones artículo 63 y 68 descritas en la resolución No.008430 de 1993 del Ministerio de Salud, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud²⁶, Ley 84 de 1989 (diciembre 27)²⁷, DIRECTIVA 2010/63/UE relativas a la

²⁵ UIS, Manual de bioseguridad Universidad de Santander, pp. 1–24, 2012

²⁶ REPÚBLICA DE COLOMBIA, Resolución 8430 de 1993, pp. 1–12, 1993

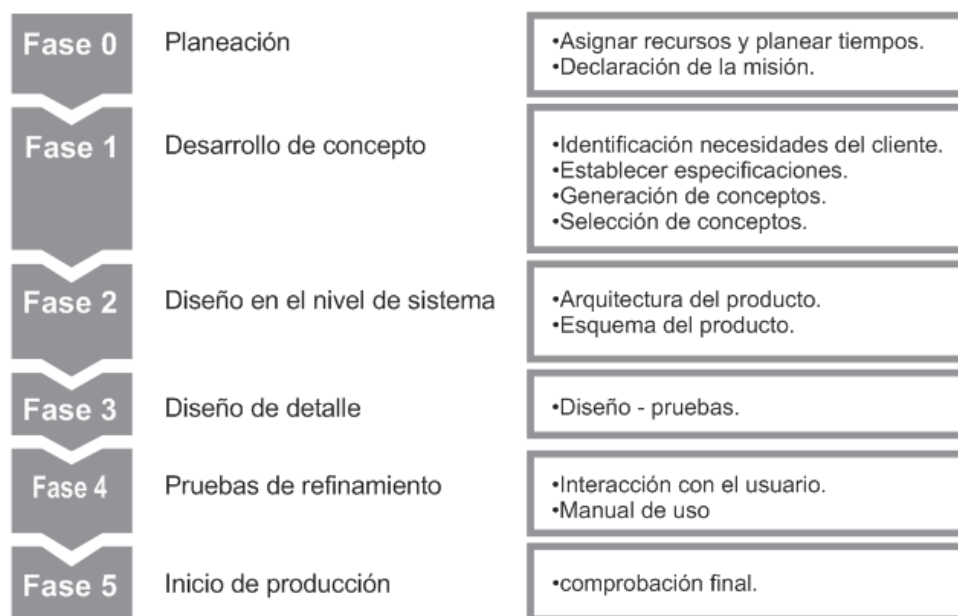
²⁷ REPÚBLICA DE COLOMBIA, Ley 84 Del 27 De Diciembre De 1989, vol. 5, no. Diciembre 27, p. 14, 1989

protección de los animales utilizados para fines científicos²⁸ y las normas para el manejo sostenible de especies de flora y fauna Silvestre y acuática Ley 611 de 2000²⁹.

4. METODOLOGÍA DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

La metodología del diseño y desarrollo del producto define de forma clara los principales segmentos que componen la generación de un producto. Enunciando tres funciones esenciales en el desarrollo del producto: la mercadotecnia como una vía de comunicación entre la empresa y sus clientes, el diseño como la generación del producto para el usuario y la manufactura de la empresa como parte operativa. Esta metodología consta de 6 fases mostradas en la figura 4, cada fase está compuesta de tareas propuestas para consolidar el éxito del producto.

Figura 4. Diagrama metodología diseño y desarrollo del producto.



Fuente: ULRICH, K. & EPPINGER, S. *Diseño y desarrollo de productos*. 2013

²⁸ D.O.U.E., Directiva 2010/63/UE, *D.O.U.E.*, vol. L 276, no. 20 de octubre de 2010, pp. 33–79, 2010

²⁹ REPÚBLICA DE COLOMBIA, LEY 611 DE 2000 (agosto 17), 2000

4.1. FASE 0: PLANEACIÓN DEL PRODUCTO

La declaración del producto en la tabla 6 resume la dirección que se toma en el desarrollo del producto, se manifiestan aspectos fundamentales como son: una breve descripción del producto, de que trata la propuesta de valor, Los objetivos claves de negocio, el mercado primario y secundario, suposiciones, restricciones y las personas que están involucradas en el producto.

Tabla 6. Declaración de la misión

Encapsulado de Hemiptera (*Reduviidae: Triatominae*) para comercializar en secretarías de salud, entidades de educación básica y universitaria, organizaciones mundiales de salud y afines, para conocimiento e investigación de la especie y coadyuvar al control de la enfermedad de Chagas

Descripción del producto	Producto para la identificación de Triatominos
Propuesta de valor	Uso de material biológico de referencia del vector de la enfermedad de Chagas Aislamiento del medio ambiente Organización de información Diseño de marca
Objetivos claves de negocio	Comercializar material para aprendizaje e investigación sobre el Principal vector de la enfermedad de Chagas. Servir como plataforma para nuevos productos
Mercado primario	Secretarías de Salud Entidades de educación básica y universitaria Universidades Investigadores Red Chagas
Mercados secundarios	Profesores de Ciencias

	Distribuidores de material de referencia.
Suposiciones y restricciones	Manejo del material Biológico Uso de material para encapsulamiento Calidad de los moldes Cualidades ópticas Resistencia del producto a impactos leves Manipulación de las muestras Acumulación de burbujas Impregnación del material a las estructuras
Involucrados	Biólogos Diseñadores Entomólogos Médicos Investigadores Red Chagas Proveedores

4.2. FASE 1: DESARROLLO DE CONCEPTOS

Este método busca mediante el desarrollo de 6 etapas, como muestra la figura 5, generar una interacción entre el diseñador y el usuario, mediante la experimentación en un ambiente real, para generar la experiencia que permita una retroalimentación de información en condiciones naturales del contexto de las necesidades³⁰.

Figura 5. Diagrama proceso desarrollo de concepto



Fuente: ULRICH, K. & EPPINGER, S. *Diseño y desarrollo de productos*. 2013

³⁰ ULRICH, K. & EPPINGER, S. *Diseño y desarrollo de productos*. 2013

4.2.1 Identificación de las necesidades del cliente. Entrevistas, asesorías y lugar de trabajo. Como parte del proyecto se realizaron actividades como trabajo de campo, manejo y mantenimiento de la colonia. Esto se realizó como parte del proceso de aprendizaje, mayormente ejecutado en el laboratorio de Entomología medica del CINTROP, se contó con el Dr. Jonny Edward Duque, con el técnico en administración de empresas agropecuarias Gustavo Adolfo Rincón Sandoval y con las biólogas Juliana Cuadros Martínez y Ruth Castillo. Con su ayuda se obtuvo información sobre la identificación de los especímenes de triatominos, se evidenció y se interpretó, como muestra la tabla 7, las necesidades que se presentaron alrededor de las posibles aplicaciones del producto. Durante todo este trabajo se usaron para la experimentación las instalaciones del laboratorio de entomología en el Parque Tecnológico Guatiguará, sede de Investigaciones de la Universidad Industrial de Santander.

Tabla 7. Interpretación de las necesidades del usuario

Enunciado del cliente	Necesidad interpretada
- El material usado debe permitir ver los detalles de los insectos encapsulados.	- El producto debe usar materiales 100% cristalinos - El producto permite un aumento en la imagen del insecto - El producto tiene un material que permite ser limpiado con facilidad
- Debe tener áreas lisas y bordes redondeados para que no lastime.	- El producto debe usar materiales que permitan acabados como lijado o pulido. - El producto usara materiales que permitan producir distintos tipos de formas.

- La apariencia del producto debe ser como si fuera una sola pieza	- El producto debe ser consistente - El producto preserva todos sus componentes en el interior
- El producto debe evitar el contacto de la persona que lo usa con el vector.	- El material debe ser inerte - El material usado debe proporcionar una barrera entre el usuario y los especímenes - El producto debe proporcionar bioseguridad al usuario
- Los derméstidos no deben tener contacto con los especímenes encapsulados.	- El producto preserva su contenido de agentes externos - El producto no permite el ingreso agentes externos que alteren su los especímenes.
- Debe ser bonito	- El producto tiene formas llamativas - El producto debe tener formas relacionadas con vector
- La información dicha debe poder leerse cómodamente.	- El producto tiene una tipografía sin serifas ni adornos. - Debe tener un buen contraste para una fácil lectura
- Debe tener un uso correcto del lenguaje usado en el manejo de las enfermedades vectoriales.	- El producto maneja un lenguaje científico. - La información usada en el producto es acorde con los estudios actuales del vector

- La disposición de los insectos debe cumplir con las reglas del arreglo entomológico de la especie.	- El producto cumple las reglas del arreglo entomológico y el estudio morfológico de triatominos. - Los especímenes cuentan con una disposición ordenada.
- El producto debe tener un precio relacionado a la calidad del producto	- El producto está fabricado con materiales de la región. - El producto está fabricado con una cantidad de material adecuado relación Costo/resistencia
- El Producto debe soportar las salidas de campo.	- El producto debe resistir la humedad. - El producto debe soportar golpes leves y caídas accidentales. - El producto debe tener buena resistencia a ser rayado - El producto tiene un tamaño para bolsillo

4.2.1.1 Jerarquías de las necesidades del usuario. Las necesidades del usuario acerca del producto se organizan en una lista jerárquica. De esta manera se determina la importancia de cada necesidad. Ordenando en conjuntos se define tanto necesidades primarias como secundarias. Para valorar su importancia asignamos asteriscos a cada uno, la cantidad de estos indicara su relevancia; tres

asteriscos indican necesidades críticas y un asterisco indicara una necesidad de baja importancia. También se usa el signo “!” para enunciar necesidades latentes³¹.

El producto permite una fácil identificación del vector

***El producto debe usar materiales 100% cristalinos

***El producto cumple las reglas del arreglo entomológico y el estudio morfológico de triatominos

(!)*El producto permite un aumento en la imagen del insecto

El producto comunica información correcta

***La información usada en el producto es acorde con los estudios actuales del vector

***El producto maneja un lenguaje científico.

**El producto tiene una tipografía sin serifas ni adornos.

**El producto debe tener un buen contraste para una fácil lectura

El producto fácil de limpiar

***El producto tiene un material que permite ser limpiado con facilidad

**El producto debe tener buena resistencia a ser rayado

³¹ ULRICH, K. & EPPINGER, S. *Diseño y desarrollo de productos*. 2013

El producto es cómodo para el usuario

***El usuario puede sujetar producto sin problemas

**El producto debe tener acabados limpios sin filos o puntas muy agudas

*El producto tiene un tamaño para bolsillo

El producto es seguro para el usuario

***El producto debe proporcionar bioseguridad al usuario

***El material debe ser en lo posible inerte

El producto es resistente

***El producto preserva su contenido de agentes externos

***El producto debe resistir la humedad.

***El producto no permite que se alteren los especímenes.

**El producto debe soportar golpes leves y caídas accidentales.

**El producto debe ser consistente

**El producto preserva todos sus componentes en el interior

El producto es atractivo al usuario

***Los especímenes cuentan con una disposición ordenada.

**El producto tiene formas llamativas

**El producto debe tener formas relacionadas con vector

El producto tiene un buen precio

***El producto está fabricado con una cantidad de material adecuado relación Costo/resistencia

*(!)El producto está fabricado con materiales de la región

4.2.2 Especificaciones del producto. Las expresiones del usuario determinan la calidad que se espera encontrar en el producto, las necesidades son escuchadas y traducidas en especificaciones, otorgándoles precisión al inferir lo que el producto debe de ser.

Sean llamados requisitos del producto o características ingenieriles, se refiere a variables claves en el diseño del producto, que se relacionan con valores. De este modo tendremos una especificación (singular); la relación de una métrica y un valor (unidades)³². Estas especificaciones obtenidas se numeran y se les otorga un valor de importancia de uno a cinco, siendo cinco lo más importante. También se agrupan según su carácter (Formal, funcional, ergonómico, técnico) como se muestra en la tabla 8.

³² ULRICH, K. & EPPINGER, S. *Diseño y desarrollo de productos*. 2013

Tabla 8. Requerimientos del producto

REQUERIMIENTO	#	NECESIDAD	IMPORTANCIA
Formal	1	El producto debe ser consistente	1
	2	El producto tiene formas llamativas	1
	3	El producto debe tener formas relacionadas con vector	1
	4	Los especímenes cuentan con una disposición ordenada.	2
Funcional	5	El producto permite un aumento en la imagen del insecto	3
	6	El producto tiene un material que permite ser limpiado con facilidad	2
	7	El producto tiene un tamaño para bolsillo	1
Ergonómico	8	El producto debe tener acabados limpios sin filos o puntas muy agudas	1
	9	El usuario puede sujetar el producto sin problemas	1
	10	El producto debe proporcionar bioseguridad al usuario	1
	11	El producto tiene una tipografía sin serifas ni adornos.	2
	12	Debe tener un buen contraste para una fácil lectura	2
	13	El producto debe usar materiales 100% cristalinos	1
	14	El producto preserva todos sus componentes en el interior	1

Técnico	15	El material debe ser en lo posible inerte	2
	16	El producto debe resistir la humedad.	1
	17	El producto debe soportar golpes leves y caídas accidentales.	1
	18	El producto debe tener buena resistencia a ser rayado	1
	19	El producto preserva su contenido de agentes externos	1
	20	El producto no permite que se alteren los especímenes.	1
	21	El producto maneja un lenguaje científico.	1
	22	La información usada en el producto es acorde con los estudios actuales del vector	1
	23	El producto cumple las reglas del arreglo entomológico y el estudio morfológico de triatomíneos.	1
	24	El producto está fabricado con materiales de la región	3
	25	El producto está fabricado con una cantidad de material adecuado relación Costo/resistencia	2

Para manejar las especificaciones se relacionan las necesidades y las métricas, es normal que varias de estas lleguen a compartir una métrica. Esta relación permite

medir y comparar las necesidades segun su importancia como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Métricas del producto

Métrica número	Número de necesidad	Métrica	Importancia	Unidades
1	5	Área	3	Cm ²
2	1,7,9,13,25	Volumen	4	CM ³
3	7,9,13	Peso	4	Kilogramos
4	2,4,11,12	Contraste	4	Alto, medio , bajo
5	2,5,11,12	Lectura	5	Tiempo de lectura (segundos)
6	5,7,8,9,11,12	Ergonomía	5	Confort
7	1,6,10,14,15, 16,17,18,20	Seguridad biológica	5	Normatividad
8	10,15	Toxicidad	4	% de toxicidad
9	6	Piezas	2	Número de piezas
10	3,4,10,13,14, 16,20,21,22,23	Arreglo entomológico	5	Normatividad
11	7	Embalaje	2	Número de pasos
12	7,13,15,24,25	Costo unitario de manufactura	3	\$ COP

Analizando las métricas de los productos evaluados, se comparan y definen los rangos de los valores que los hacen competitivos en el mercado, como muestra la

tabla 10, en caracteres medibles de las especificaciones que se busca dar al producto.

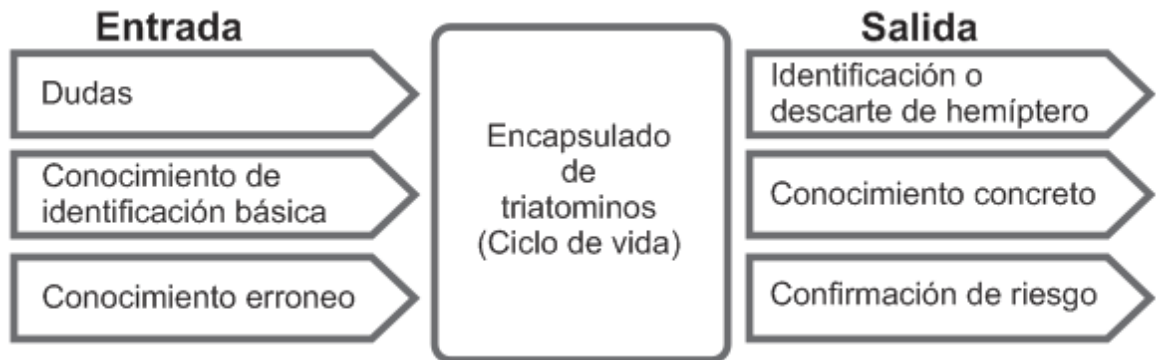
Tabla 10. Especificaciones finales del producto

Métrica número	Número de necesidad	Métrica	Importancia	Unidades	Valor
1	5	Área	3	Cm ²	100 cm ² >
2	1,7,9,13,25	Volumen	4	CM ³	150cm ³ >
3	7,9,13	Peso	4	gramos	200>
4	2,4,11,12	Contraste	4	Alto, medio , bajo	Alto
5	2,5,11,12	Lectura	5	Tiempo de lectura (minutos)	3 min
6	5,7,8,9,11,12	Ergonomía	5	Confort	Alto
7	1,6,10,14,15, 16,17,18,20	Seguridad biológica	5	Normatividad	si
8	10,15	Toxicidad	4	% de toxicidad	Bajo
9	6	Piezas	2	Número de piezas	1
10	3,4,10,13,14, 16,20,21,22,23	Arreglo entomológico	5	Normatividad	Alta
11	7	Embalaje	2	Número de pasos	3
12	7,13,15,24,25	Costo unitario de manufactura	3	\$ COP	100000>

4.2.3 Generación de conceptos. Esta fase de diseño integra los conceptos que darán pie al uso de tecnología para la producción y el desarrollo del producto, se describe el producto y su capacidad de dar respuestas al usuario objetivo.

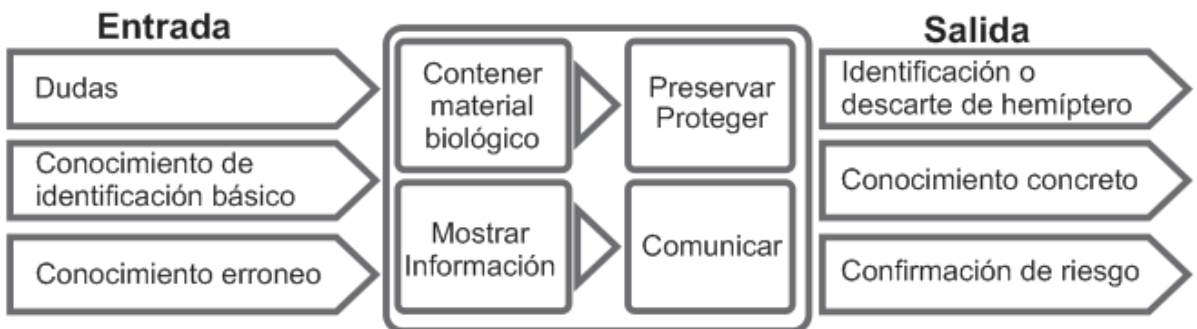
Mediante un entendimiento general del problema se descompone y se enfoca en los sub problemas críticos, mediante un diagrama como lo muestra la figura 6, se abordan los subsistemas analizando cada sub función y encontrando soluciones específicas.

Figura 6. Diagrama función general



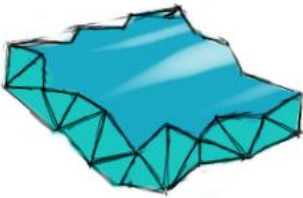
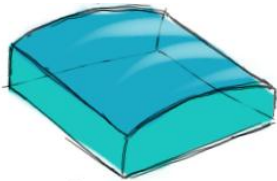
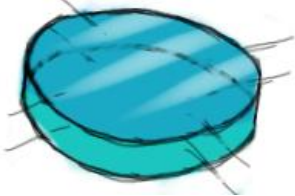
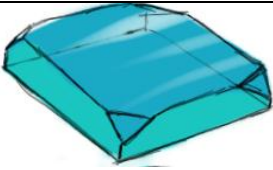
Dividiendo el producto en subsistemas se tienen dos funciones que se relacionan al producto como muestra la figura 7.

Figura 7. Diagrama sub funciones



4.2.4 Selección de conceptos. Se plantean alternativas en la tabla 11, respecto a los volúmenes que puedan ser usados en el encapsulamiento de un ciclo de vida, para poder acomodar los especímenes pensando en el espacio de la información necesaria a preservar en su interior.

Tabla 11. Alternativas de diseño.

	Alternativa	Imagen	Descripción
1	Bordes cristal		Laterales con formas triangulares imitando cristales. Cierta reducción de material. Dificultad en el desmoldado.
2	Lente 1		Cara superior curvada en un solo eje, efecto de acercamiento, distorsión de medidas reales. No hay agarre definido. Orientación según el texto.
3	Circunferencia		Reducción de material. Fácil desmoldado. Guardado fácil. Volumen compacto.
4	Sin esquinas		No tiene esquinas superiores Cara plana, vista real

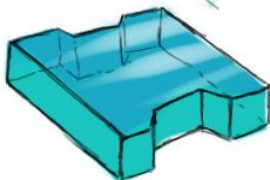
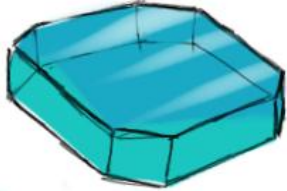
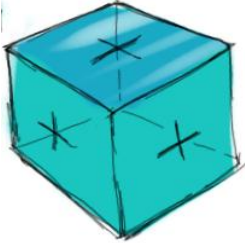
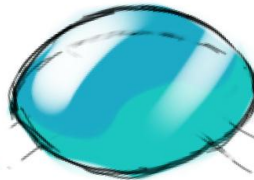
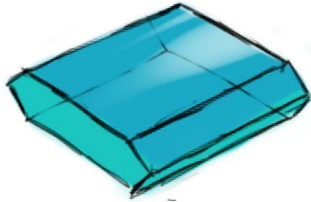
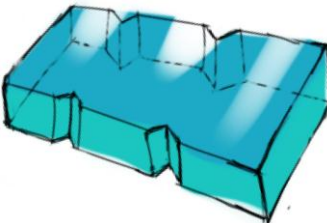
5	Formas Hexagonales		Sección de agarre, Gasto de material en los salientes. Muchos bordes
6	Sin esquinas 2		Ángulos mayores en esquinas. Volumen compacto.
7	Cubo		Muestras en las diferentes caras. Gasto alto de material. Demasiado volumen.
8	Lente		Efecto lupa, deformación de las longitudes reales. No hay agarre definido, orientación según el texto Bordes y zonas propensas a fractura
9	Hexágono plano		Ángulos laterales de extremo a extremo, posibles reflejos indeseados de luz
10	Configuración lineal		Configuración lineal Lectura de izquierda a derecha. Desmoldado fácil. Gasto de material

TABLA MATRIZ FILTRADO DE CONCEPTO

La matriz de filtrado de concepto que se muestra en la tabla 12 busca evaluar las opciones en relación de un producto que presente las mejores características, esta competencia determinara cualidades importantes que hacen del producto competitivo otorgándole una calificación positiva negativa o neutra, no obstante productos que tengan calificaciones casi tan altas en la sumatoria como el mejor se tendrán en cuenta como aportes a mejorar el resultado.

Tabla 12. Matriz de filtrado de conceptos.

#	Métrica	Imp.	Unidades	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Área	3	Cm ²	0	-	-	0	-	-	-	-	0	-	-
2	Volumen	4	CM ³	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-
3	Peso	4	gramos	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Contraste	4	Alto, medio, bajo	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5	Lectura	5	Tiempo de lectura (minutos)	0	0	-	0	0	0	0	-	-	0	0
6	Ergonomía	5	Confort	0	-	-	0	-	0	-	-	-	-	-
7	Seguridad biológica	5	Normatividad	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

8	Toxicidad	4	% de toxicidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	Piezas	2	Número de piezas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	Arreglo entomológico	5	Normatividad	0	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
11	Embalaje	2	Número de pasos	0	0	0	-	0	0	0	0	-	0	0
12	Costo unitario de manufactura	3	\$ COP	0	-	-	-	-	0	0	-	-	-	0
			Suma +	0	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2
			Suma 0	1	4	3	5	4	6	5	3	4	4	5
			Suma -	0	5	6	4	5	3	4	7	5	5	5
			Evaluación neta	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-3
			Posición		3	4	2	4	1	2	5	2	2	4
¿Continuar?					C	N	C	N	S	C	N	C	C	N
S: si														
N: no														
C: combinar														

4.2.5 Conclusiones. Después del filtrado de los conceptos, se definen las demás características de la información que acompaña el material de referencia: medidas, fuentes, términos correctos, posición de los especímenes, etc. Además se realizaron pruebas para escoger los materiales más viables según las especificaciones requeridas para la producción, la forma más adecuada para realizar la mezcla, el vertimiento y el curado del material, se definirá los tiempos correctos y el protocolo de pasos a seguir para poder obtener resultados óptimos.

4.3 FASE 2: Diseño a nivel de sistemas

4.3.1 Manejo del material biológico. Para el desarrollo de este proyecto fue necesaria la introducción y capacitación en las dinámicas del CINTROP. El manejo de las colonias de vectores es un factor determinante en la producción de estos individuos para la experimentación. Este proceso se dio gracias al acompañamiento del entomólogo Jonny Edward Duque Luna, la bióloga Juliana Cuadros y el Técnico Gustavo Rincón.

El manejo de las colonias de los triatominos que se muestran en la figura 8, abarcaba la alimentación que se realiza en un promedio de 15 a 20 días, usando sangre de gallina (*Gallus domesticus*) y el mantenimiento para poder limpiar los recipientes, retirar los especímenes muertos y las exuvias (cutículas que quedan del cambio de estadio).

Figura 8. Colonias de triatominos.



A medida que se efectúan estas tareas se realiza el aprendizaje en la identificación de especímenes, este conocimiento fue fundamental en el desarrollo del proyecto al permitir determinar las diferencias entre taxones³³.

4.3.2 Bioseguridad. El trabajo en el laboratorio requiere de cumplir las normas de bioseguridad para evitar accidentes, el uso de barreras físicas que evita el contacto con el material biológico, como el uso bata blanca, guantes y tapabocas, necesarios para la manipulación de las colonias³⁴.

³³ Taxón: grupo de organismos que comparten las mismas características representativas en un rango de un sistema clasificatorio, CRISCI, J. V. Clasificación biológica : naturaleza , objetivos , fundamentos, no. October, 2016

³⁴ UIS, Manual de bioseguridad Universidad de Santander, pp. 1–24, 2012

4.3.3 Colecta. Para realizar la colecta se debe definir los estadios y el número de especímenes que se van a utilizar. Al extraerlos de los contenedores de las colonias se ubican en nuevos contenedores de plástico más pequeños y con tapa, de esta manera se colectan como se muestra en la figura 9, separándolos por estadio y marcando cada recipiente respectivamente.

Figura 9. Colecta de especímenes.



4.3.4 Sacrificio. Después de colectarlos y tener los especímenes en sus respectivos recipientes con tapa, se ubican en una nevera. De esta manera se exponen a bajas temperaturas para que sus funciones decaigan hasta el punto

letal. Se recomienda dejarlos en un congelador (10° a 3° C) durante un periodo de 8 horas.

4.3.5 Limpieza de especímenes. Los vectores crecen en pequeñas colonias, esto causa que se unten de sus propias deposiciones, estas heces provocan la pérdida de detalles en algunas de sus características como muestra la figura 10. Se recomienda una limpieza con alcohol y un hisopo de algodón luego del proceso de sacrificio.

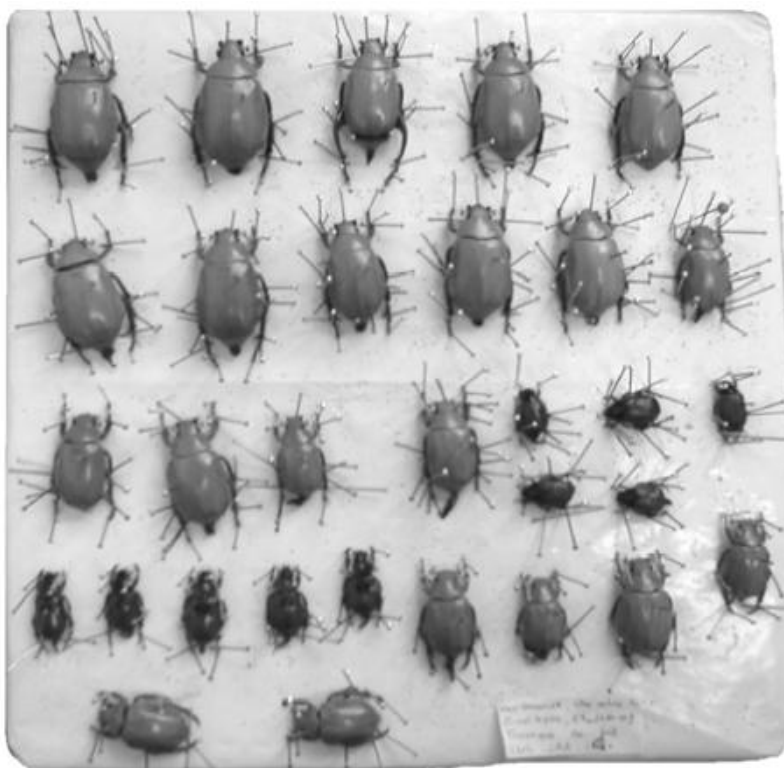
Figura 10. Triatomas colectados



4.3.6 Arreglo entomológico. La postura del espécimen es determinante en su identificación. El objetivo es presentarlo en la forma en la que naturalmente se apoya, en el caso de los triatominos se acomodan soportándolos sobre el abdomen con su primer par de patas hacia adelante, y el segundo y tercer par de

patas hacia atrás, dejándolas siempre visibles³⁵. Esta postura normalmente se logra acomodando el espécimen entre agujas como muestra la gráfica 11 para que al momento de alcanzar la rigidez quede en la disposición deseada.

Figura 11. Arreglo entomológico.



Fuente: LUNA, J. M. Técnicas de colecta y preservación de insectos, vol. 37, 2005

4.3.7 Primera pruebas de materiales: resina y especímenes de triatominos. Se plantean una serie de pruebas para observar el comportamiento del material biológico con la resina. Se busca determinar métodos eficaces para integrar estos dos elementos.

³⁵ LUNA, J. M. Técnicas de colecta y preservación de insectos, vol. 37, 2005

RESINA Y ESPECÍMENES

Se desconoce el comportamiento de las estructuras de los triatominos preservados en materiales tipo resina. Además no se conocen las propiedades exactas de las resinas que se consiguen con el distribuidor de la región (INGEQUIMICAS).

Los antecedentes muestran que la resina conserva las características del espécimen. Durante la manipulación del material pueden llegarse a presentar burbujas. Esto es producto del no correcto proceso de mezclado de la resina o también aire atrapado en el espécimen.

ELIMINACIÓN DE BURBUJAS

Existen métodos populares para la eliminación de burbujas en la resina. Mediante esta prueba se busca definir cuál método es más efectivo para el correcto manejo de las burbujas presentes en la mezcla de material.

Los materiales que se utilizaron fueron:

- Resina Epoxi
- Vasos de polipropileno
- Paletas de madera (mezcladores)
- Pinzas
- Etanol 96% en spray
- Pistola térmica
- Bomba de vacío
- Muestras especímenes
- Guantes
- Base papel para el área de trabajo

Se disponen cinco vasos desechables de plástico de polipropileno (PP) como recipientes de las muestras a encapsular.

Se prepara la resina en un contenedor igualmente de polipropileno en una relación de 50/50 obteniendo una mezcla de aproximadamente unos 125 ML que se mezcla hasta lograr una sustancia homogénea y transparente. La resina de cada volumen contara con un tratamiento diferente especificado en la tabla 14, vertiendo cada una de estos tratamientos en los vasos bañando el espécimen en la resina correspondiente de su contenedor. Durante este proceso hasta el endurecimiento de la resina se evidenciara el comportamiento de las burbujas atrapadas en la resina.

Tabla 13. Tratamientos prueba 1

Tratamiento	Descripción
Control	Ninguna tratamiento a la resina
Etanol	Etanol al 96% rociado a la resina superficialmente
Calor	Calentamiento de la resina mediante una pistola térmica (30°C)
Vibración	Recipiente sobre una base vibratoria durante un minuto
Vacío	Ubicación de la resina en cámara de vacío para desgasificación

Selección de sujetos:

Se utilizaran especímenes adultos de ambos sexos de *Triatoma maculata*, obtenidos de la colonia del laboratorio de entomología médica. Ubicados en la resina en un transcurso de 45 min tiempo en el cual la resina empieza su endurecimiento.

Resultado: Las muestras se dejaron curar por dos días, tiempo suficiente para que la resina endureciera totalmente,

Control: En esta muestra de control la resina permanece con una cantidad notoria de burbujas, las más cercanas a la superficie desaparecen porque alcanzan a llegar y reventarse antes de que endurezca el material por completo.

Etanol: La aplicación de etanol con el spray ayuda a eliminar rápidamente solamente las burbujas superficiales, además trae efectos secundarios en la resina

Calor (Pistola térmica): El calor aplicado a la resina hace que esta fluya más, permitiendo el movimiento de las burbujas a la superficie y su eventual eliminación

Vibración:

No se evidencia mayor eliminación de las burbujas por parte de este método.

Vacío: Se evidencia un movimiento mayor de las burbujas a la superficie, donde al cabo de unos segundos explotan.

Conclusiones: A pesar de la transparencia de la resina epoxi usada, se observó que tiene un toque amarillo ámbar que no da el acabado cristalino deseado, sin embargo no se descarta su uso y se plantea como una opción en el acabado del producto.

Se evidenció que el proceso de encapsulado necesita de varias etapas, ya que los especímenes usados tendieron a flotar manteniéndose a nivel superficial de la resina. Es necesario aplicar una capa de resina que atrape los triatominos fijándolos y luego otra que permita que tengan un recubrimiento grueso.

Algunas partes de los cuerpos de los triatominos mantienen aire atrapado, se evidencio burbujas de aire que surgieron del aparato reproductor y de la sección que se encuentre debajo de las alas. Se hace necesario crear un método que permita eliminar o evite que emerjan estas burbujas del interior de los especímenes.

El uso de calor como el uso de la cámara de vacío son efectivos, sin embargo la aplicación de calor a la resina es un proceso más laborioso y falto de control, mostrando así la efectividad de la cámara de vacío, que permite un tratamiento constante hasta el endurecimiento total de la resina.

La resina dificulta la posición de los especímenes que flotan ubicándose en desorden en la sustancia como muestra la figura 12. Es necesario un sistema que permita fijarlos y además permita ubicar la información en el interior.

Figura 12. Triatoma maculata en resina epoxi.



4.3.8 Segunda pruebas de materiales: resina y especímenes de triatominos. Partiendo de las anteriores conclusiones de la prueba uno se plantea soluciones, además se busca el uso de una resina diferente para buscar más claridad en el acabado del producto usando resina epoxi cristal que contiene las mismas propiedades que la anterior resina usada en las pruebas con especímenes.

Materiales:

- Resina Epoxi
- Vasos de polipropileno
- Paletas de madera (mezcladores)
- Pinzas
- Etanol 96% en spray
- Lámpara incandescente
- Bomba de vacío
- Muestras especímenes
- Guantes
- Base papel para el área de trabajo

Se disponen cinco vasos desechables de plástico de polipropileno (PP) como recipientes de las muestras a encapsular.

Se repite el anterior procedimiento del “**prueba 1. resina y especímenes**”.

Se prepara la resina en un contenedor igualmente de polipropileno en una relación de 50/50 obteniendo una mezcla de aproximadamente unos 125 ML que se mezcla hasta lograr una sustancia homogénea y transparente. Se vierte parte de esta mezcla en ambos recipientes hasta lograr una capa de al menos unos 10mm y donde se evidenciara una cierta cantidad de burbujas, se ubican los especímenes en cada recipiente, a uno de ellos se le rocía con etanol para deshacer la mayoría de burbujas presentes y se vuelve a aplicar otra capa sobre los espécimen, efectuando el mismo proceso de rociado en el vaso del experimento.

Los tratamientos a probar son:

Etanol	Calor	Vibración	Vacío
--------	-------	-----------	-------

Selección de sujetos: Se utilizaran especímenes adultos de ambos sexos de *Triatoma maculata*, obtenidos de la colonia del laboratorio de entomología médica. Ubicados en la resina en un transcurso de 45 min tiempo en el cual la resina empieza su endurecimiento.

Resultados: Las muestras se dejaron curar por dos días, tiempo suficiente para que la resina endureciera totalmente. Estos resultados mostraron características similares a la anterior prueba.

Control: La resina permanece con una cantidad notoria de burbujas, algunas cercanas a la superficie desaparecen antes de que endurezca el material.

Etanol: La aplicación de etanol mediante spray, ayuda a eliminar solamente las burbujas superficiales, además trae efectos contra producentes, como la pérdida de rigidez por parte de la resina, comprometiendo la resistencia del material.

Calor (Luz incandescente): El calor aplicado a la resina hace que esta fluya más, permitiendo el movimiento de las burbujas a la superficie y su eventual eliminación

Vibración: No se evidencia mayor eliminación de las burbujas por parte de este método.

Vacío: Se evidencia un movimiento mayor de las burbujas a la superficie, donde al cabo de unos segundos explotan.

Conclusiones: Las características que se aprecian en la figura 13 de la resina epoxi cristal adquirida en INGEQUIMICAS y la resina epoxi cristal nueva mantienen muchas similitudes, lo cual permite empezar a usar este nuevo material para buscar mejores características en el producto.

Figura 13. Prueba resina epoxi cristal



La aplicación de calor mediante una luz incandescente resulto en una eliminación mayor de las burbujas, el calentar la superficie de esta manera facilitaba su tránsito por el material y posterior desaparición.

Se evidencio que la cantidad y forma de mezclar resina epoxi afecta en gran medida la cantidad de burbujas que se puedan generar.

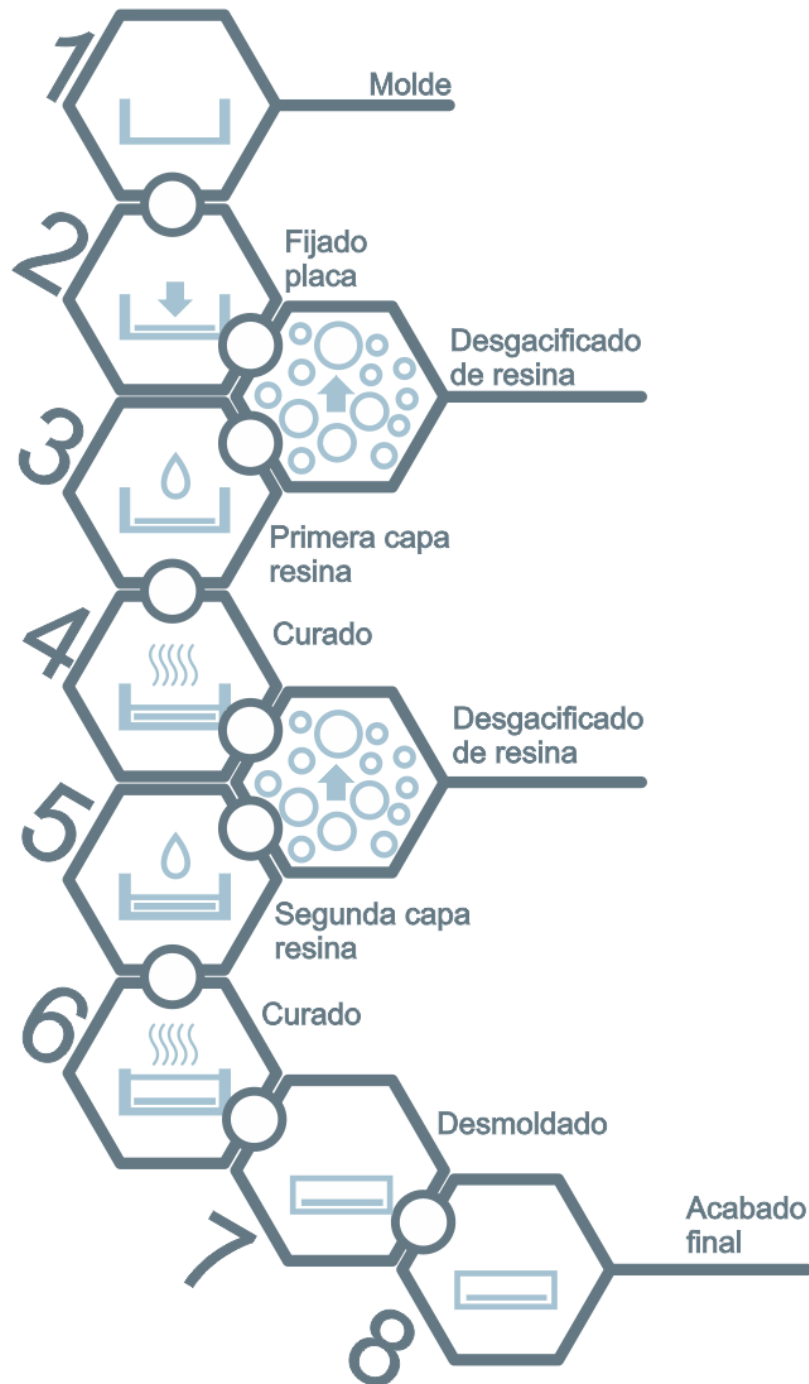
También fue evidente la poca reacción exotérmica de la mezcla lo cual indica un mayor tiempo de reacción y curado.

Integrando el conocimiento adquirido durante el trabajo en el laboratorio y la experimentación de posibles soluciones para el uso de resinas y el material biológico, se componen estos aspectos para definir sus características: dimensiones materiales y procesos, de la forma más cercana un producto. De esta manera se busca solucionar posibles problemas que se presenten en su manufactura.

4.4 FASE 3: Diseño del detalle

Planos técnicos de los componentes. Anexo A

4.4.1 Esquema de producción.



4.4.1.1 Molde. El molde está fabricado en acrílico de 10 mm mediante corte laser, sus piezas son ensamblables y reutilizables. Este elemento también puede ser fabricado en cauchos de látex o silicona. Cuenta con caras internas lisas para que la resina puede copiar las texturas. El molde debe contar con niveles como los vistos en la gráfica 14, esto permite controlar el correcto vaciado del material, controlando que la superficie de las capas de resina se mantenga paralela a la cara inferior del molde.

Figura 14. Molde rígido con niveles



4.4.1.2 Placa. La placa tiene inscrita información de los especímenes y facilitar su disposición espacial en el producto. Mediante la aplicación de pequeñas gotas de resina que se usa como adhesivo como se aprecia en la figura 15, se facilita la ubicación de los insectos. Este proceso también permite cubrir al vector sellando posibles salidas de aire atrapado en las estructuras evitando que escapen a causa de la presión ejercida por las próximas capas de resina.

Figura 15. Distribución y fijado en la placa



4.4.1.3 Capa primaria de resina. La aplicación de resina se divide en dos etapas, la primera busca sellar posibles estructuras de los especímenes que contengan aire. Esta cobertura inicial no genera presión sobre el aire contenido en los especímenes. Al endurecerse sella y atrapa aquellas burbujas que podrían salir si se aplicara una mayor cantidad de material.

4.4.1.4 Desgasificación. El proceso de desgasificación permite la extracción del aire por medio de vacío. Mediante un motor de vacío como se muestra en la figura 16 se extrae el aire de un volumen sellado que contiene el material a desgacificar. Las burbujas atrapadas en la sustancia transitan a la superficie y desaparecen a causa de la presión negativa en el contenedor.

Figura 16. Cámara de Vacío



4.4.1.5 Capa secundaria de resina. Esta última capa busca completar el volumen del final del producto, el material ya se encuentra encapsulado y no existe el riesgo del surgimiento de burbujas del interior. Se tiene especial cuidado con no derramar material más allá de la altura del molde.

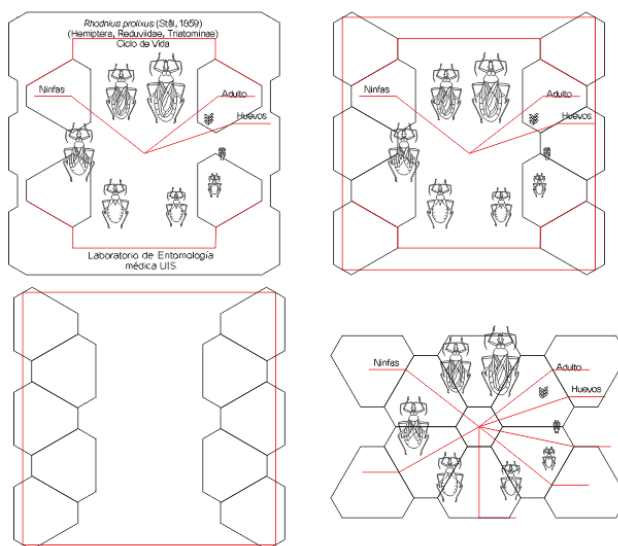
4.4.1.6 Acabados. Después de desmoldar la pieza se prosigue a dar acabados a bordes o aristas que presenten puntas o bordes filosos mediante un cabezal de pulimento y un mototool como se aprecia en la figura 17.

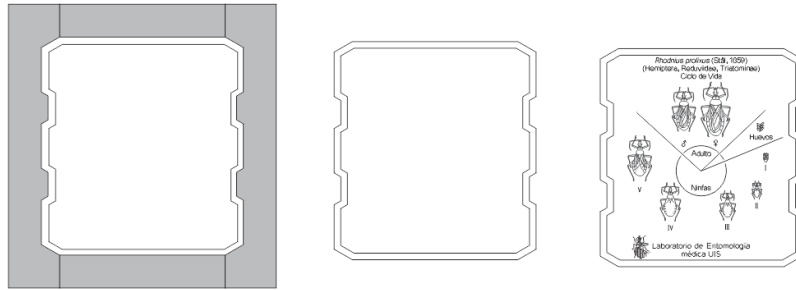
Figura 17. Cabezal de pulido y acabado en pieza.



4.4.2 Disposición geométrica del producto. Se plantean las medidas finales de los elementos principales que componen el producto, para esto se hacen esquemas y se diseñan las áreas donde se preservaran los insectos. Como se aprecia en la figura 18 se tuvo en cuenta los respectivos tamaños de cada uno de los estados del triatomino.

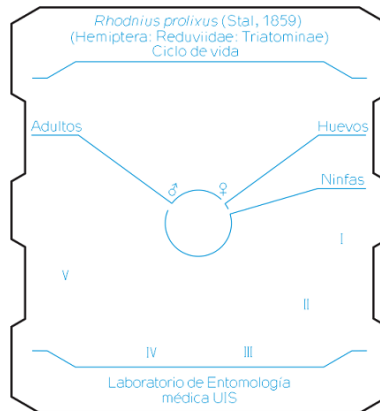
Figura 18. Características sección placa





El esquema mostrado en la figura 19 es usado para la reproducción de la placa mediante el marcado y corte láser, se usó una tipografía generada a partir de la fuente Arial de 9pp Normal e Itálica, con un tracking del texto de 25%.

Figura 19. Esquema placa para corte láser



La figura 20 muestra la tipografía generada para el marcado de la información en la placa

Figura 20. Tipografía para marcado láser

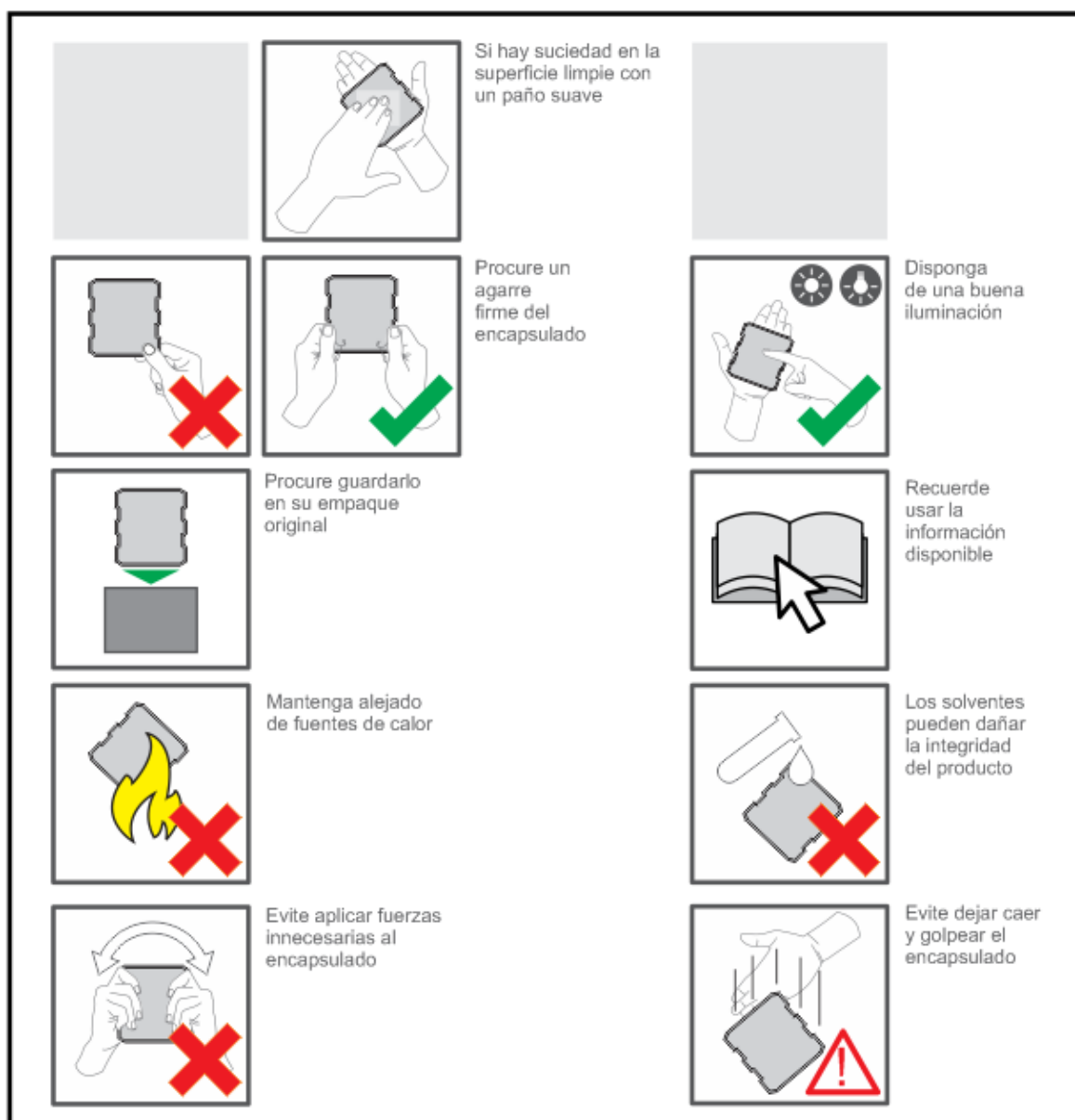


4.5. FASE 4: INTERACCIÓN CON EL USUARIO

Ficha grafica informativa

Mediante una ficha mostrada en la figura 21 con indicaciones se muestra al usuario los cuidados que debe tener con el producto, así como acciones que debe para no producir daños o accidentes que lo deterioren.

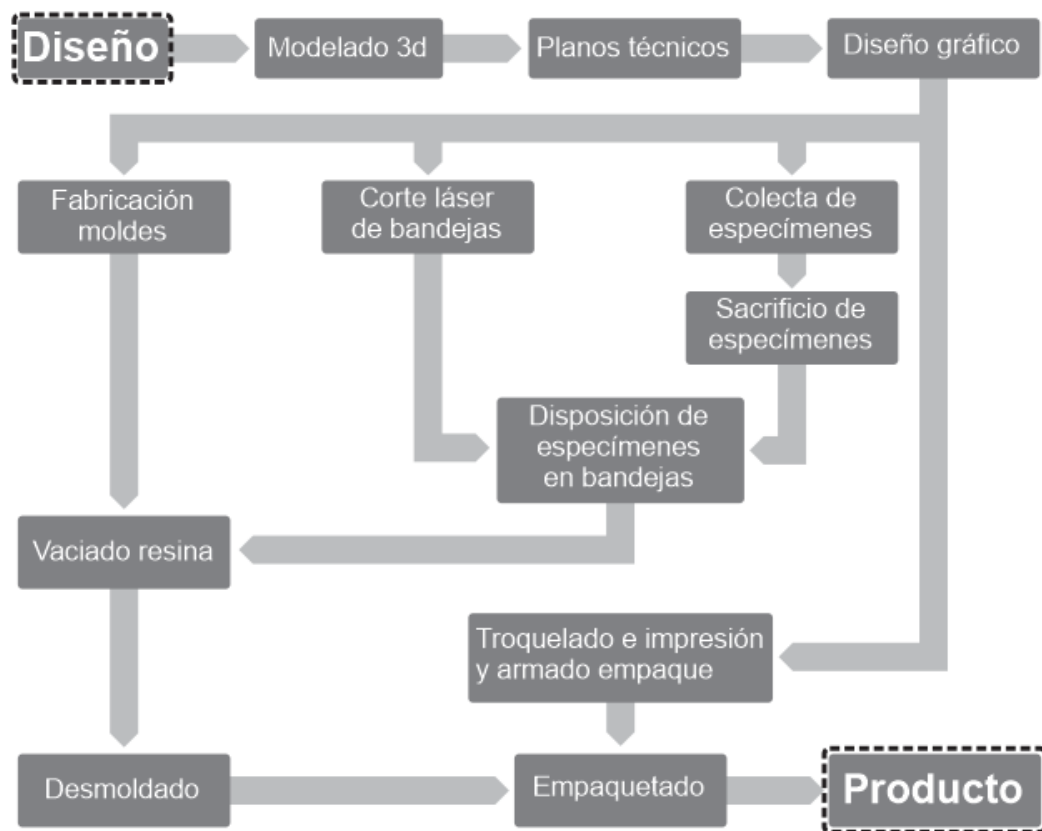
Figura 21. Indicaciones para el usuario.



5. PRODUCCIÓN DEL PRODUCTO

Se determinan las especificaciones técnicas de la producción definiendo materiales, cantidades y costos de materia prima y procesos de los elementos componentes del producto. De esta manera se muestra en la figura 22 un diagrama de flujo para la producción.

Figura 22. Diagrama de flujo de producción.



5.1 Descripción técnico productiva

Mediante el listado mostrado en la tabla 14 de los componentes del producto para su manufacturación y una breve descripción, más adelante se analiza el volumen de materia prima necesaria de forma unitaria y sus respectivos costos, también

aquellos procesos que deban ser contratados de forma externa y las posibles variables.

Tabla 14. Listado de piezas.

Pieza	Descripción	Cantidad producto
Cuerpo	Volumen de resina epoxi cristal	1/2
Placa de muestras	Lamina de acrílico marcado y cortado en láser, pintado con pintura acrílica.	1
Individuos (triatominos)	Muestras de huevos y cada estadio de la fase ninfal y adultos (macho y hembra)	8
Empaque 1	Cartón impreso, troquelado y pegado	1
Empaque 2	Cartón, troquelado y pegado	1
Folleto	Propalcote impreso y empastado	1

En la tabla 15 se hace un estimado de los costos de mantenimientos de los elementos relacionados a la zoocria³⁶ de los triatominos en relación a un año.

Tabla 15. Costos operativos zoocria

Elemento	Costo unitario	unidades anual	Costo anual
Gallinas	23000	1 unidades	460000
Concentrado	70000	1 bulto	420000
Maíz molido	65000	1 bulto	390000
Tamo	22000	1 bloque	88000
Medicinas gallinas	10000	20 dosis	200000
Guantes nitrilo	33000	1 caja x 100 unidades	33000
Guantes blancos	30000	1 caja x 100 unidades	30000

³⁶ Artículo 3°. De los zoocriaderos. Se refiere al mantenimiento, cría, fomento y/o aprovechamiento de especies de la fauna silvestre y acuática en un área claramente determinada, con fines científicos, comerciales, industriales, de repoblación o de subsistencia. REPÚBLICA DE COLOMBIA, LEY 611 DE 2000 (agosto 17), 2000

Tapabocas	30000	1 caja x 100 unidades	30000
Gorros	30000	1 caja x 100 unidades	30000
Alcohol	21000	1 galón	21000
Hipoclorito	12000	1 galón	12000
Jabón liquido	27000	1 galón	27000
Papel higiénico	1000	50 rollos	50000
Bata	50000	2 unidades	100000
Insumos de oficina	200000	Cantidad variable	200000
Vasos desechables	2000	50 bolsas x 50	100000
Pinzas entomológicas	135000	1 kit x 4 unidades	135000
Tarros plásticos 17 cm	7000	20 unidades	1400000
Espacio de trabajo	1000000	1 cuota x 12 meses	12000000
Auxiliar	690000	12 salarios	8280000
Total			24006000

Se calcula la población actual de triatominos en el laboratorio según su especie y sus cantidades y se registran en la tabla 16.

Tabla 16. Calculo de individuos totales de las colonias.

Especie	Número de colonias	Cantidad colonia	Cantidad total
<i>R. colombiensis</i>	1	80	80
<i>R. prolixus</i>	12	100	1200
<i>R. prolixus</i> (o. rojos)	2	100	200
<i>R. prolixus</i> (campo)	5	20	100

<i>R. prolixus</i> (campo2)	1	100	100
<i>R. pallences</i>	6	100	600
<i>T. maculata</i>	3	100	300
<i>T. dimidiata</i>	3	80	240
<i>T. dimidiata</i>	1	50	50
<i>P. geniculatus</i>	2	50	100
<i>E. mucrunatus</i>	2	50	100
Total individuos			3070

De lo anterior tenemos en la tabla 17 que el valor total del costo operativo de las colonias que se divide por la cantidad de individuos totales en las colonias y así poder obtener el valor por individuo.

Tabla 17. Relación costo individuo

Costos operativos colonias	24006000
	÷
Número de individuos total de las colonias	3070
Costo individuo	7800

Los ciclos de vida usan siete diferentes ejemplares en su realización, por tanto el valor del material biológico usado con base a los costos de los individuos adquiridos en las colonias se muestra en la tabla 18

Tabla 18. Valor individuos usados por ciclo de vida

Número de individuos por ciclo de vida	Valor individuo	Valor Total por ciclo de vida
7	7800	54600

La tabla 19 muestra las piezas que hacen parte del producto, y la cantidad de material necesaria.

Tabla 19. Listado de piezas con materiales.

Pieza	Material	Cantidad
Molde	Caucho	50 cm ³
Cuerpo	Resina epoxi cristal	60 mL
Placa de individuos	Lamina de acrílico cristal 2mm	9x9 cm ²
Empaque 1	Cartulina Kraft	40x20 cm ²
Empaque 2	Cartón micro corrugado	40x20 cm ²
Folleto	Papel propalcote 90gr	100x70 cm ²

Los costos de la materia prima por cada unidad se muestran en la tabla 20.

Tabla 20. Costos materia prima.

Material	Pieza	Costo COP ³⁷ /unidad
Caucho	Molde	2.000
Resina epoxi cristal	Cuerpo	5.000
Lamina de acrílico cristal	Placa de muestras	3.000
Cartulina Kraft	Empaque 1	1.000
Cartón micro corrugado	Empaque 2	2.000
Papel propalcote 90gr	Folleto	8.00
Total materia prima		13.800

Además de los valores anteriores, se tienen costos de procesos que son aplicados para la transformación de la materia prima. Los costos de algunas actividades se cotizaron con base al tiempo de ejecución y las demás actividades no ejecutables

³⁷ COP – Moneda de Colombia

por razones de falta de equipos o experticia se cotizaron con empresas locales como se muestra en la tabla 21.

Tabla 21. Costos proceso de manufacturación.

Proceso	Descripción	Costo COP/unidad
Mezcla de resina	Mezclado homogéneo de la resina	5.000
Desgasificación de resina	Eliminación de burbujas de la resina	1.000
Corte y marcado láser	Corte y marcado de las placas	3.000
Impresión cartón	Empaque 1	1.000
Troquel	Empaque 2	2.000
Pegante	Folleto	800
Total costos de manufacturación		12.800

En la tabla 22 se tienen el costo total unitario del producto, resultante de la suma de los costos de la materia prima y los procesos de manufacturación del producto, además de los costos variables y fijos previstos para la producción.

Tabla 22. Costo unitario del producto.

Total materia prima	13.800
Total costos individuos por ciclo de vida	54.600
Total procesos de manufactura	12.800
Costos variables	20.000
Costos fijos	100.000
Costo unitario del producto	101.200

En conclusión, el costo unitario de producción es de \$81200 COP, este costo puede verse reducido según el número de unidades por pedido. El costo de los especímenes a encapsular tiene un valor agregado, el CINTROP es el único que dispone del manejo de estos especímenes ya que han sido adquiridos durante años de trabajo e investigación, así como de capturas en salidas de campo.

6. IMAGEN CORPORATIVA

Se creó la marca CAPSA Encapsulamiento Biológico como una marca que maneja el uso de resinas para preservar estructuras y especímenes. El nombre CAPSA³⁸ es la palabra en latín para referirse a caja, refiriéndose a aquello que guarda algo.



6.1. MANUAL DE IMAGEN

A continuación se determinan reglas para el manejo de la imagen de la marca “CAPSA encapsulamiento biológico” que restringen a los siguientes parámetros su utilización en medios impresos y digitales.

6.2. ELEMENTOS DE LA IMAGEN

6.2.1 Logotipo. Las proporciones y distribución de la marca se mantendrán según la referencia usada en la siguiente cuadrícula que se muestra en la figura 23, así como el área libre al rededor. La primera tipografía usada en el texto superior es una modificación de Century Gothic abstrayendo partes de la letra A y en el texto inferior se usó la tipografía Euphemia.

³⁸Del lat. capsŭla, dim. de capsa 'caja'. <http://dle.rae.es/?id=7M0RSe2>

Figura 23. Logotipo.



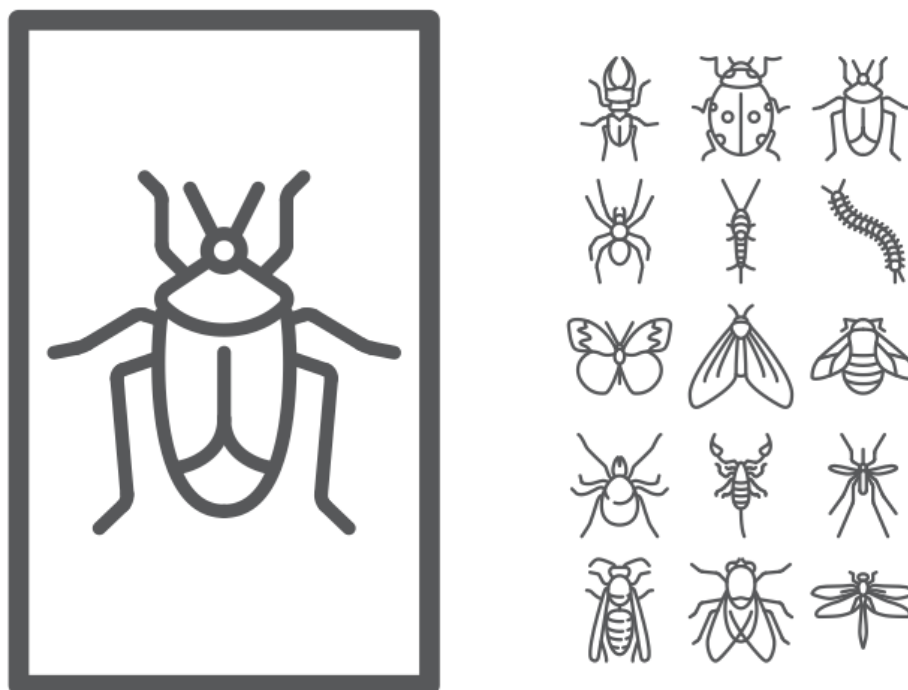
Las posibles variaciones del color en el logotipo se muestran en la figura 24 estarán determinadas por las siguientes paletas de colores aplicables según se necesite lograr contraste con el fondo.

Figura 24. Paleta de colores.



6.2.2 Isotipo. El isotipo está definido por unas pocas líneas que evocan las estructuras más reconocibles de los hemípteros enmarcados en un rectángulo que se relaciona al efecto de encapsulado de los insectos como se aprecia en la figura 25. También se propone el uso de otras figuras de insectos para el posible manejo de otros especímenes en los encapsulados.

Figura 25. Isotipo.



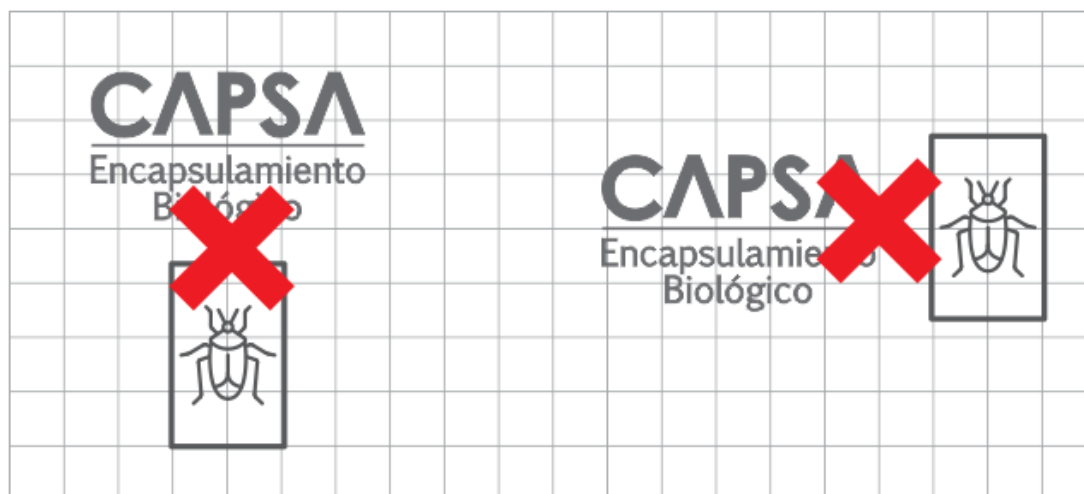
El manejo de ambos elementos, logotipo e isotipo estará restringido a las siguientes configuraciones y relaciones de tamaño de la figura 26.

Figura 26. Relación logotipo isotipo



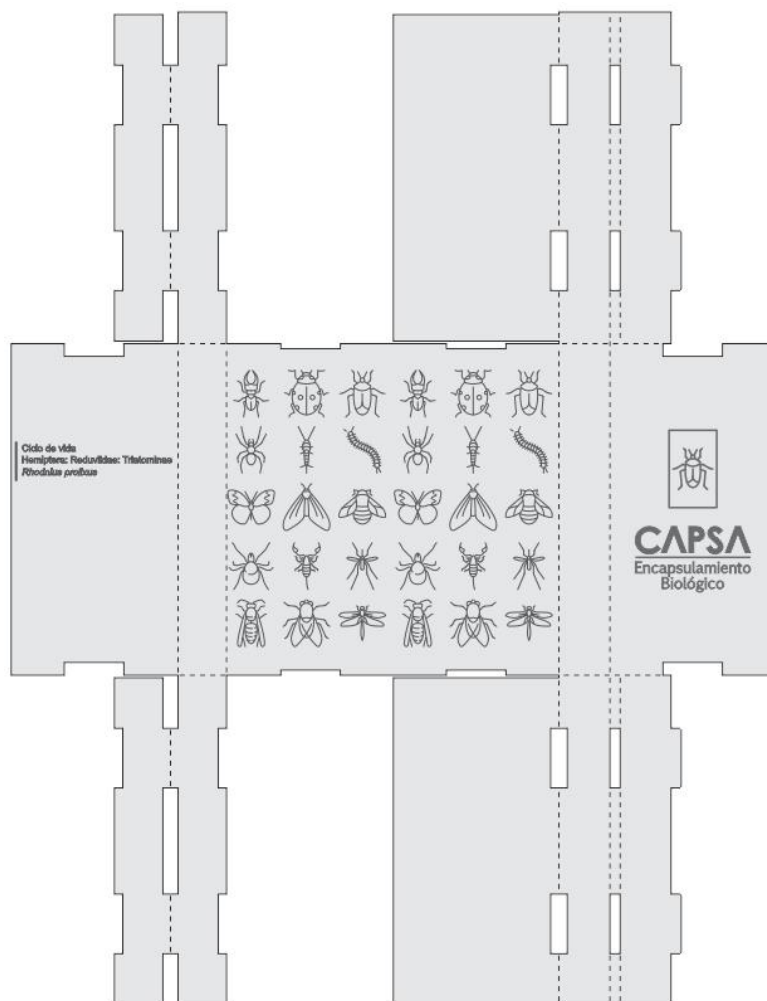
También se observa en la figura 27 un ejemplo de configuraciones que no están permitidas para el manejo de los elementos.

Figura 27. Ejemplo erróneo del uso logotipo isotipo.



6.3. EMPAQUE

El empaque del producto será realizado en cartón micro corrugado de 2mm de calibre troquelado e impreso para piezas individuales.



6.4. PRODUCTO FINAL



7. CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

El trabajo interdisciplinar, la experiencia de laboratorio y salidas de campo permitieron obtener la experiencia necesaria para entender la situación del problema y las posibilidades con las que se disponía el proyecto.

El producto puede ser usado para enseñar a identificar triatominos tanto en ámbitos académico como en salidas de campo.

Las materias primas usadas en la producción no generan desperdicios por la forma en que se realizan los encapsulados,

Se recomienda el estudio de posibles aplicaciones a otras especies que el CINTROP mantiene en colonias y son de alto valor entomológico para el estudio de transmisión de enfermedades.

La posibilidad de desarrollar aplicaciones comerciales enfocadas a productos no académicos es una alternativa muy viable.

El producto cumple con el objetivo propuesto, y es el resultado del uso de metodologías de diseño industrial enfocadas en el desarrollo del producto.

BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO, D., & WOLFF, M. Aspectos del comportamiento de los triatominos (Hemiptera : Reduviidae), vectores de la enfermedad de Chagas, Biomédica, vol. 20, no. 1, pp. 59–64, 2000

CIRO DÍAZ, W., ANTEPARRA, M. E. & HERMANN, A. Dermestidae (Coleoptera) en el Perú: Revisión y nuevos registros, Rev. Peru. Biol., vol. 15, no. 1, pp. 15–20, 2008

CORTÉS, L. A., & SUÁREZ, H. A. Triatominos (Reduviidae: Triatominae) en un foco de enfermedad de Chagas en Talaigua Nuevo (Bolívar, Colombia). 2005

CRISCI, J. V. Clasificación biológica : naturaleza , objetivos , fundamentos, no. October, 2016

D.O.U.E., Directiva 2010/63/UE, D.O.U.E., vol. L 276, no. 20 de octubre de 2010, pp. 33–79, 2010

GUHL, F. Estado actual del control de la enfermedad de chagas en Colombia, Medicina (B. Aires)., vol. 59 Supl I, pp. 103–116, 1999

LENT, H. & WYGODZINSKY, P. *Revision of the Triatominae (Hemiptera, Reduviidae), and their significance as vectors of Chagas disease.* 1979

LUNA, J. M. Técnicas de colecta y preservación de insectos, vol. 37, 2005

PEÑAFIEL, M. M. Manifestaciones bucales de la enfermedad de chagas, vol. 1, 2014

REPÚBLICA DE COLOMBIA, Resolucion 8430 de 1993, pp. 1–12, 1993

REPÚBLICA DE COLOMBIA, Ley 84 Del 27 De Diciembre De 1989, vol. 5, no. Diciembre 27, p. 14, 1989

REPÚBLICA DE COLOMBIA, LEY 611 DE 2000 (agosto 17), 2000

ROSAS, F., VANEGAS, D. & M. CABRALES, Enfermedad de Chagas, Rev. Mex. Patol. Clínica, vol. 1, no. 4, p. 224, 2007

SANMARTINO, M., & CROCCO, L. Conocimientos sobre la enfermedad de Chagas y factores de riesgo en comunidades epidemiológicamente diferentes de Argentina, Rev. Panam. Salud Pública, vol. 7, no. 3, pp. 173–178, 2000

SIMMONS, J. E., & MUÑOZ-SABA, Y. Cuidado Manejo Y Conservacion De Colecciones Biológicas. 2005

TRIANA CHAVEZ, O., MEJÍA JARAMILLO, A. M. & GÓMEZ PALACIO, A. M. Fronteras de investigación en enfermedades infecciosas. Modelo enfermedad de Chagas. 2011

ULRICH, K. & EPPINGER, S. *Diseño y desarrollo de productos*. 2013

UIS, Manual de bioseguridad Universidad de Santander, pp. 1–24, 2012

VALCARCEL, J., & ALVAREZ, E. Comentarios sobre la toxicidad de algunos productos conservantes de uso común en Entomología. 1997

ANEXOS

Anexo A. planos técnicos piezas para producción

