

**Dispositivo para captura, monitoreo y eliminación del gorgojo *Sitophilus oryzae*  
(Coleoptera: Curculionidae) de los granos almacenados**

**Vanessa Tatiana Torralba Rodríguez**

**Trabajo de grado para optar por el título de Diseñadora Industrial**

**Director:**

**Héctor Julio Parra Moreno**

**Magister en Diseño Industrial**

**Codirectores:**

**Jonny Edward Duque Luna**

**Ph. D en Ciencias Biológicas**

**Asdrubal Fajardo Vásquez**

**Magister en Historia y Teoría del Arte y de la Arquitectura**

**Universidad Industrial de Santander**

**Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas**

**Escuela de Diseño Industrial**

**Bucaramanga**

**2018**

### **Agradecimientos**

A Dios por ser mi fortaleza en el transcurso de toda mi carrera.

A mi abuelo y mis padres por ser un apoyo incondicional en cada momento de mi vida y por el cual, estaré eternamente agradecida.

A mis profesores Héctor Julio Parra, Asdrubal Fajardo, Jonny Duque e integrantes del grupo de investigación CINTROP por la confianza y toda la enseñanza que me brindaron en todo este proceso.

## Contenido

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	17
1. Justificación .....	18
2. Objetivos .....	20
2.1 Objetivo general.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3. Marco de Referencia .....	21
3.1 Pérdidas en almacenamiento.....	21
3.2 Control integrado de plagas .....	23
3.3 Configuración de trampas para insectos .....	25
3.4 Sitophilus oryzae (L.).....	27
3.4.1 Ciclo de vida y morfología externa.....	28
3.4.2 Alimento, distribución e importancia .....	32
4. Metodología. ....	33
4.1 Planeación del producto .....	34
4.1.1 Análisis de lo existente .....	34
4.1.2 Misión .....	40
4.2 Necesidades del cliente y especificaciones del producto.....	41
4.2.1 Entrevista y asesorías a expertos.....	41

4.2.2 Jerarquización de las necesidades del cliente .....	45
4.2.3. Especificaciones del producto.....	47
4.3 Generación del concepto.....	52
4.3.1 Aclarar el problema.....	52
4.3.2 Explorar sistemáticamente .....	53
4.3.3 Alternativas .....	54
4.4 Selección del concepto.....	56
4.5 Diseño experimental .....	59
4.5.1 Colonia <i>S. oryzae</i> .....	60
4.5.2 Protocolo experimental .....	63
4.5.3 Diseño de los experimentos .....	64
4.5.3.1 Experimento N°1: Color (Condición Luz) .....	65
4.5.3.2 Experimento N°1: Color (Condición oscuridad).....	71
4.5.3.3 Experimento N° 1.1: Color (Condición Luz) .....	76
4.5.3.4 Experimento N° 1.1: Color (Condición Oscuridad).....	80
4.5.3.5 Experimento N°2: Color y forma con el modelo de prueba.....	85
4.6 Diseño de detalle.....	92
4.6.1 Arquitectura del producto. ....	92
4.6.2 Esquema del producto.....	92
4.6.3 Disposición geométrica aproximada.....	93
4.6.4. Diseño para manufactura .....	95
4.6.5 Descripción técnico productiva.....	96
4.6.6. Producción comercial.....	98

4.7. Mercadeo.....	100
4.7.1 Manual de Imagen.....	100
4.7.2 Manual de usuario.....	104
4.7.3 Empaque .....	107
5. Conclusiones.....	107
Referencias Bibliográficas .....	110
Apéndices.....	115

## Lista de Figuras

	<b>Pág.</b>
<i>Figura 1.</i> Pérdidas en la cadena alimentaria en América Latina y el Caribe.....	22
<i>Figura 2.</i> <i>Sitophilus oryzae</i> .....	28
<i>Figura 3.</i> Ciclo de vida <i>S. oryzae</i> . ....	29
<i>Figura 4.</i> Huevos – <i>S. oryzae</i> .....	29
<i>Figura 5.</i> Larva – <i>S. oryzae</i> .....	30
<i>Figura 6.</i> Pupa – <i>S. oryzae</i> .....	31
<i>Figura 7.</i> Adulto – <i>S. oryzae</i> .....	31
<i>Figura 8.</i> Estado de los granos después de una infestación por <i>S. oryzae</i> . ....	33
<i>Figura 9.</i> Metodología de Diseño industrial y Diseño experimental.....	34
<i>Figura 10.</i> Sitios visitados para realizar entrevistas. ....	36
<i>Figura 11.</i> Diagrama funcional básico de una trampa para gorgojos.....	52
<i>Figura 12.</i> Diagrama funcional en subproblemas.....	52
<i>Figura 13.</i> Diagrama funcional en subproblemas – específico .....	53
<i>Figura 14.</i> Diagrama funcional por etapas.....	53
<i>Figura 15.</i> Alternativa seleccionada con modificaciones (Propuesta 2) .....	59
<i>Figura 16.</i> Frascos para el mantenimiento de la colonia <i>S. oryzae</i> . ....	60
<i>Figura 17.</i> Mantenimiento de la colonia.....	61
<i>Figura 18.</i> Frascos para el almacenamiento de los gorgojos.....	62

<i>Figura 19.</i> Herramientas para el mantenimiento de la colonia.....	62
<i>Figura 20.</i> Balanza digital y estereoscopio.....	63
<i>Figura 21.</i> Jaulas para realizar experimentos .....	63
<i>Figura 22.</i> Tratamientos – Experimento N°1 Color .....	67
<i>Figura 23.</i> Diagrama - Experimento N°1 Color (Condición Luz).....	68
<i>Figura 24.</i> Montaje - Experimento N°1 Color (Condición Luz) .....	68
<i>Figura 25.</i> Análisis estadístico – Experimento N° 1 Color: Fase 1 .....	70
<i>Figura 26.</i> Análisis estadístico – Experimento N°1 Color: Fase 2 .....	70
<i>Figura 27.</i> Registro fotográfico - Experimento N°1 Color (Condición Luz) .....	71
<i>Figura 28.</i> Diagrama - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad).....	72
<i>Figura 29.</i> Montaje - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad) .....	73
<i>Figura 30.</i> Análisis estadístico – Experimento N°1 Color: Fase 1 .....	74
<i>Figura 31.</i> Análisis estadístico – Experimento N°1 Color: Fase 2 .....	75
<i>Figura 32.</i> Registro fotográfico - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad).....	76
<i>Figura 33.</i> Construcción de los tratamientos en polipropileno y polietileno. ....	76
<i>Figura 34.</i> Diagrama - Experimento N°1.1 Color (Condición Luz).....	77
<i>Figura 35.</i> Montaje del experimento - Experimento N°1.1 Color (Condición Luz) .....	77
<i>Figura 36.</i> Análisis estadístico –Experimento N°1.1 Color: Fase 1 .....	79
<i>Figura 37.</i> Análisis estadístico – Experimento N°1.1 Color: Fase 2 .....	79
<i>Figura 38.</i> Registro fotográfico - Experimento N°1.1 Color (Condición Luz) .....	80
<i>Figura 39.</i> Diagrama - Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad).....	81
<i>Figura 40.</i> Montaje - Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad) .....	81
<i>Figura 41.</i> Análisis estadístico – Experimento N°1.1 Color: Fase 1. ....	83

<i>Figura 42.</i> Análisis estadístico – Experimento N°1.1 Color: Fase 2 .....	83
<i>Figura 43.</i> Registro fotográfico - Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad) .....	84
<i>Figura 44.</i> Tratamientos con los modelos de prueba y controles con el cono.....	86
<i>Figura 45.</i> Diagrama - Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.....	87
<i>Figura 46.</i> Montaje - Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba. ....	87
<i>Figura 47.</i> Análisis estadístico – Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.....	89
<i>Figura 48.</i> Registro fotográfico - Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba. ....	90
<i>Figura 49.</i> Angulo interno de las entradas de la trampa.....	91
<i>Figura 50.</i> Configuración final de la trampa .....	92
<i>Figura 51.</i> Esquema del producto.....	93
<i>Figura 52.</i> Cuerpo de la trampa.....	93
<i>Figura 53.</i> Entra de la trampa. ....	94
<i>Figura 54.</i> Base.....	94
<i>Figura 55.</i> Lámina con adhesivo .....	94
<i>Figura 56.</i> Prototipo de la trampa.....	95
<i>Figura 57.</i> Diagrama de flujo de producción.....	96
<i>Figura 58.</i> Imagotipo (Arquitectura) .....	101
<i>Figura 59.</i> Tipografía.....	101
<i>Figura 60.</i> Paleta de color.....	102
<i>Figura 61.</i> Proporciones .....	102
<i>Figura 62.</i> Área de seguridad .....	103
<i>Figura 63.</i> Positivo y negativo.....	104
<i>Figura 64.</i> Secuencia de uso.....	106

Figura 65. Empaque ..... 107

**Lista de Tablas**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Método de acción utilizada para el control de plagas en los granos.....	35
Tabla 2. Análisis de patentes .....	37
Tabla 3. Trampas comerciales .....	39
Tabla 4. Declaración de la misión.....	41
Tabla 5. Interpretación de las necesidades.....	45
Tabla 6. Necesidades del producto. ....	47
Tabla 7. Métricas del producto .....	48
Tabla 8. Métricas del producto con productos comerciales (Comparativo) .....	50
Tabla 9. Especificaciones del producto .....	51
Tabla 10. Alternativas de diseño.....	55
Tabla 11. Matriz de selección de conceptos .....	57
Tabla 12. Matriz de evaluación de conceptos .....	58
Tabla 13. Terminología científica.....	64
Tabla 14. Resultados - Experimento N°1 Color (Condición Luz).....	69
Tabla 15. Resultados - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad).....	73
Tabla 16. Resultados – Experimento N°1.1 Color (Condición Luz) .....	78
Tabla 17. Resultados – Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad) .....	82
Tabla 18. Resultados – Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba. ....	88

Tabla 19. Diferencias significativas entre tratamientos y controles. ....	88
Tabla 20. Lista de piezas para fabricar una trampa .....	97
Tabla 21. Costo de la materia prima para producción en termoformado.....	97
Tabla 22. Costo del proceso por termoformado.....	98
Tabla 23. Costos de manufactura por proceso de inyección.....	99
Tabla 24. Costos de producción en proceso de inyección. ....	99

**Lista de Apéndice**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Encuestas .....	115
Apéndice B. Tablas para experimentos - Color .....	118
Apéndice C: Tablas para experimento – Color y forma con el modelo de prueba. ....	120
Apéndice D: Planos técnicos de la trampa.....	122

## Resumen

**TÍTULO:** DISPOSITIVO PARA CAPTURA, MONITOREO Y ELIMINACIÓN DEL GORGOJO *Sitophilus oryzae* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) DE LOS GRANOS ALMACENADOS\*

**AUTORA:** VANESSA TATIANA TORRALBA RODRIGUEZ\*\*

**PALABRAS CLAVES:** INFESTACIÓN, PLAGA PRIMARIA, DISEÑO DE PRODUCTO, TRAMPA..

### DESCRIPCIÓN

Los cereales (granos) son una fuente importante para la alimentación de la población. Sin embargo, están expuestos a ser infestados por diferentes tipos de plagas destructivas, como es el caso del *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763), comúnmente conocido como el gorgojo de arroz, provocando pérdidas que superan la cuarta parte de la producción mundial de granos.

Este proyecto tiene la finalidad de desarrollar una trampa para captura y eliminación del *S. oryzae*, como un aporte en el control de insectos-plaga, con el objetivo de disminuir la infestación y la utilización constante de insecticidas sobre los granos almacenados.

El proceso de diseño se orientó al desarrollo de tres etapas del producto: atracción, captura y eliminación del gorgojo; las cuales fueron validadas mediante experimentos en condiciones de laboratorio, en el Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP) en las instalaciones del Parque Tecnológico de Guatiguará.

A lo largo de las etapas, se evaluó la atracción del *S. oryzae* por medio de estímulos visuales como el color y la forma; la captura y eliminación, se realizó con la implementación de una estructura formal cónica con orificios y una lámina con adhesivo entomológico; como cebo de atracción se utilizó arroz, debido a la preferencia por este tipo de grano.

Una vez finalizados los experimentos, se desarrolló un modelo funcional en polipropileno PP mediante el proceso de termoformado; compuesto por una base y un cuerpo en forma de cono truncado con pequeños orificios a su alrededor, que permiten la entrada del insecto y la liberación del atrayente.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Diseño Industrial. Director: Héctor Julio Parra Ms.C.  
Codirectores: Jonny Edward Duque Ph.D, Asdrubal Fajardo Vásquez Ms. C.

## Abstract

**TITLE:** DEVICE FOR CAPTURE, MONITORING AND ELIMINATION OF THE WEEVIL *Sitophilus oryzae* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) FROM STORED GRAINS\*

**AUTHOR:** VANESSA TATIANA TORRALBA RODRIGUEZ\*\*

**KEYWORDS:** INFESTATION, PRIMARY PEST, PRODUCT DESIGN. TRAP.

### DESCRIPTION

Cereals (grains) are an important source of food for the population. However, they are exposed to being infested by different types of destructive pests, as is the case of *Sitophilus oryzae* (Linnaeus, 1763), commonly known as the rice weevil, causing losses that exceed a quarter of the world grain production.

This project has the purpose of developing a trap for the capture and elimination of *S. oryzae*, as a contribution to insect-pest control, with the objective of reducing infestation and the constant use of insecticides on stored grains.

The design process was oriented to the development of three stages of the product: attraction, capture and elimination of the weevil; which were validated by experiments under laboratory conditions, in the Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP) in the facilities of the Guatiguará Technology Park.

Throughout the stages, the attraction of *S. oryzae* was evaluated by means of visual stimulation such as color and shape; the capture and elimination, was carried out with the implementation of a formal conical structure with holes and a sheet with entomological adhesive; As an attraction bait, rice was used, due to the preference for this type of grain.

Once the experiments were completed, a functional model in polypropylene (PP) was developed through the thermoforming process; composed of a base and a truncated cone shaped body with small holes around it, which allow the entry of the insect and the release of the attractant.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physical Engineering Mechanics. School of Industrial Design. Director: Héctor Julio Parra Moreno Ms.C. Codirectors: Jonny Edward Duque Ph.D, Asdrubal Fajardo Vásquez Ms. C.

## Introducción

El almacenamiento y conservación de los cereales es una necesidad en la industria, ya que debe garantizar al consumidor la calidad del producto. Para garantizar la calidad del producto final, el proceso de almacenamiento debe controlar diferentes factores como humedad, temperatura y presencia de insectos-plaga (Bernadette Abadía y Ricardo Bartosik, 2013); siendo estos últimos los causantes de pérdidas en granos almacenados a nivel mundial con un 34% (Lozada Reyes, 2015).

En América Central se registra el 70% de pérdida de estos cereales, debido al ataque de más de 20 especies de insectos catalogados como plagas de importancia económica (Valdés Herrera, Pozo Velázquez, Guerra Broche, & Cárdenas Morales, 2008); mientras que en Colombia, la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) asegura pérdidas del 25% de la producción anual (Vera, 2009).

Una de las plagas más destructivas en granos se identifica como *Sitophilus oryzae* o Gorgojo del arroz, conocido por ser un insecto cosmopolita y de infestación primaria, ya que tiene la capacidad de atacar el grano entero y dentro de él, llevar a cabo el desarrollo de su ciclo biológico, alimentándose del endospermo de las semillas durante la cosecha o el almacenamiento (Abadía & Bartosik, 2013).

Debido al daño que estos insectos provocan, la industria se ha visto en la necesidad de contrarrestar sus efectos por medio de la implementación de insecticidas químicos, caracterizados

por su eficiencia y alta penetración pero catalogados por ser extremadamente tóxicos (De los Mozos Pascual, 1997).

Por tanto, el proyecto busca desarrollar una trampa para ubicar dentro de las áreas de almacenamiento, orientada en la captura, monitoreo y eliminación del gorgojo; sin la implementación de componentes tóxicos que atenten contra el ambiente y la salud de los usuarios. El desarrollo del proyecto se realiza conjuntamente con los grupos de investigación (INTERFAZ) y el Centro de Investigaciones de Enfermedades Tropicales (CINTROP), los cuales proporcionaron los laboratorios y espacios para la realización de experimentos y mantenimiento de la colonia del *S. oryzae*.

## 1. Justificación

La industria de alimentos siempre ha optado por el manejo de depósitos para la conservación de los granos, pero durante este proceso de almacenamiento, siempre está la posibilidad de encontrar la presencia de diversos agentes, que perjudican la calidad del producto; como el caso de los insectos-plaga que ocupan el primer lugar en importancia económica (Intagri, 2003).

Anualmente se registran pérdidas en granos del 5 al 10% de la producción mundial (Martínez et al., 2013), provocando la rebaja del valor comercial del producto; teniendo en cuenta que este tipo de pérdidas, implican además un desperdicio de recursos utilizados en el momento de la cosecha como tierra, agua, energía e insumos (FAO, 1993).

En Colombia el 64% de los agricultores no tenían un amplio conocimiento sobre el manejo de plagas, recurriendo al uso excesivo de agentes químicos, sin tener en cuenta el daño económico que provoca el uso inadecuado de estos productos (Ministerio del Medio Ambiente, 2000). En la actualidad el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) por medio de su Sistema de Alerta Fitosanitaria (SAF), ejecuta acciones de vigilancia y realiza programas de capacitación a nivel nacional, para el manejo integrado de plagas con gran importancia económica (ICA, 2008); sin embargo, este tipo de monitoreo está orientado básicamente en el proceso de cosecha, lo cual no garantiza la presencia de plagas en los puntos de almacenamiento de las áreas urbanas.

Es frecuente, que la mayoría de depósitos destinados para almacenar granos no reúnan las mínimas condiciones necesarias para una buena conservación, por lo que se convierten en puntos de infestación, dificultando la aplicación de métodos de limpieza que normalmente se emplean para este tipo de problemática (Sicilia, 1985).

Sin duda alguna dentro de los insectos-plaga, que mayores pérdidas ocasionan en el ámbito alimenticio se encuentra el *S. oryzae*, atacando principalmente los cereales; esta especie de insecto se encuentra en todo el mundo, pero especialmente se ubican en las zonas más cálidas y húmedas, siendo Colombia uno de los lugares más propenso para su desarrollo, gracias a su clima tropical (Lozada Reyes, 2015).

Actualmente el control de plagas está orientado en la implementación de técnicas de saneamiento para contrarrestar las pérdidas de granos, como el manejo de trampas y controles químicos de amplio espectro; una desventaja del manejo directo de químicos, es el residuo tóxico que dejan sobre la superficie de los granos, los cuales llegan al consumidor final. Por eso, es importante abordar una alternativa que no implique el uso de productos químicos directamente en los granos.

Por lo tanto, existe la necesidad de implementar un dispositivo enfocado en la captura del gorgojo, con el fin de reducir la infestación en granos, principalmente en almacenes y depósitos, que no cuentan con la utilización de tecnologías avanzadas para el control integrado de insectos; además es una propuesta amigable con el ambiente, ya que no genera un entorno tóxico para los granos ni para el consumidor.

## 2. Objetivos

### 2.1 Objetivo general

Diseñar un dispositivo para captura, monitoreo y eliminación del *S. oryzae*, para evitar el daño en los granos almacenados.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar el sistema de atracción y captura del gorgojo *S. oryzae*
- Establecer un sistema anti-fuga para el gorgojo *S. oryzae*
- Establecer un sistema para la eliminación del gorgojo una vez ha ingresado en la trampa.
- Elaborar modelos funcionales para ser sometidos a experimentación y validar su eficiencia.
- Comparar experimentalmente bajo protocolos específicos las propuestas de diseño.

- Evaluar la eficiencia del dispositivo, mediante el análisis estadístico de datos recopilados en pruebas experimentales.
- Determinar materias primas, tecnología, procesos y costos de fabricación de la trampa para su producción industrial.

### **3. Marco de Referencia**

#### **3.1 Pérdidas en almacenamiento**

Cuando se genera una pérdida de alimento, es porque existe una reducción de masa destinada para el consumo; según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Banco Mundial, en América Latina y el Caribe se registran pérdidas globales del 6% de toda la producción anualmente, en donde más de la mitad son cereales. De acuerdo con la cadena alimentaria, uno de los puntos donde más se registran pérdidas, seguida del consumo y producción, es en el manejo y almacenamiento de los alimentos con un 22%, ver Figura 1.

En cuestiones de granos, el almacenamiento es una de las etapas en las cuales se generan mayores pérdidas debido a problemas de acondicionamiento y protección. Estos factores repercuten de manera negativa en la sostenibilidad de los sistemas alimentarios, ya que generan pérdidas para los productores en cuestiones de ingresos y para los consumidores con el aumento de los precios (FAO, 2014).

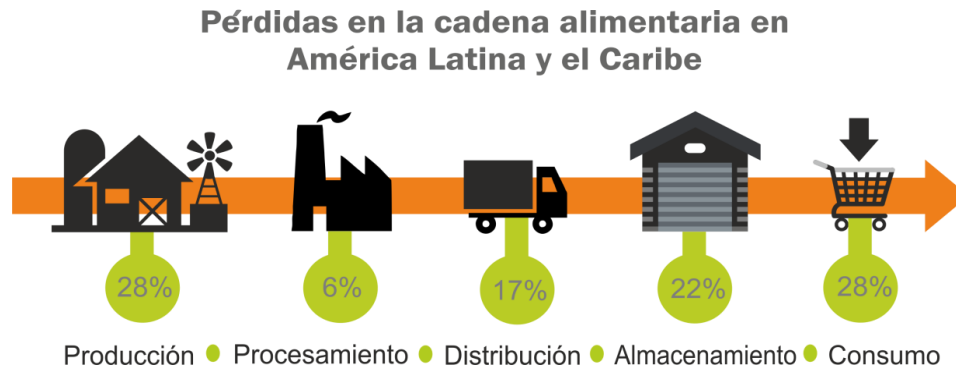


Figura 1. Pérdidas en la cadena alimentaria en América Latina y el Caribe.

A nivel mundial, la producción de arroz sufre pérdidas del 35%, donde el 12% es netamente causado por insectos-plaga (Pantoja, Fischer, Correa-Victoria, Sanint, & Ramírez, 1997). Siendo la producción de arroz, una de las fuentes de proteína más importante para Latinoamérica, por lo que continuamente optimizan sus métodos de cultivo, producción y conservación; considerando las plagas como una limitante para el sector arrocero.

Según el ICA, en Colombia se reportan 150 especies de insectos directamente relacionados con productos almacenados, los cuales se encuentran incluidos en 30 familias y discriminados según el producto que atacan, como el caso del gorgojo del arroz. Es por eso que desde 1949 en Colombia se registran pérdidas del 10% del grano almacenado a nivel mundial, en donde una infestación de 40 individuos por un kilo de grano, generaba daños del 11.33% del total de su peso, en un rango de 115 días de almacenamiento (IICA, BID, & PROCIANDINO, 1989).

Actualmente, la Federación Nacional de Cultivadores de Cereales y Leguminosas (Fenalce) asegura que las pérdidas de grano ocasionadas en el país por la plaga del *S. oryzae*, superan la cuarta parte de la producción anual; estableciendo a su vez que las infestaciones inician desde su recolección en el campo (Vera, 2009).

### 3.2 Control integrado de plagas

Un programa de control integrado de plagas, implementa métodos adecuados y compatibles en relación al tipo de insecto; con el objetivo de reducir la población de la plaga evitando graves daños económicos. Por tanto, se combinan estrategias de prevención, monitoreo y control directo, como el uso de componentes químicos en momentos extremadamente necesarios (Carpaneto, Abadía, & Bartosik, 2012).

Un control integrado debe analizar el ambiente en el que se encuentra la plaga, conocer su ciclo de vida e implementar ciertas prácticas de control, además de la implementación de un sistema de monitoreo, que permita realizar una estimación del daño que puede realizar la plaga, en el instante en el que es realizada la inspección (Pantoja, Fischer, Correa-Victoria, Sanint, & Ramírez, 1997).

Para que este manejo integrado tenga respuestas positivas, se debe hacer uso de un conjunto de prácticas las cuales están encaminadas a minimizar el impacto económico y ambiental, incluyendo el uso responsable de productos agroquímicos.

- **Monitoreo**

Está enfocado a realizar seguimientos periódicos para evaluar la existencia, abundancia y distribución de una plaga. El objetivo de esta labor es determinar el momento oportuno donde se pueden implementar medidas de control y así reducir los daños ocasionados; ya que la densidad de la población del insecto es directamente proporcional a las pérdidas causadas por la infestación.

Para realizar este tipo de procedimiento, se debe conocer primeramente el tipo de plaga, sus enemigos naturales y ciclo de vida del insecto, seguido de un muestreo para cuantificar la densidad de la plaga, su distribución y estimación de daño; luego se procede a realizar un registro y procesamiento de datos y finalmente un seguimiento (Ripa & Larral, 2008).

Teniendo en cuenta los resultados con el monitoreo y el seguimiento continuo, se procede a tomar decisiones en cuanto a que tipo de estrategia se va a implementar en el caso que se encuentre infestación.

- **Control cultural:**

Se recurre al uso de trampas de caída en las pilas de granos, trampas de color o trampas con pegamento para realizar seguimiento de la población y así proceder a la implementación oportuna de tratamientos (SENA, SAC, & ICA, 2005).

- **Control biológico:**

Está enfocado en los enemigos naturales de las plagas, manteniéndolas bajo control y reduciendo daños que se consideren de mayor importancia. Por lo tanto, es necesario tener el conocimiento de cuáles especies son benéficas y cuáles son insectos-plaga (SENA et al., 2005).

Para el caso del *S. oryzae*, su enemigo natural es conocido como *Theocolax elegans* (Hymenoptera: Pteromalidae) (Westwood, 1874), los cuales son parasitoides de estos coleópteros (García González, Ramírez Delgado, Torres Zapata, Pinto, & Ramírez Alarcón, 2009). Este tipo de avispa se caracteriza por tener una distribución cosmopolita y encontrarse en los granos almacenados, logrando eliminar las plagas durante años. Su forma de actuar es introduciendo su ovipositor dentro del grano, dejando su huevo muy cerca de la larva del *S. oryzae*, alimentándose de ella por un periodo de 15 días, provocando su muerte y luego emerger (Gao, Pang, Zeng, & Xu, 2004).

- **Control físico:**

Este tipo de control va dirigido a herramientas externas o alteraciones en los ambientes de los depósitos o almacenes de los granos. Contempla el uso del calor y la humedad con el fin de evitar que los insectos lleguen a infestar la producción (SENA et al., 2005). Es necesario el almacenamiento hermético para que la plaga muera por asfixia o la implementación de temperaturas extremas, para evitar su reproducción (Morales Riquelme, 2011).

- **Control químico:**

Este tipo de control se implementa, en situaciones donde detecta infestación por parte de la plaga. Las aplicaciones de insecticidas se basan en los resultados arrojados de la inspección y el muestreo de la plaga (SENA et al., 2005). Para el gorgojo, se recomiendan fumigantes sólidos a base de fosfuro de aluminio que reaccionan con la humedad de la atmósfera, provocando la muerte al insecto y todos sus instares. Teniendo en cuenta, que se presentan casos de resistencia cuando el insecto se encuentra en el interior del grano, dificultando el contacto con el insecticida (Intagri, 2003).

### 3.3 Configuración de trampas para insectos

Para muchos programas de Control Integrado de Plagas, las trampas para insectos se han convertido en una de las herramientas más importantes contra la lucha de los insectos-plaga. Es por eso, que se establecen 3 bases principales para su configuración con el objetivo de mejorar en los sistemas de trapeo (Barrera, Montoya, & Rojas, 2006):

**Cuerpo:** Referente a la estructura física que cuenta con características específicas para atraer un insecto en particular. El diseño del cuerpo debe combinar tres características esenciales: 1. Un espacio donde ubicar el atrayente, el cual permita su liberación efectiva, pero al mismo tiempo lo

proteja de las condiciones medioambientales; 2. Un agente de retención el cual evite que el insecto se escape, y 3. Una estructura propia de la trampa.

**Sistema de retención:** Se clasifican en trampas secas, húmedas y líquidas. Con las trampas secas normalmente utilizan insecticidas con el objetivo de que el insecto muera dentro de ella. Como el uso de las superficies pegajosas, el insecto queda adherido evitando que se escape de la trampa, y las trampas húmedas y líquidas enfocadas para causar ahogo en los insectos una vez que caen en ella.

**Atrayente:** El atrayente es uno de los factores más importantes en la configuración de una trampa, ya que dependiendo del atrayente la captura de los insectos puede ser mayor o menor. Dicha atracción depende del comportamiento que tiene el insecto como respuesta a la presencia de un estímulo de naturaleza química, considerado como un mecanismo de comunicación entre individuos de la misma especie. Algunos atrayentes son los siguientes:

- **Feromonas:** Sustancias percibidas entre insectos de la misma especie, reaccionando ante el olor con un comportamiento específico. Existen las feromonas sexuales para atraer insectos del sexo opuesto y las feromonas de agregamiento las cuales sirven para formar concentraciones de insectos de la misma especie, provocar alarma o dispersión entre población (Cisneros, 2014).
- **De alimentación:** Normalmente son compuestos mezclados, como el caso de las fragancias de las flores, sustancias relacionadas con descomposición o fermentación de los alimentos, entre otros. Pueden obtenerse a base de extractos de frutas y plantas o harina de pescado (Cisneros, 2014).
- **Luz:** En las noches muchos insectos son atraídos por lámparas de luz, la mayoría son lepidópteros y entre los coleópteros están algunas especies de escarabajos; la efectividad de

este atrayente, depende de la longitud de onda, de la magnitud de la radiación y del tamaño y forma de la fuente de luz (Cisneros, 2014).

- **Color:** Algunos colores resultan atractivos para ciertas especies de insectos. Por ejemplo el color amarillo atrae moscas minadoras, el rojo a los escarabajos de la corteza, el azul a moscas y el blanco es utilizado normalmente para insectos que no muestran una atracción por un color específico (Cisneros, 2014).
- **Cebos Tóxicos:** Mezclas de un atrayente (sexual o de alimentación) con un insecticida. Su ventaja es el efecto insecticida que se limita a la especie que se quiere atacar, permitiendo llevar a cabo un tratamiento específico y evitando dañar a los insectos benéficos (Cisneros, 2014).

### 3.4 *Sitophilus oryzae* (L.)

La especie *S. oryzae* es del orden Coleoptera, de la familia Curculionidae; nativo de la India y descrito por Linnaeus en 1763; es un fitófago estricto, considerado como una de las plagas más comunes y graves para los granos almacenados a nivel mundial (Morales Riquelme, 2011). Se le llama particularmente como “gorgojo del arroz” por hábitos de cría, tienen la capacidad de volar y son de pequeño tamaño; de color opaco permitiéndoles pasar desapercibidos y conseguir refugio en cualquier espacio, Figura 2.



*Figura 2. Sitophilus oryzae*

**3.4.1 Ciclo de vida y morfología externa** *S. oryzae* presenta metamorfosis completa (Holometabola) desarrollando cuatro instares de desarrollo: Huevo – Larva – Pupa – Adulto, todos dentro del grano. En condiciones óptimas, el ciclo de vida tiene una duración de 4 semanas como mínimo, llegando incluso a durar de 5 a 7 semanas como se muestra en la Figura 3.

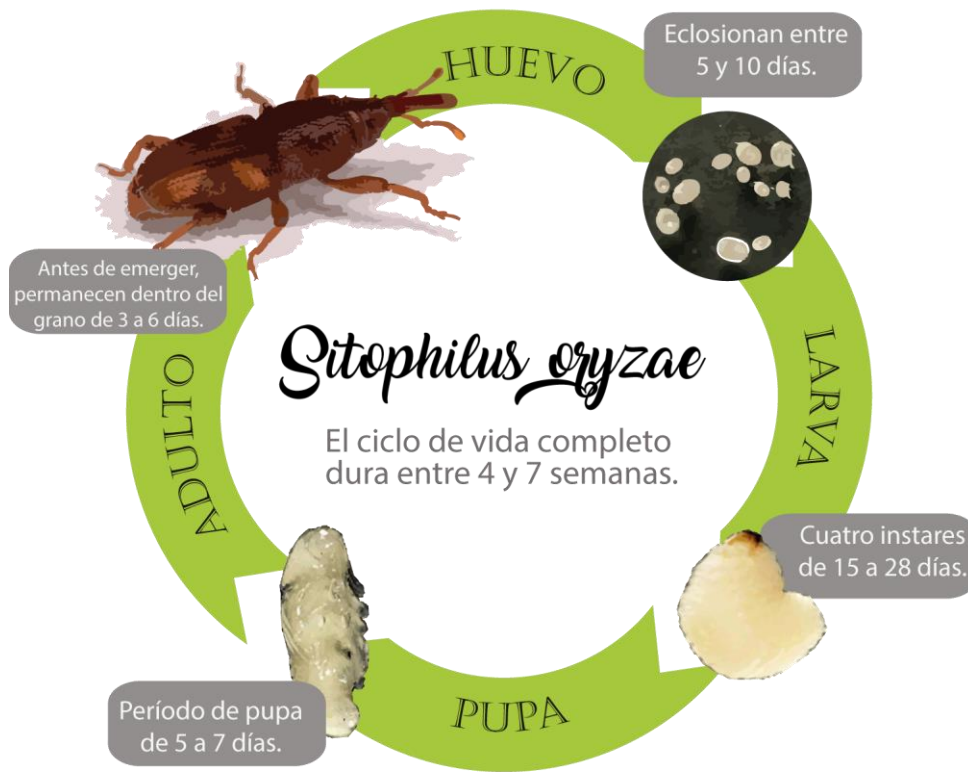


Figura 3. Ciclo de vida *S. oryzae*.

**Huevo:** De color blanco brillante de forma ovoide, de 0.70 mm de largo y 0.28 mm de ancho. La hembra deposita los huevos dentro de los granos haciendo una cavidad con su aparato bucal. Luego libera una masa translúcida y retira el ovipositor para que el grano quede totalmente sellado. En condiciones de temperatura y humedad favorables, cada hembra puede llegar a ovipositar entre 300 a 400 huevos (Trochez, 1987) Figura 4.



Figura 4. Huevos – *S. oryzae*

**Larva:** De color blanco perla, de 2.0 a 2.5 mm de largo, su cabeza es café claro y carece de patas (Apodas). Una vez se acerca el momento de transformación (prepupa), la larva secreta un líquido con el objetivo de fijar sus heces y crear una cámara en la que permanece por dos días (Trochez, 1987) Figura 5.



Figura 5. Larva – *S. oryzae*

**Pupa:** De color blanco, de 3.75 a 4 mm de largo, cabeza redondeada con una mandíbula larga y extendida; el abdomen esta dorsalmente diferenciado siendo el séptimo tergito mucho más largo que el resto, mientras que el noveno tiene dos espinas dorsalmente prominentes (Trochez, 1987) Figura 6. El gorgojo estando en esta etapa larval reacciona a la luz gracias a su epidermis, ya que cuenta con pelos sensoriales distribuidos por todo su cuerpo especialmente en antenas y tarsos (Jiménez Martínez, 2009).

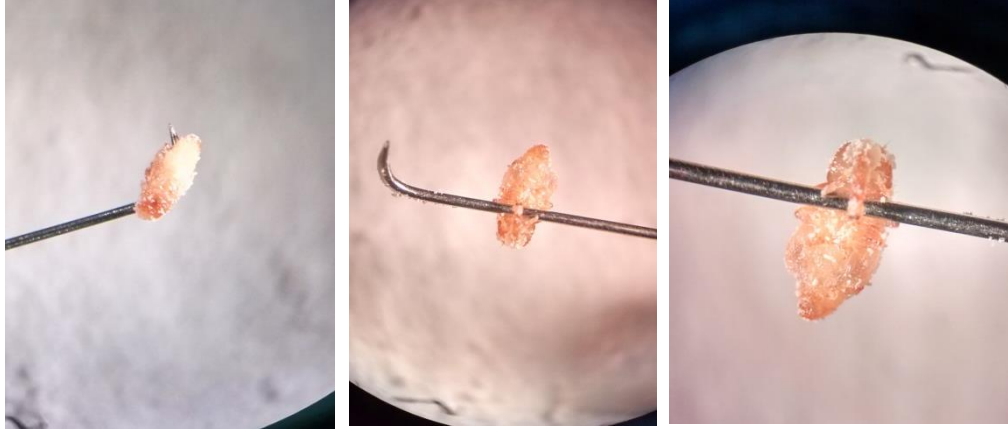


Figura 6. Pupa – *S. oryzae*

**Adulto:** El adulto mide 2.1 a 3 mm, de color café rojizo, tiene la cabeza prolongada, la mandíbula modificada en forma de tubo. Élitros con cuatro manchas amarillas, tienen la capacidad de volar cortas distancias y, llegan a vivir entre 4 a 5 meses (Trochez, 1987) Figura 7.

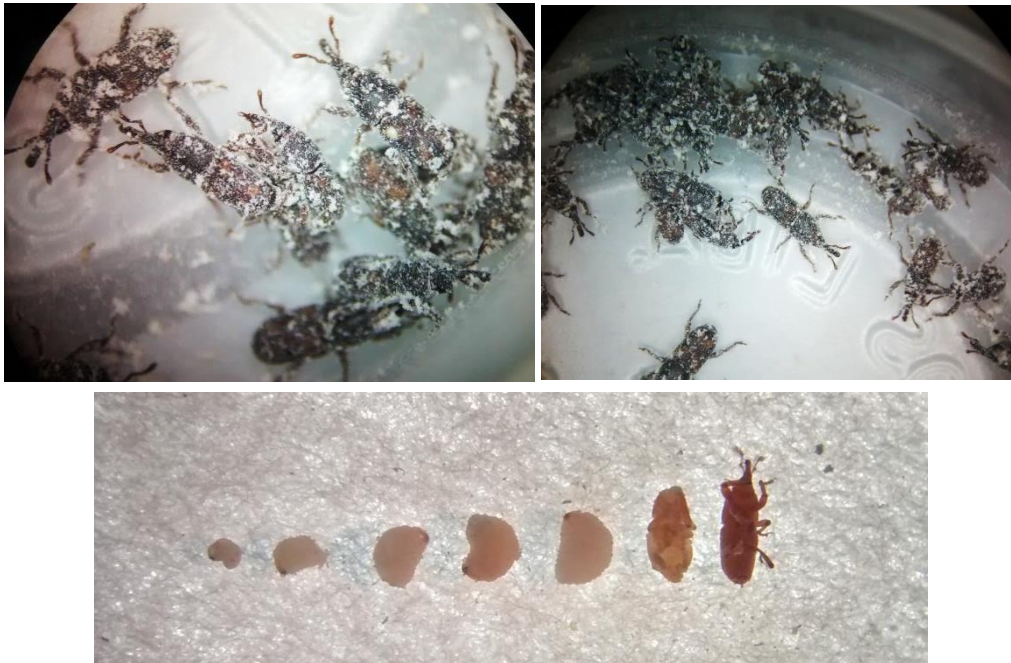


Figura 7. Adulto – *S. oryzae*

Dentro de su morfología, el *S. oryzae* presenta un par de ojos compuestos localizados a ambos lados de la cabeza; los ojos compuestos están integrados por millares de omatidios (unidades estructurales y funcionales) que responden a la luz, lo cual le permite percibir algo de movimiento, formas, localización espacial de objetos externos y la detección de algunas diferencias en intensidad de luz y color, pero con poca agudeza visual (Jiménez Martínez, 2009).

Su tórax, se encuentra segmentado en tres partes, donde cada uno va acompañado por un par de patas, presenta hendiduras redondeadas y sobre sus élitros se observan cuatro manchas amarillentas (Trochez, 1987). Otro aspecto importante se encuentra en la conformación de sus patas, que están constituidas por seis segmentos móviles: Coxa, Trocanter, Fémur, Tibia, Tarso y Pretarso. El pretarso es el segmento más distal del tarso llamado uñas o ungís, conformada por una almohadilla membranosa no esclerotizada conocida como Arolios; los cuales permiten caminar sobre cualquier superficie ya que secretan una sustancia pegajosa que facilita la adherencia (Jordán Montés, 2013).

**3.4.2 Alimento, distribución e importancia** Los *S. oryzae*, son reconocidos como la plaga de granos almacenados más importantes a nivel mundial, debido a que se alimentan principalmente de los granos de trigo, maíz, arroz, sorgo, cebada, avena y centeno. Tiene distribución cosmopolita, encontrándose en todo el mundo, predominante en regiones tropicales. Tienen la facilidad de soportar cualquier condición climática, con una temperatura óptima de desarrollo de 24 a 30 grados (Lozada Reyes, 2015).

Se les considera una plaga primaria ya que el adulto es capaz de dañar los granos sanos o intactos, con el fin de alimentarse o para dejar sus huevos dentro de ellos. Los mayores daños son provocados por las larvas ya que destruyen entre un 50% y 70% del endospermo del grano,

dejándolos vulnerables a los ataques de bacterias, hongos y plagas secundarias, afectando su valor comercial y valor nutricional (Morales Riquelme, 2011). Existen diferentes condiciones que pueden incidir en el grado de infestación, como la presencia de individuos en los granos previo a su almacenamiento, así como las condiciones ambientales de los depósitos o almacenes, algunos signos de infestación se determinan por el aumento de los niveles de humedad y calor en la superficie de los granos (Koehler, 2015) Figura 8.



Figura 8. Estado de los granos después de una infestación por *S. oryzae*.

#### 4. Metodología.

El proyecto implementó una metodología dividida en 2 fases: la metodología de diseño industrial “*Diseño y desarrollo de productos*” (Ulrich & Eppinger, 2013) y la metodología del diseño experimental. Presentándose de manera estructurada un paso a paso para la planeación del producto, con el desarrollo de diferentes pruebas experimentales y un enfoque destinado al marketing, manufactura y desarrollo del mismo como se muestra en la Figura 9.

# DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS



Figura 9. Metodología de Diseño industrial y Diseño experimental.

## 4.1 Planeación del producto

**4.1.1 Análisis de lo existente** Se realizó una búsqueda de patentes sobre modelos de trampa para captura de *S. oryzae*, trampas comerciales y productos utilizados en los depósitos del área

metropolitana, como método de control; con el fin de conocer y analizar las diferentes técnicas que se implementan actualmente, para el control de este tipo de plaga.

- **Área metropolitana**

Se realizaron visitas en las plazas de mercado más concurridas de Bucaramanga y en los principales negocios comerciales (graneros). En cada lugar visitado, se realizó una charla informativa, en la que se contextualizó a la persona encargada con relación al tema, de cuales métodos de control utilizan para combatir la infestación de plagas como es el caso del *S. oryzae*. Se tomaron notas de lo expresado por las personas entrevistadas, Tabla 1.

Tabla 1.

*Método de acción utilizada para el control de plagas en los granos.*

Lugar	¿Utiliza algún método para evitar la infestación de gorgojos en los granos?	¿Qué tipo de medida utiliza?
- Plaza Satélite	Si = 4 locales visitados	Gorgojicida (Gastión y Fumetrina)
- Plaza del Centro	Si = 4 locales visitados	Gorgojicida (Detia gas)
- Plaza Guarín	No = 4 locales visitados	No utilizan ninguna medida de protección porque ya vienen limpios los granos desde el depósito / granero.
- Plaza la Concordia	Si = 4 locales visitados	Gorgojicida (Gastión o Gastoxin)
- Plaza San Francisco	No = 4 locales visitados	Compran los bultos ya inmunizados.
- Granero Las Quince Letras	Si	Gorgojicida (Gastoxin)
- Granero Los Andes	Si	Gorgojicida (Detia gas)
- Granos la 29	No	Compran los bultos ya inmunizados.
- Víveres Casablanca	Si	Gorgojicida (Phostoxin)
- Arrocería La Granja	Si	Gorgojicida (Gastión)
- Arrocería San Pablo	Si	Gorgojicida (Gastoxin)
- Molino del Águila	Si	Gorgojicida (Gastoxin)
- Arroces de Santander	Si	Gorgojicida (Detia gas)
- Arrocería el Dorado	Si	Gorgojicida (Phostoxin)

El principal método de control empleado por los comerciantes son los insecticidas sintéticos; pero uno de los inconveniente que trae este tipo de producto, es la muerte de los insectos dentro de los bultos de arroz, generando una contaminación y la obligación por parte de cada empresa a realizar nuevamente un proceso de limpieza en la “Repila” como una medida sanitaria.

Los lugares donde no se utiliza ningún tipo de medida de protección, es debido a la compra de los bultos ya inmunizados con los insecticidas; es decir, el grano viene libre de plagas y durante su estancia el grano no sufre ningún tipo de infestación. En el mercado la comercialización de estos insecticidas se encuentran en un rango de \$12.000 a \$80.000 pesos, según la cantidad y la presentación del producto.

Estos insecticidas como el Gastion, Fumetrina, Detia gas, Gastoxin, phostoxin entre otros, se clasifican como productos extremadamente tóxicos, por ser fumigantes sólidos con un ingrediente activo de fosfuro de aluminio o Deltametrina; los cuales se activan al estar en contacto con el aire y afectando el sistema nervioso de los insectos, provocando su muerte. La dosis y la aplicación de estos insecticidas dependen de las instrucciones descritas en la ficha técnica del producto, Figura 10.



Figura 10. Sitios visitados para realizar entrevistas.

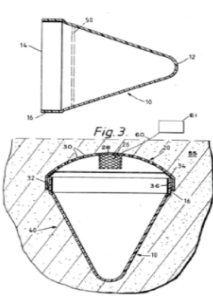
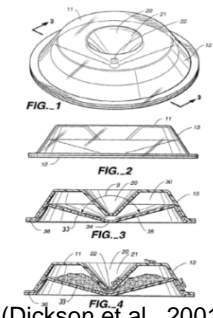
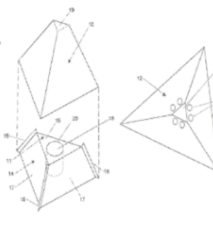
• **Patentes**

Para el análisis de patentes con base en trampas para el *S. oryzae*, se realizó una tabla en la cual se presenta una breve descripción de cada producto con sus ventajas y desventajas, Tabla 2.

1.(Cogan & Pinniger, 1992), 2.(Dickson, Costa, & Theys, 2001), 3.(Duehl, Cohnstaedt, Arbogast, & Teal, 2012), 4.(Wefler, 1996), 5.(Muramatsu, 1993), 6.(Barak, 1989).

Tabla 2.

*Análisis de patentes*

Análisis de Patentes.		
 <p>(Cogan &amp; Pinniger, 1992)</p>	<p><b>1 INSECT TRAP</b></p> <p><b>Fecha de publicación:</b> 04/08/1992 EU  <b>Nº de publicación:</b> US5134802A  <b>Inventor:</b> Paul Cogan, David Pinniger  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Insecto señuelo.  <b>Material:</b> Plástico.</p>	<p><b>Descripción:</b> Se define como una cámara cónica, que permite ser insertada de manera fácil dentro del granel. Cuenta con una tapa desmontable en forma de cúpula y unos agujeros que permiten la entrada de los insectos, pero no del grano. Tiene anillos resbaladizos y bridas para evitar que el insecto se escape, la trampa se ajusta borde sobre borde y cuenta con un hilo para facilitar su extracción del granel.</p>
	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Su forma permite ser ubicada dentro de los sacos de granos.</li> <li>- Los orificios no dejan entrar el grano.</li> <li>- Cuenta con pocas piezas.</li> <li>- El material le da duración al producto.</li> </ul>	<p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La forma de asegurar o abrir la trampa no es segura.</li> <li>- El insecto puede salirse de la trampa.</li> <li>- No puede ser utilizada fuera del saco.</li> </ul>
 <p>(Dickson et al., 2001)</p>	<p><b>2 INSECT BAIT STATION</b></p> <p><b>Fecha de publicación:</b> 17/04/2001 EU  <b>Nº de publicación:</b> US6216384 B1  <b>Inventor:</b> Dane Dickson, Stephen M. Costa, Esdras A. Theys.  <b>Ideal para:</b> Insectos rastreros.  <b>Atrayente:</b> Cebo granular con veneno.  <b>Material:</b> Poliestireno.</p>	<p><b>Descripción:</b> Una estación de cebo para insectos, resistente a los derrames, contiene un atrayente tóxico el cual permite que el insecto se infecte y una vez este fuera de la trampa y se reúna con su colonia, infecte los demás individuos. Cuenta con una forma circular y una entrada en forma de embudo donde el insecto puede llegar a comer; debajo del embudo se encuentra el atrayente dentro de la trampa, evitando el contacto directo con el usuario.</p>
	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementa el color como un atrayente físico.</li> <li>- La entrada de los insectos al cebo, cuenta con una abertura muy pequeña para evitar que el alimento se salga.</li> </ul>	<p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Envenenar el insecto y dejarlo libre, puede ser contraproducente ya que puede contaminar no solo los insectos, si no los alimentos o cosas que estén en su camino.</li> </ul>
 <p>(Duehl et al., 2012)</p>	<p><b>3 TERRESTRIAL ARTHROPOD TRAP</b></p> <p><b>Fecha de publicación:</b> 02/10/2012 EU  <b>Nº de publicación:</b> US8276314B2  <b>Inventor:</b> Adrian Duehl, Lee Cohnstaedt, Richard Arbogast, Peter Teal.  <b>Ideal para:</b> Insectos rastreros.  <b>Atrayente:</b> Feromonas.  <b>Material:</b> Plástico, cartón, luces leds.</p>	<p><b>Descripción:</b> Trampa piramidal para insectos artrópodos, combina señales visuales, tácticas y olfativas para atraer dichos insectos. Esta compuesta por una base poligonal extruida y en el centro de la base es hueca, además cuenta con una tapa y en la parte superior se encuentran ubicadas las luces led, en el interior de la base se ubica el atrayente en forma de adhesivo para capturarlos.</p>
	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza más de una forma para atraer el insecto a la trampa.</li> <li>- Tiene aletas que ayudan como guía al insecto para que lleguen al interior.</li> </ul>	<p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Valor agregado por la utilización de luces.</li> <li>- No es muy claro como es la forma para extraer los insectos capturados.</li> <li>- El interior de la trampa es muy pequeño, por lo que su nivel de almacenamiento o captura disminuye.</li> </ul>




<p>(Wefler, 1996)</p>	<p><b>4. INSECT BAIT STATION</b></p> <p><b>Fecha de publicación:</b> 27/08/1996 EU  <b>Nº de publicación:</b> US5548922A  <b>Inventor:</b> Mark Wefler.  <b>Ideal para:</b> Insectos rastreros.  <b>Atrayente:</b> Cebo líquido.  <b>Material:</b> Plástico.</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de manipular.</li> <li>- No ocupa mucho espacio y cuenta con un material resistente.</li> <li>- Utilización de almohadillas para el cebo, para evitar derrames.</li> </ul>	<p><b>Descripción:</b> Es una estación de cebo para captura de insectos, esta compuesto por un cuerpo hueco que tiene una base y una cubierta; la base tiene un piso o almohadilla donde irá el cebo líquido, la cubierta tiene forma de embudo por donde entran los insectos a la trampa.</p> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No capura al insecto, ya que no tiene diseñado un espacio donde almacenar los insecto capturados.</li> <li>- Envenenar y dejar libre el insecto puede provocar la contaminación de los alimentos.</li> </ul>
<p>(Muramatsu, 1993)</p>	<p><b>5. INSECT TRAP</b></p> <p><b>Fecha de publicación:</b> 19/10/1993 EU  <b>Nº de publicación:</b> US5253450A  <b>Inventor:</b> Scott Muramatsu.  <b>Ideal para:</b> Insectos rastreros.  <b>Atrayente:</b> No especificado.  <b>Material:</b> Cartón.</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fácil de armar y de manipular.</li> </ul>	<p><b>Descripción:</b> Una trampa para insectos el cual se puede ubicar dentro de las bolsas de granos, de fácil fabricación y montaje. Hecha por dos piezas de cartón las cuales conforman una pirámide con una abertura en la parte superior la cual es la entrada de los insectos a la trampa. En su interior se encuentra un embudo con el objetivo de hacer caer los insectos pero a su vez no puedan retornar a la salida.</p> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El material no es resistente para estar dentro de los sacos de granos.</li> <li>- Los granos entrarían en contacto con el atrayente.</li> <li>- La configuración de la trampa permite que el insecto se vuelva a salir.</li> </ul>
<p>(Barak, 1989)</p>	<p><b>6. VERTICAL WALL MOUNT INSECTTRAP</b></p> <p><b>Fecha de publicación:</b> 19/09/1989 EU  <b>Nº de publicación:</b> US4866877 A  <b>Inventor:</b> Alan V. Barak.  <b>Ideal para:</b> Insectos rastreros.  <b>Atrayente:</b> Aceites tóxicos.  <b>Material:</b> Cartón ondulado.</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No ocupa mucho espacio.</li> <li>- Es económico y fácil para la limpieza.</li> <li>- El material no es tóxico.</li> <li>- Las ondulaciones sirven como alojamiento para el insecto.</li> </ul>	<p><b>Descripción:</b> Ideal para la vivienda, es una trampa de montaje vertical para el seguimiento y control de insectos; comprende un espacio de alojamiento de cartón, dividida en cuatro secciones rectangulares en serie, para ser plegadas entre si, en medio de ellas se encuentra ubicada la cámara que contiene el cebo tóxico y es el lugar donde llegan los insectos.</p> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El material no es resistente a cambios climáticos.</li> <li>- El insecto puede salirse con facilidad.</li> <li>- El material es susceptible a mordidas por el insecto.</li> </ul>

• **Trampas comerciales**

Modelos de trampas utilizadas actualmente para el control de insectos en granos almacenados, ver Tabla 3.

7.(Insects Limited Inc, 2012), 8.(Chemtica Internacional S.A., s. f.), 9.(Trécé Inc, 2013a), 10.(Trécé Inc, 2013b), 11.(JF Oakes, 2009), 12.(Killgerm S.A., 2015).

Tabla 3.  
Trampas comerciales

Análisis de trampas comerciales.		
 <p>(Insects Limited Inc, 2012)</p>	<p><b>7ALL BEETLE TRAP</b></p> <p><b>Marca:</b> Insects Limited Incorporated (Estados Unidos).  <b>Referencia:</b> All beetle Trap.  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Feromonas o atrayentes alimenticios.  <b>Material:</b> Polipropileno.  <b>Precio:</b> \$180.000.  <b>Dimensiones:</b> 14 Cm de largo y 8 Cm de ancho.</p>	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Material resistente a la intemperie.</li> <li>- Lados multi-textura.</li> <li>- Permite visualizar/monitorear los insectos.</li> <li>- Los insectos quedan dentro de la trampa.</li> <li>- De fácil mantenimiento.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No especifica la vida útil del producto, ni del atrayente.</li> <li>- Alto costo de venta.</li> <li>- No incluye atrayente.</li> </ul>
 <p>(Chemtica Internacional S.A., S. F.)</p>	<p><b>8SURFACE GRAIN BEETLE TRAP</b></p> <p><b>Marca:</b> Chemtica Internacional, S.A (Sto. Domingo).  <b>Referencia:</b> P102 - Trap.  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Feromonas y Kairomona.  <b>Material:</b> Plástico y cartón corrugado.  <b>Precio:</b> No especificado.  <b>Dimensiones:</b> 16 Cm de largo, 16 Cm de ancho y 3 Cm de alto.</p>	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No ocupa mucho espacio.</li> <li>- El costo de producción es económico.</li> <li>- Fácil mantenimiento y transporte.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El material no es resistente para ambiente concurridos.</li> <li>- No permite visualización de los insectos.</li> <li>- No especifica la durabilidad del atrayente.</li> <li>- No tiene buenos acabados de fabricación.</li> <li>- Los insectos se pueden salir de la trampa.</li> </ul>
 <p>(Trécé Inc, 2013a)</p>	<p><b>9THE DOME TRAP</b></p> <p><b>Marca:</b> Trécé Incorporated - Insect Monitoring Systems &amp; Pheromones (Estados Unidos).  <b>Referencia:</b> The dome trap.  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Feromonas o kairomonas.  <b>Material:</b> Plástico.  <b>Precio:</b> No especificado.  <b>Dimensiones:</b> 8 Cm de alto, diámetro de 10 Cm .</p>	<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de rampa.</li> <li>- Fácil de instalar y limpiar.</li> <li>- No requiere energía.</li> <li>- Feromonas con espectro más amplio.</li> <li>- Atrayente incluido.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No permite visibilidad.</li> </ul>

 <p>(Trécé Inc, 2013b)</p>	<p style="text-align: center;"><b>10. WB PROBE II TRAP</b></p> <p><b>Marca:</b> Trécé Incorporated - Insect Monitoring Systems &amp; Pheromones (Estados Unidos).  <b>Referencia:</b> WB Probe II Trap.  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Feromonas o atrayentes alimenticios.  <b>Material:</b> Plástico.  <b>Precio:</b> No especificado.  <b>Dimensiones:</b> 40 Cm de largo x 4,5 Cm de diámetro.</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- De fácil manipulación y mantenimiento.</li> <li>- Atrayente incluido en el producto.</li> <li>- Material resistente.</li> <li>- Permite visibilidad de los insectos.</li> <li>- Incluye atrayente.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No especifica la duración del atrayente.</li> <li>- Por el tamaño, se dificulta la extracción de la trampa dentro de los granos.</li> </ul> <p><b>Descripción:</b> Trampa para monitoreo de insectos en granos almacenados. Compuesto por una sola pieza / tubo con agujeros, resistente y de fácil inserción dentro de los granos.</p>
 <p>(JF Oakes, 2009)</p>	<p style="text-align: center;"><b>11. NEW X-LURE</b></p> <p><b>Marca:</b> JF Oakes, LLC (Estados Unidos).  <b>Referencia:</b> New X-Lure.  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Feromonas o atrayentes alimenticios.  <b>Material:</b> Plástico.  <b>Precio:</b> \$23.000.  <b>Dimensiones:</b> Diámetro general de 14 Cm, altura de 8 Cm.</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sin posibilidad de derrame.</li> <li>- Conserva los insectos dentro de la trampa.</li> <li>- Eficaz en lugares polvorientos.</li> <li>- Incluye atrayente.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- No permite la visibilidad del insecto, cuando la trampa esta cerrada.</li> <li>- Dificultad a la hora de cambiar el sistema de captura.</li> </ul> <p><b>Descripción:</b> Diseñada específicamente para el seguimiento y captura de una amplia gama de escarabajos de granos almacenados. Compuesto por dos piezas, en donde la parte inferior de la fosa de captura se ubica un papel filtro con aceite como atrayente con la finalidad de captura del insecto y no escape.</p>
 <p>(Killgerm S.A., 2015)</p>	<p style="text-align: center;"><b>12. TRAMPA PITFALL</b></p> <p><b>Marca:</b> Killgerm S.A (Barcelona).  <b>Referencia:</b> Pitfall.  <b>Ideal para:</b> Insectos de granos almacenados.  <b>Atrayente:</b> Sin atrayente.  <b>Material:</b> Plástico.  <b>Precio:</b> No especificado.  <b>Dimensiones:</b> 12 Cm de alto, diámetro de 10 Cm .</p> <p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Material resistente a la intemperie.</li> <li>- La empresa proporciona garantía de eficiencia.</li> <li>- Permite realizar un monitoreo de captura, sin necesidad de abrir la trampa.</li> </ul> <p><b>Desventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El producto viene sin atrayente y además el diseño de la trampa no tiene adecuado un espacio para ubicar el cebo.</li> <li>- Diseñada específicamente para ponerla entre granos.</li> </ul> <p><b>Descripción:</b> Esta trampa está diseñada para la detección de escarabajos y gorgojos plaga, dentro o cerca de la superficie del grano. El dispositivo en forma de cono está hecho de plástico transparente y tiene una tapa perforada extraíble, que permite a los insectos entrar, pero no salir. Las trampas se suministran con banderas / marcadores en cadenas para permitir la fácil recuperación cuando están dentro de los cestos o bolsas de granos.</p>

**4.1.2 Misión** Esta fase comprende la redacción de la declaración de la misión donde se documenta de manera general el desarrollo del proyecto, contando con los requisitos más relevantes que se encuentran involucrados con su proceso, como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4.

*Declaración de la misión*

Declaración de la misión: Dispositivo para captura, monitoreo y eliminación del gorgojo <i>Sitophilus oryzae</i> (Coleoptera: Curculionidae) de los granos almacenados.	
<b>Descripción del producto</b>	Destinado para realizar la captura y eliminación del <i>Sitophilus oryzae</i> una vez este dentro del dispositivo, además permite que el usuario realice un monitoreo para estimar el nivel de infestación de la plaga.
<b>Propuesta de valor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de atrayentes no tóxicos.</li> <li>- La configuración de la trampa permite una fácil extracción de los insectos.</li> <li>- Dimensiones adecuadas para espacios reducidos, como en estibas de almacenamiento.</li> <li>- Sistema anti-fuga y eliminación del insecto.</li> <li>- La captura del insecto, permite su análisis en laboratorio.</li> <li>- Su funcionamiento no requiere de consumo de energía.</li> <li>- Fácil de instalar y de baja complejidad.</li> </ul>
<b>Objetivos claves de negocio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Servir como ayuda de control para evitar la infestación por parte del gorgojo en almacenes de granos.</li> <li>- Mejorar los controles de calidad que se realizan con respecto a esta plaga en particular.</li> <li>- Innovar con un dispositivo que sea para el usuario, eficiente y práctico.</li> <li>- Generar un producto económicamente viable.</li> <li>- Concientizar el uso excesivo de químicos (insecticidas), evitando causar daños en granos, ambiente y población.</li> </ul>
<b>Mercado primario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depósitos de granos.</li> <li>- Almacenes y tiendas.</li> <li>- Empresas de control de plagas.</li> </ul>
<b>Mercado secundario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratorios o grupos de investigación interesados en el monitoreo del <i>Sitophilus oryzae</i>.</li> </ul>
<b>Suposiciones y restricciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimentos con la colonia <i>Sitophilus oryzae</i>.</li> <li>- Mantener como una opción de cebo el arroz.</li> <li>- Atrayentes comerciales de amplio rango.</li> <li>- Espacio limpio de olores extraños y suciedades que puedan alterar los experimentos.</li> </ul>
<b>Involucrados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La colonia de <i>Sitophilus oryzae</i>.</li> <li>- Compradores (usuarios).</li> <li>- Distribuidores.</li> <li>- Expertos en la colonia <i>Sitophilus oryzae</i>.</li> <li>- Investigador.</li> <li>- Directores del proyecto.</li> <li>- Diseñador.</li> </ul>

**4.2 Necesidades del cliente y especificaciones del producto.**

**4.2.1 Entrevista y asesorías a expertos.** En este proceso de desarrollo del producto, es necesario complementar el análisis de los productos existentes con entrevistas y asesorías, que

ayudaran a entender un poco más la interacción que viven los usuarios con el insecto, en los depósitos o almacenes de granos; es por tanto que se realizaron tres tipos de encuestas para tres grupos diferentes (Usuarios, vendedores y empresas de control de plagas), con el objetivo de analizar cada perspectiva, pero a la vez están todas enfocadas a la captura y eliminación de la plaga:

- Usuario experto: Personas quienes aportan al proyecto conocimientos acerca del insecto a nivel biológico y químico (Anexo A).
- Vendedores: Referente a dueños de arroceras y distribuidores, ya que son los que a diario tienen que lidiar con este tipo de plaga y los cuales utilizan sus propios métodos para evitar las infestaciones en sus productos (Anexo A).
- Empresas control de plaga: Las encargadas de vender a los usuarios todo tipo de herramientas para lograr la erradicación o captura de plagas (Anexo A).

La muestra fue de 30 personas, 10 para cada grupo de encuesta. Con el propósito de identificar los rasgos y necesidades más importantes del insecto, las entrevistas se llevaron a cabo en distintos lugares; en el caso de expertos, en las instalaciones del laboratorio CINTROP en el Parque Tecnológico Guatiguará. Para los vendedores se visitó cada una de las plazas del área metropolitana en el sector de los granos, y además se realizaron visitas en arroceras y depósitos de granos. Por último, para las empresas de control de plagas, se llevó a cabo en el centro por el sector de las fumigadoras y lugares cercanos como veterinarias. Con esta actividad, se buscó recopilar información calidad, que aporta información para realizar las especificaciones del proyecto y así poder realizar un producto que cumpla con las necesidades actuales del usuario.

Luego de la aplicación de las encuestas, se pudo determinar que varias respuestas entre los usuarios eran muy similares, por lo que se optó por redactarlas de manera más sintetizada, abarcando todas las opiniones de los participantes. Como se muestra a continuación:

***Conclusiones de las entrevistas realizadas:***

- De acuerdo con las personas que fueron entrevistadas la mayoría no tienen conocimiento sobre dispositivos de captura para gorgojos, sin embargo para evitar la propagación de esta plaga, recurren a fumigar y la implementación de pastillas de gas que se evaporan al entrar en contacto con el ambiente.
- La inmunización con insecticidas gasificantes, se realiza una vez al mes, dejando los granos herméticamente sellados y aislados por dos días como mínimo y luego el grano se limpia con maquinaria especializada.
- En los graneros, arroceras y depósitos, el método que utilizan para detectar la presencia de plagas es mediante el control cultural; es decir, visualmente. Cuando se realizan inspecciones cada mes y se detecta presencia de harina o pigmentación en los granos, es porque la plaga ya ha infectado la cosecha, considerándose la producción como perdida.
- Insecticidas en pastillas, utilizados para fumigar los granos contra las plagas consideradas 100% efectivas son: Gastión (Fitogranos Ltda, 2013), Detia Gas (Anasac Colombia Ltda, 2016), Phostoxin, Actellic 50 EC (Degesch de Chile Ltda., 2016), Fumixan Pro (Glacoxan, 2012), Gastoxin (Quimix S.A., 2010) entre muchas otros y productos que contengan como componente la deltametrina.
- Según los expertos, los dispositivos que conocen para el control de plagas son: Trampas con cebo (feromonas), trampas con atrayente (alimento), trampas con superficie pegajosa y trampas de luz.

Ventajas: Las trampas con feromonas ayudan a controlar la población (según el tipo de feromona), además de su facilidad de transportar e instalar.

Desventajas: La ubicación espacial de las trampas, los factores climáticos y el costo, influyen en su efectividad y su implementación en grandes áreas. Otras desventajas, son las feromonas que suelen cubrir un área de dispersión limitada. Con cebos alimenticios la principal desventaja es que no son específicas y llegan a atraer a otros insectos.

- Lo primero que debe tenerse en cuenta para la configuración de la trampa, son sus dimensiones, pues dispositivos muy grandes son poco prácticos en los lugares de almacenamiento. También debe tenerse en cuenta, que los controles químicos en los granos almacenados consisten en cubrir el grano con el producto, lo cual podría alterar el funcionamiento de la trampa. La mayoría de trampas pegajosas no son funcionales con escarabajos y pierden efectividad. Debe tenerse en cuenta la especificidad, sensibilidad y la efectividad, con un atrayente fácil de manejar y fácil de conseguir.

De acuerdo con los resultados de las encuestas, es necesario realizar una buena propuesta comercial, en donde se tenga en cuenta todas las opiniones de los usuarios. Además de eso, el monitoreo es un factor esencial en una trampa, ya que ayuda al usuario a tomar medidas de control, antes que los productos sean infestados por las plagas y poder implementar un control de limpieza sin tener tantas pérdidas.

En la Tabla 5, se muestran las necesidades de los usuarios entrevistados y la interpretación de dichas necesidades con un enfoque hacia el diseño. Éstas serán usadas para establecer las especificaciones del producto y generar conceptos para su posterior desarrollo.

Tabla 5.

*Interpretación de las necesidades*

Necesidad del usuario.	Necesidad interpretada.
- Que sea un trampa que no ocupe mucho espacio.	- El dispositivo no ocupa mucho espacio.
- De material amigable con el ambiente.	- El dispositivo esta fabricado con materiales que no son tóxicos y permiten ser reutilizables.
- Que permita una fácil extracción de los insectos.	- El dispositivo permite que el usuario extraiga los insectos de manera segura.
- Sirva para distintos ambientes y no se dañe.	- El dispositivo esta elaborado de un material resistente.
- Me permita realizar inspección sin abrir la trampa.	- El dispositivo permite visualizar los insectos que se encuentren dentro de ella.
- La muerte de los insectos sea dentro de la trampa.	- El dispositivo cuenta con un espacio para mantener los insectos dentro de la trampa.
- Con un atrayente fácil de manipular.	- El dispositivo maneja un atrayente no tóxico para el usuario.
- Que sea de un precio asequible para todo público.	- El dispositivo es de un precio asequible para todo el público.
- Que me brinde seguridad cuando la este manipulando.	- El dispositivo permite ser manipulado y transportado de manera segura.
- La trampa tenga un espacio para ubicar el atrayente dentro de ella.	- El dispositivo en su interior cuenta con un espacio para ubicar el atrayente.
- Sea fácil de armar y limpiar.	- El dispositivo contiene pocas piezas para su construcción, permitiendo más fácil su mantenimiento.
- Que tenga buen espacio para capturar los insectos.	- El dispositivo tiene un espacio amplio para capturar los insectos.

**4.2.2 Jerarquización de las necesidades del cliente** El objetivo de una jerarquización es realizar una lista con las necesidades de los clientes de manera más organizada, y con ello poder realizar una calificación de importancia; donde tres asteriscos (\*\*\*) denotan una importancia crítica, secundaria (\*\*) y primaria (\*), mientras que las necesidades latentes se denotan por el signo (!) (Ulrich & Eppinger, 2013).

**El dispositivo es eficiente.**

- \*\*\* La trampa no permite que los insectos se escapen.
- \*\*\* La trampa captura eficientemente el *S. oryzae*.
- \*\*\* La trampa cuenta con un cebo y atributos físicos para atraer los insectos.
- \*\*\* La trampa cuenta con un espacio para la captura del insecto.
- \*\*\* La trampa no genera un ambiente tóxico para los granos.
- \*\* La trampa permite visualizar los insectos que se encuentren dentro de ella.
- \*\* La trampa funciona correctamente en espacios polvorientos y húmedos.
- \*\* La trampa tiene un espacio seguro para ubicar el cebo.
- \* La trampa no ocasiona derrames.
- ! La trampa no necesita de energía para su funcionamiento.

**El dispositivo es fácil de armar y usar.**

- \*\*\* La trampa es de fácil configuración.
- \*\*\* La trampa es de fácil transporte y almacenamiento.
- \*\*\* La trampa es de instalación manual.
- \*\* La trampa contiene pocas piezas para su construcción.
- \*\* La trampa tiene un compartimiento desmontable para el cebo.
- \*\* La trampa no ocupa mucho espacio.
- \* La trampa cuenta con un manual de uso.
- \* La trampa es de fácil limpieza.

**La trampa es segura.**

- \*\*\* La trampa al estar siendo manipulada no expone al usuario a estar en contacto directo con los insectos.

- \*\*\* La trampa es distinguible en cualquier lugar del depósito.
- \*\*\* La trampa está fabricada con materiales que no son tóxicos y permite ser reutilizable.
- \*\* La trampa permite la extracción segura de los insectos.
- \*\* La trampa no permite la propagación de la plaga.
- \*\* La trampa es resistente a la humedad.
- \*\* La trampa posee dimensiones pequeñas, para ser ubicada en cualquier espacio.

**El dispositivo es de fabricación económica.**

- \*\*\* La trampa es de fácil fabricación.
- \*\* La trampa se puede fabricar en la región.
- \*! La trampa es de un precio asequible para todo el público.

**4.2.3. Especificaciones del producto** Cada una de las necesidades arroja un marco de referencia para el desarrollo del proyecto; donde se deben reflejar las especificaciones del producto y un grado de innovación con respecto a otros de la competencia, además de ser económicamente realizable. En la Tabla 6 se organizaron las necesidades en 4 categorías y a su vez recibieron una puntuación de 1 a 5, siendo 5 el valor más alto.

Tabla 6.

*Necesidades del producto.*

Clasificación	Núm.	Necesidad	Imp.
Formales	1	La trampa cuenta con un cebo y estímulos visuales para atraer los insectos.	5
	2	La trampa es distinguible en cualquier lugar del depósito.	4
	3	La trampa cuenta con un área para la captura del insecto.	5
	4	La trampa tiene un espacio seguro para ubicar el cebo.	3
	5	La trampa no ocupa mucho espacio.	4

Clasificación	Núm.	Necesidad	Imp.
	6	La trampa tiene un compartimiento desmontable para el cebo.	2
	7	La trampa posee un número reducido de componentes.	4
Funcionales	8	La trampa no permite la propagación de la plaga.	5
	9	La trampa funciona correctamente en espacios con polvo.	5
	10	La trampa permite visualizar los insectos que se encuentren dentro de ella.	5
	11	La trampa permite la extracción segura de los insectos.	5
	12	La trampa no permite que los insectos se escapen.	4
	13	La trampa aísla a los usuarios del insecto capturado.	4
Ergonómicos	14	La trampa es de instalación manual.	3
	15	La trampa es de fácil transporte y almacenamiento.	4
	16	La trampa es reutilizable.	3
Técnicos	17	La trampa está fabricada con materiales que no son tóxicos.	3
	18	La trampa no genera un ambiente tóxico para los granos.	5
	19	La trampa no necesita de energía para su funcionamiento.	4
	20	La trampa es de fácil fabricación (proceso de fabricación en la región).	3

Teniendo las necesidades del producto ya establecidas, se procede a convertir dichas necesidades en parámetros cuantificables y medibles, en el que se les asignará un valor métrico correspondiente, como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7.

Métricas del producto


Clasificación	Núm.	Núm. De Necesidad	Métrica	Unidades	Imp.
Formales	1	1,2	Atributos físicos.	Subj.	5
	2	3	Área de captura.	Cm2	4
	3	4,6	Zona para el atrayente.	Cm2	4
	4	5	Dimensiones totales.	Cm3	5
	5	7	Piezas que conforman la trampa.	Nº	3
Funcionales	6	8,12	Área del adhesivo para captura.	Cm2	4

Clasificación	Núm.	Núm. De Necesidad	Métrica	Unidades	Imp.
	7	9	Apta para espacios con polvo.	Si/No	3
	8	10	Visualización de insectos sin abrir la trampa.	Si/No	5
	9	11,13	Área de captura desmontable.	Si/No	4
Ergonómicos	10	14	Instalación manual	Nº de pasos	3
	11	15	Fácil para transportar y almacenar.	Subj.	5
	12	16	Reutilizable.	Si/No	5
Técnicos	13	17,18	Toxicidad de los componentes de la trampa.	Subj.	4
	14	19	Energía para su funcionamiento.	Voltios	4
	15	20	Fabricación viable en la región.	Subj.	4

Después de establecer el valor de medida para cada aspecto, se realizó una tabla comparativa con los productos más destacados en el mercado dirigidos a la captura del gorgojo, como se muestra a continuación en la Tabla 8.

Tabla 8.

Métricas del producto con productos comerciales (Comparativo)

Clasificación	Núm.	Núm. De Necesidad	Métrica	Unidades	Imp.				
	1	1,2	Atributos físicos.	Subj.	5	SI	SI	SI	NO
	2	3	Area de captura.	Cm2	4	Diámetro 7 Cm x Altura 3 Cm	10 Cm x 10 Cm	10 Cm x 6 Cm	Diámetro 4,5 Cm x Largo 30 Cm
Formales	3	4,6	Zona para el atrayente.	Cm2	4	Diámetro 3,5 Cm x Altura 3 Cm	6 Cm x 3 Cm	-	Diámetro 4,5 Cm x 1 Cm
	4	5	Dimensiones totales.	Cm3	5	10 Cm x 10 Cm x 8 Cm	16 Cm x 16 Cm x 3 Cm	14 Cm x 8 Cm x 4 Cm	40 Cm x 4,5 Cm x 4,5 Cm
	5	7	Piezas que conforman la trampa.	Nº	3	3	3	5	4
	6	8,12	Area del adhesivo para captura.	Cm2	4	38,48 cm2	-	60 cm2	-
Funcionales	7	9	Apta para espacios con polvo.	Si/No	3	Si	No	Si	No
	8	10	Visualización de insectos sin abrir la trampa.	Si/No	5	No	No	Si	Si
	9	11,13	Area de captura desmontable.	Si/No	4	Si	No	Si	Si
Ergonómicos	10	14	Instalación manual	Nº de pasos	3	4	3	4	4
	11	15	Fácil para transportar y almacenar.	Si/No	5	Si	Si	Si	Si
	12	16	Reutilizable.	Si/No	5	Si	No	Si	Si
	13	17,18	Toxicidad de los componentes de la trampa.	Subj.	4	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro
Técnicos	14	19	Energía para su funcionamiento.	Voltios	4	0	0	0	0
	15	20	Fabricación viable en la región.	Subj.	4	-	Si	Si	-

Teniendo el cuadro comparativo con los productos comerciales, se realiza nuevamente una tabla donde se especifique un rango para cada métrica, las cuales darán las especificaciones finales para el producto en el cual se está trabajando, ver Tabla 9.

Tabla 9.

*Especificaciones del producto*

Clasificación	Núm.	Núm. De Necesidad	Métrica	Unidades	Imp.	Valor
<b>Formales</b>	1	1,2	Atributos físicos.	Subj.	<b>5</b>	Si
	2	3	Área de captura.	Cm2	<b>4</b>	<input type="checkbox"/> 16 x 16
	3	4,6	Zona para el atrayente.	Cm2	<b>4</b>	<input type="checkbox"/> 4x4x4
	4	5	Dimensiones totales.	Cm2	<b>5</b>	<input type="checkbox"/> 16 x 16 x 14
	5	7	Piezas que conforman la trampa.	Nº	<b>3</b>	<input type="checkbox"/> 4
<b>Funcionales</b>	6	8,12	Área del adhesivo para captura.	Cm2	<b>4</b>	<input type="checkbox"/> 16 x 16
	7	9	Apta para espacios con polvo.	Si/No	<b>3</b>	Si
	8	10	Visualización de insectos sin abrir la trampa.	Si/No	<b>5</b>	Si
	9	11,13	Área de captura desmontable.	Si/No	<b>4</b>	Si
<b>Ergonómicos</b>	10	14	Instalación manual	Nº de pasos	<b>3</b>	<input type="checkbox"/> 4
	11	15	Fácil para transportar y almacenar.	Subj.	<b>5</b>	Si
	12	16	Reutilizable.	Si/No	<b>5</b>	Si
<b>Técnicos</b>	13	17,18	Toxicidad de los componentes de la trampa.	Subj.	4	Seguro
	14	19	Energía para su funcionamiento.	Voltios	4	0
	15	20	Fabricación viable en la región.	Subj.	4	Si

### 4.3 Generación del concepto

Este proceso comienza con un conjunto de necesidades y especificaciones orientadas a dar como resultado un conjunto de conceptos, acompañados de bocetos o modelos tridimensionales con una descripción en la que se expliquen de qué se trata cada uno.

**4.3.1 Aclarar el problema.** Es necesario desarrollar un esquema general del problema para descomponerlo en sub-problemas más sencillos. Por tal razón se realizó un diagrama funcional de una trampa para gorgojos como se muestra en la figura 11, seguido de dos diagramas funcionales en subproblemas, Figuras 12 y 13.



Figura 11. Diagrama funcional básico de una trampa para gorgojos

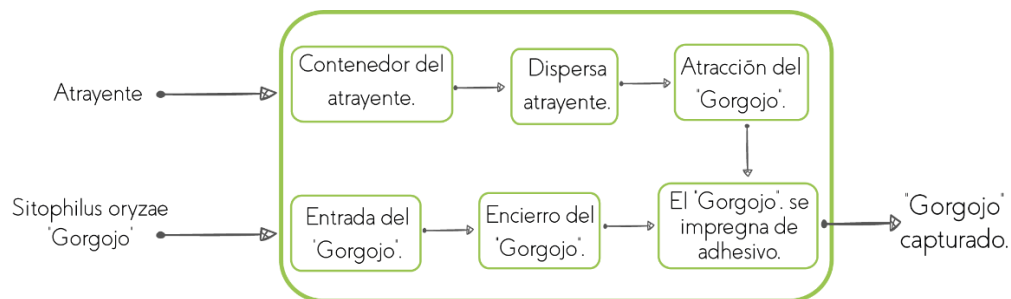


Figura 12. Diagrama funcional en subproblemas

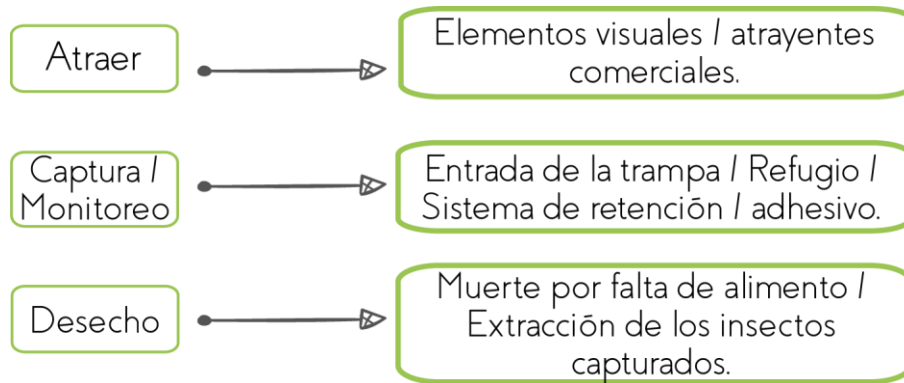


Figura 13. Diagrama funcional en subproblemas – específico

En la figura 14, se muestran las tres etapas funcionales que debe cumplir la trampa, siendo la etapa I donde el insecto está libre en el ambiente, etapa II la trampa en acción y la etapa III el desecho del insecto.

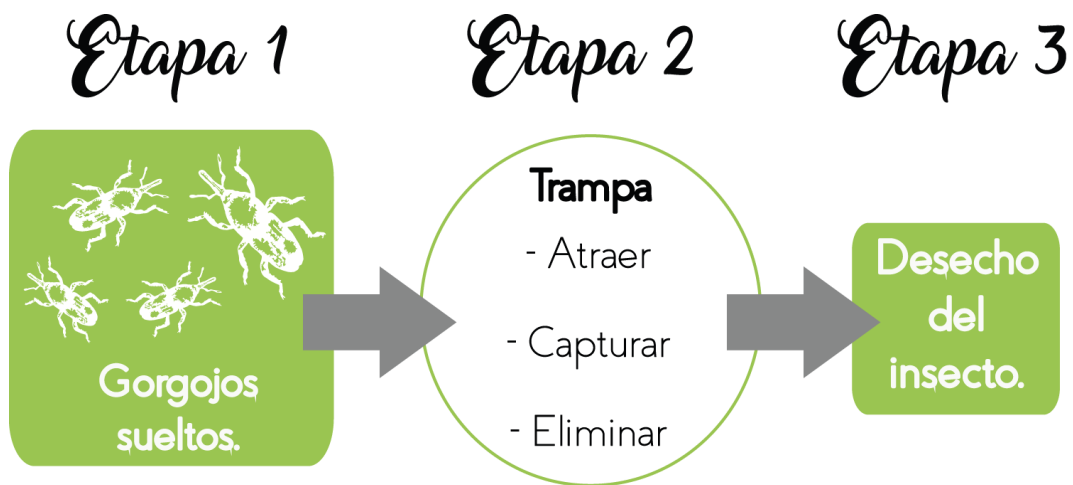


Figura 14. Diagrama funcional por etapas

**4.3.2 Explorar sistemáticamente.** Son posibles soluciones para cada subproblema, sometidas a una etapa experimental, como se describe a continuación:

- **Atracción del *S. oryzae*:** Se realiza mediante factores como el color, la forma y el trayente o cebo. En cada uno de ellos es necesario realizar ciertas pruebas experimentales para evaluar la viabilidad de dichos factores.
- **Captura / Monitoreo:** Por medio de la implementación de adhesivo y ángulos dentro de la trampa que logren dificultar la salida de los insectos. El monitoreo está basado en que la trampa permita visualizar al usuario la captura de los insectos, es decir que está definido como una lectura en el proceso del control de la plaga.
- **Desecho o eliminación:** Con la utilización de adhesivo se busca causar la muerte del insecto, ya que no va a recibir alimento y así en pocos días mueran. Seguido de la extracción o eliminación de los insectos fuera de la trampa.

**4.3.3 Alternativas** Las alternativas se desarrollan, de acuerdo a las especificaciones realizadas anteriormente y a una investigación previa en base al insecto, lo cual aportan en gran medida ideas al proceso creativo que el Diseñador debe realizar, ver Tabla 10.

Tabla 10.

Alternativas de diseño

Propuesta	Descripción
	<p><b>Propuesta 1:</b> Espiral. Consta de cuatro lados formando un espiral en forma cónica y se divide en dos partes: La parte externa por donde entra el insecto a la trampa, cuenta con orificios para permitir la ventilación del atrayente; y la parte interna donde se encuentra ubicada el area de captura con adhesivo y la ubicación del atrayente en el centro del area de captura.</p>
	<p><b>Propuesta 2:</b> Las ventanas. Compuesta por dos partes de forma cuadrada, cuenta con cuatro entradas en donde la parte superior es la tapa de la trampa con un color traslucido permitiendo visualizar al interior; y la parte inferior que es la base donde se ubica el atrayente y el adhesivo para los insectos.</p>
	<p><b>Propuesta 3:</b> Torre. Constituida por dos partes, una de ellas es un cono alargado donde se ubica el atrayente y el area de captura, además contiene orificios en su superficie para la ventilación del atrayente; mientras que la segunda pieza es un cono hueco más pequeño que se pone encima del cono más grande, con la función de rampa para que el insecto suba y con una textura rugosa para facilitar el ascenso.</p>
	<p><b>Propuesta 4:</b> Caja. Un cubo con cuatro entradas (una por cada lado), cada entrada lleva al insecto hasta el centro del cubo y de ahí caen hasta el adhesivo evitando que se queden en las orillas. El cubo se abre diagonalmente, permitiendo la extracción de los insectos capturados. En la cara superior del cubo se desprenden dos láminas de color en forma de triángulo que se ubican de manera perpendicular para atraer la atención de los insectos. Al mismo tiempo el espacio que dejan las láminas en la cara superior del cubo al ser desprendidas se convierten en el visor para los usuarios.</p>
	<p><b>Propuesta 5:</b> Carpa. Compuesta por un triángulo extruido como parte superior de la trampa y permite la entrada de los insectos, al mismo tiempo permite ser plegable para su almacenamiento. Su base tiene una forma rectangular y en su interior se ubica el adhesivo con el atrayente, los costados de la base vienen en forma de rampa para facilitar la llegada de los insectos a la entrada de la trampa.</p>

	<p><b>Propuesta 6:</b> Puente. Se compone por piezas separadas, que se unen por ensamblados. Las caras laterales cuentan con ventanas para permitir la visualización, en la parte inferior se encuentra el área desmontable de captura. Cuenta con dos entradas en forma de túnel en la parte superior.</p>
	<p><b>Propuesta 7:</b> Bloque. Piezas independientes que al ser ensambladas forman un trapecio. En dos de sus caras laterales se encuentran ventanas con orificios para permitir la ventilación del atrayente y además permite al usuario ver dentro de ella. Mientras que sus otras dos caras se convierten en camino para que el insecto llegue a la entrada de la trampa que se encuentra en la parte superior. El área de captura y cebo se extrae por uno de sus lados.</p>
	<p><b>Propuesta 8:</b> Banquillo. Forma de bloque rectangular, con entrada en cada uno de sus lados, cubiertas con una parte traslúcida que permite al usuario ver en su interior y a su vez impide la entrada de polvo, en la parte superior se ubica el atrayente y en la parte inferior se encuentra el adhesivo, su base es plana para que el insecto entre directo a la trampa.</p>
	<p><b>Propuesta 9:</b> Platillo. Tiene forma de domo, en su parte superior se encuentra la entrada en forma de embudo, posee una cubierta para evitar la entrada de polvo. La base del domo se puede desprender para cambiar el atrayente o extraer los insectos ya capturados.</p>
	<p><b>Propuesta 10:</b> Pirámide. Trapecio, con una cubierta en la parte superior, cuenta con dos entradas y el área de captura se desmonta por uno de sus lados, diferentes a los que llevan las entradas.</p>

#### 4.4 Selección del concepto.

Proceso para evaluar las propuestas con respecto a los requerimientos y necesidades del cliente, comparando los puntos débiles y fuertes de cada uno, para seleccionar uno o más y continuar con su desarrollo. Para esta parte de la metodología, es necesario realizar una matriz de selección de conceptos, como se muestra en la Tabla 11, en la cual se evaluarán las alternativas junto a un

producto comercial y se eliminan las que no cumplan la mayoría de requerimientos. Seguido a esto, se realiza una matriz de evaluación de conceptos Tabla 12, la cual realiza un refinamiento de las propuestas más destacadas de la matriz anterior.

Tabla 11.

Matriz de selección de conceptos


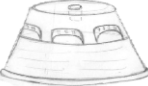


CRITERIOS DE SELECCIÓN		SURFACE GRAIN BEETLE TRAP	1 - ESPIRAL	2 - VENTANAS	3 - TORRE	4 - CAJA	5 - CARPA	6 - PUENTE	7 - BLOQUE	8 - BANQUILLO	9 - PLATILLO	10 - PIRÁMIDE	
Formales	La trampa cuenta con un cebo y estímulos visuales para atraer los insectos.	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	La trampa es distinguible en cualquier lugar del depósito.	0	+	0	+	+	0	+	+	+	+	0	
	La trampa cuenta con un área para la captura del insecto.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	La trampa tiene un espacio seguro para ubicar el cebo.	0	+	0	+	+	0	+	+	+	0	+	
	La trampa no ocupa mucho espacio.	0	-	0	-	-	-	-	-	-	0	-	-
	La trampa tiene un compartimiento desmontable para el cebo.	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+
	La trampa posee un número reducido de componentes.	0	0	0	0	-	0	-	-	-	0	0	0
Funcionales	La trampa no permite la propagación de la plaga.	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	
	La trampa funciona correctamente en espacios con polvo.	0	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	
	La trampa permite visualizar los insectos que se encuentren dentro de ella.	0	-	0	-	+	-	+	+	+	+	-	
	La trampa permite la extracción segura de los insectos.	0	0	0	-	+	0	+	+	+	0	+	
	La trampa no permite que los insectos se escapen.	0	0	-	+	+	+	+	+	0	+	+	
	La trampa aísla a los usuarios del insecto capturado.	0	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	
Ergonómicos	La trampa es de instalación manual.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	La trampa es de fácil transporte y almacenamiento.	0	-	0	-	0	0	+	+	0	-	-	
	La trampa es reutilizable.	0	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	
Técnicos	La trampa está fabricada con materiales que no son tóxicos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	La trampa no genera un ambiente tóxico para los granos.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	La trampa no necesita de energía para su funcionamiento.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	La trampa es de fácil fabricación (proceso de fabricación en la región).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Suma +	0	8	4	8	11	6	11	11	7	9	9	
	Suma 0	20	9	15	8	7	12	7	7	12	9	8	
	Suma -	0	3	1	4	2	2	2	2	1	2	3	
	Evaluación neta	0	5	3	4	9	4	9	9	6	7	6	
	Posición	-	4	6	5	1	5	1	1	3	2	3	
	S: Si / N: No / C: Combinar	-	N	N	N	C	N	C	S	N	C	C	
	¿Continuar?	-	N	N	N	C	N	C	S	N	C	C	

Luego de realizar la matriz de selección de conceptos, 5 propuestas pasaron esta etapa, donde la alternativa 4 (Caja) y 6 (Puente) entran a combinar al igual que la propuesta 9 (Platillo) y 10

(Pirámide), mientras la propuesta 7 (Bloque) continúa sin ningún cambio. Por lo tanto, para la siguiente matriz entra en evaluación dos propuestas mejoradas, una sin ningún cambio y el producto comercial de base.

Tabla 12.

Matriz de evaluación de conceptos

CRITERIOS DE SELECCIÓN		Conceptos								
		Producto comercial			propuesta 1		propuesta 2		propuesta 3	
		Peso %	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada	Calificación	Evaluación ponderada
										
<b>Formales</b>	La trampa cuenta con un cebo y estímulos visuales para atraer los insectos.	10	2	20	3	30	4	40	3	30
	La trampa es distinguible en cualquier lugar del depósito.	4	2	8	3	12	3	12	3	12
	La trampa cuenta con un área para la captura del insecto.	8	2	16	5	40	5	40	5	40
	La trampa tiene un espacio seguro para ubicar el cebo.	5	3	15	4	20	4	20	3	15
	La trampa no ocupa mucho espacio.	4	5	20	3	12	3	12	3	12
	La trampa tiene un compartimento desmontable para el cebo.	6	2	12	4	24	4	24	2	12
	La trampa posee un número reducido de componentes.	3	5	15	4	12	3	9	3	9
<b>Funcionales</b>	La trampa no permite la propagación de la plaga.	7	3	21	4	28	4	28	4	28
	La trampa funciona correctamente en espacios con polvo.	5	2	10	3	15	5	25	4	20
	La trampa permite visualizar los insectos que se encuentren dentro de ella.	8	2	16	3	24	4	32	2	16
	La trampa permite la extracción segura de los insectos.	5	2	10	3	15	4	20	4	20
	La trampa no permite que los insectos se escapen.	6	1	6	4	24	4	24	4	24
<b>Ergonómicos</b>	La trampa aísla a los usuarios del insecto capturado.	4	2	8	4	16	4	16	4	16
	La trampa es de instalación manual.	3	3	9	5	15	5	15	5	15
	La trampa es de fácil transporte y almacenamiento.	2	5	10	4	8	4	8	4	8
<b>Técnicos</b>	La trampa es reutilizable.	5	2	10	4	20	4	20	4	20
	La trampa está fabricada con materiales que no son tóxicos.	4	4	16	5	20	5	20	5	20
	La trampa no genera un ambiente tóxico para los granos.	4	3	12	5	20	5	20	5	20
	La trampa no necesita de energía para su funcionamiento.	3	5	15	5	15	5	15	5	15
	La trampa es de fácil fabricación (proceso de fabricación en la región).	4	5	20	5	20	5	20	5	20
<b>Total de puntos %</b>		100	2,69		3,9		4,2		3,72	
<b>Posición</b>			4		2		1		3	
<b>¿Continuar?</b>			-		No		Sí		No	

Una vez realizada la matriz anterior, se obtuvo como ganadora la propuesta 2, que fue resultado de la combinación de la alternativa 4 (Caja) y 6 (Puente). Seguido a esto se realizaron modelos a

escala real para ser sometidos a experimentación y así fundamentar las decisiones de diseño, Figura 15.



*Figura 15.* Alternativa seleccionada con modificaciones (Propuesta 2)

#### **4.5 Diseño experimental**

En esta parte del proceso de diseño, se da inicio al método científico, donde se lleva a cabo la ejecución de experimentos con la colonia, en modelos obtenidos por la selección de concepto. El objetivo es realizar experimentos concretos para validar hipótesis y así generar soluciones a posibles fallas.

Para la ejecución de experimentos se debe realizar un protocolo y la formulación específica de un modelo o hipótesis, en el cual se van a obtener resultados específicos para ser analizados estadísticamente.

**4.5.1 Colonia *S. oryzae*** El laboratorio de Entomología CINTROP, adaptado a los protocolos de normas de bioseguridad (Universidad Industrial de Santander, 2012), mantiene la colonia del *S. oryzae*, en un ambiente de 25 °C, humedad de 75, 4% y fotoperiodo de 12:12h.

Para la ejecución del proyecto, se inició con una colonia propia, en la cual se comenzó con dos frascos de 50gr de arroz y 100 individuos en cada uno. Cada frasco es enumerado con la finalidad de realizar un registro semanal y conocer el ciclo de vida de la especie en ambiente de laboratorio, ver Figura 16.



Figura 16. Frascos para el mantenimiento de la colonia *S. oryzae*.

El mantenimiento se realiza una vez por semana, vaciando cada frasco dentro de un recipiente, luego con unas pinzas se debe ir sacando cada gorgojo, almacenando los vivos en un envase vacío y los muertos en una bolsa para ser desechados. El arroz libre se vuelve a guardar en el frasco y se

deja un mes aproximadamente para que los huevos comiencen a eclosionar; ya que dentro de la semana que se deja el arroz con los gorgojos, las hembras depositan sus huevos.

Por otro lado los gorgojos vivos que se sacan de cada frasco, pasan a otro nuevo con la misma cantidad de arroz e individuos; en el caso que se registren varios gorgojos muertos se recurre a la reserva que tiene el laboratorio para sacar los faltantes y así completar nuevamente los 100 individuos, con el objetivo de mantener la misma población en cada recipiente, ver Figura 17.



Figura 17. Mantenimiento de la colonia

- **Equipos e implementos de trabajo**

- **Frascos de plástico transparentes:** Necesarios para el inicio de la colonia, cada frasco está tapado con tela para evitar que se asfixien, marcados con la fecha, cantidad de individuos y cantidad del arroz para poder realizar un registro cuando sea el momento de realizar mantenimiento, ver Figura 18.



Figura 18. Frascos para el almacenamiento de los gorgojos.

- **Herramientas para realizar la limpieza del arroz:** Cuando es el momento de hacer mantenimiento, debe realizarse dentro de un recipiente donde se deposita el arroz de cada frasco y con una pinza se van sacando los gorgojos vivos y muertos, ver Figura 19.



Figura 19. Herramientas para el mantenimiento de la colonia

- **Balanza digital XB 220A y estereoscopio Nikon SMZ1500:** La balanza para pesar el arroz cada vez que se realiza el mantenimiento y el estereoscopio, para poder conocer y detallar más al insecto en cada fase de su desarrollo, ver Figura 20.



Figura 20. Balanza digital y estereoscopio

- **Lugar de experimentos:** Para la realización de los experimentos se adecuó un espacio en el laboratorio de Biodiseño, donde se ubicaron 4 jaulas con dimensiones de 100x60x40 cm, en cristal incoloro de 0,4 cm de espesor, ver Figura 21.



Figura 21. Jaulas para realizar experimentos

**4.5.2 Protocolo experimental** Para realizar los protocolos de los experimentos, es necesario realizar un breve resumen acerca de la terminología que se va a trabajar en esta etapa de diseño experimental, basado en el libro de Diseño de experimentos (Kuehl, 2001), ver Tabla 13.

Tabla 13.

*Terminología científica*

<b>Término</b>	<b>Descripción</b>
<b>Experimento</b>	Investigaciones que enmarcan un conjunto particular de circunstancias, dentro un protocolo específico en el cual se observa y se evalúan las implicaciones de las observaciones resultantes.
<b>Experimento comparativo</b>	Su objetivo implica establecer más de un conjunto de circunstancias dentro del experimento y se comparan entre sí con respecto a las diferentes circunstancias.
<b>Tratamientos</b>	Conjunto de circunstancias creadas para cada experimento, para dar respuesta a la hipótesis de investigación.
<b>Unidad experimental</b>	Entidad física o sujeto expuesto al tratamiento independiente de otras unidades.
<b>Tratamiento de control</b>	Punto necesario para evaluar el efecto de los tratamientos experimentales, existen circunstancias en las cuales el tratamiento de control es útil y necesario.
<b>Réplica</b>	Implica una repetición independiente del experimento inicial; es decir, cada tratamiento se aplica de manera independiente a dos o más unidades experimentales.
<b>Número de réplicas</b>	El número de réplicas en un estudio de investigación afecta la precisión de las estimaciones de las medias de los tratamientos y la potencia de las pruebas estadísticas para descartar las diferencias entre las medias de los grupos en tratamiento.
<b>Análisis estadístico</b>	El análisis de los experimentos se realizó con el software Statistica V.11.

**4.5.3 Diseño de los experimentos** Se abordaron 2 hipótesis, para evaluar el diseño de la trampa mediante el cambio en algunos parámetros como color, presencia de luz, alimento y material.

- **Experimento N° 1: Color**

**Objetivo:** Evaluar la preferencia del *S. oryzae* por un color en específico.

**Hipótesis:** “Una de las propuestas de color, favorece la orientación y atracción del gorgojo”.

<b>Variable dependiente:</b>	<b>Captura dentro del modelo (Cono).</b>
<b>Variable independiente:</b>	9 tratamientos.
<b>Duración del experimento:</b>	5 días.
<b>Población total:</b>	200 Ind.
<b>Población por jaula:</b>	50 Ind.
<b>Replicas:</b>	4
<b>Lectura del experimento:</b>	Cada 24hrs.
<b>Fases de desarrollo:</b>	Fase 1: Luz y Fase 2: Oscuridad

- **Experimento N° 2:** Color y forma con el Modelo de prueba.

**Objetivo:** Evaluar la captura del *S. oryzae* implementando el Modelo de prueba (trampa) con combinaciones de color (Transparente-Naranja).

**Hipótesis:** “Una de las trampas favorece el ingreso del *S. oryzae*”.

<b>Variable dependiente:</b>	<b>Captura dentro de los modelos propuestos en el experimento.</b>
<b>Variable independiente:</b>	8 tratamientos.
<b>Duración del experimento:</b>	5 días.
<b>Población total:</b>	200 Ind.
<b>Población por jaula:</b>	50 Ind.
<b>Replicas:</b>	4
<b>Lectura del experimento:</b>	Cada 24hrs.
<b>Fases de desarrollo:</b>	Fase 1: Luz y Fase 2: Oscuridad

#### 4.5.3.1 Experimento N°1: Color (Condición Luz)

**Problemática:** Teniendo en cuenta que existen colores que favorecen la atracción de ciertos insectos, en el caso del gorgojo del arroz no se encuentra reportado un color particular que pueda

incidir en su comportamiento de atracción. Los reportes existentes se enfocan en el gorgojo del algodón *Anthonomus grandis*, los cuales establecen que la región del espectro donde se genera mayor sensibilidad se encuentra en el rango de 500-525nm (azul-verde) (Cross, Mitchell, & Hardee, 1976).

**Objetivo:** Evaluar la preferencia del *S. oryzae* por un color en específico.

**Hipótesis:** “Una de las propuestas de color, favorece la orientación y atracción del gorgojo”.

**Población:** 200 gorgojos (50 en cada jaula).

**Condiciones del experimento:** 24hrs luz, con arroz como atrayente (Fase 1), sin arroz (Fase 2).

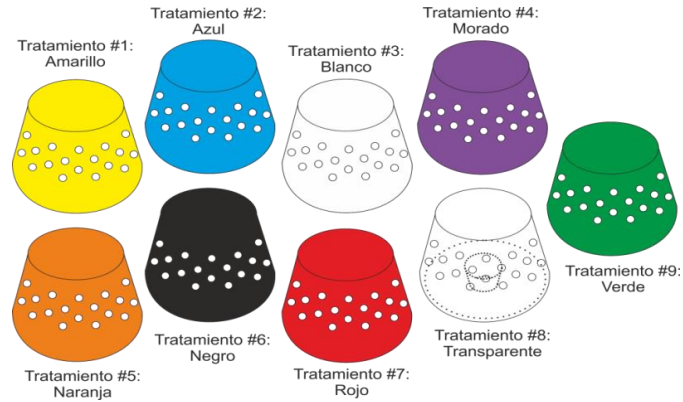
**Duración del experimento:** Cinco días para cada fase del experimento.

**Lectura del experimento:** Cada 24 hrs.

**Nota:** La realización del experimento se dividió en dos partes, una es implementando arroz como atrayente dentro de cada cono y la segunda parte es sin atrayente, los parámetros son los mismos al igual que los tratamientos.

**Tratamientos:** Para este experimento el modelo a utilizar fue un cono truncado, aunque en esta etapa se discrimina la forma; se plantea de esta manera gracias al análisis del estado del arte, pues esta forma es muy utilizada en el diseño de trampas que se encuentran en el mercado.

Se construyeron 9 conos truncados, siendo 8 en cartulina escolar (rojo, verde, negro, blanco, amarillo, naranja, morado y azul) con orificios alrededor y uno en lámina transparente de polipropileno; cada uno en su interior tiene de base una lámina con adhesivo (Gomin) y en el medio de cada una se encuentra ubicado una copa pequeña de plástico con arroz (14 gr) como atrayente para el insecto, ver Figura 22.



Tratamiento 1: Amarillo	Tratamiento 6: Negro
Tratamiento 2: Azul	Tratamiento 7: Rojo
Tratamiento 3: Blanco	Tratamiento 8: Transparente
Tratamiento 4: Morado	Tratamiento 9: Verde
Tratamiento 5: Naranja	

Figura 22. Tratamientos – Experimento N°1 Color

**Disposición de los tratamientos en las jaulas:** Se delimita un área de 60x60 Cm dentro de cada jaula con el adhesivo Gomin para evitar la fuga de los insectos y se ubican los tratamientos en un radio de 15Cm con respecto al centro, con ángulo de distancia de 40° entre cada tratamiento. En el centro se depositan 10 gorgojos diarios en cada jaula (4), por cinco días para un total de 200 individuos; cada día que se realiza la lectura y los conos se rotan en sentido anti horario. El diagrama para ambas partes del experimento (con arroz y sin arroz) se muestra en la Figura 23 y el montaje en la Figura 24.

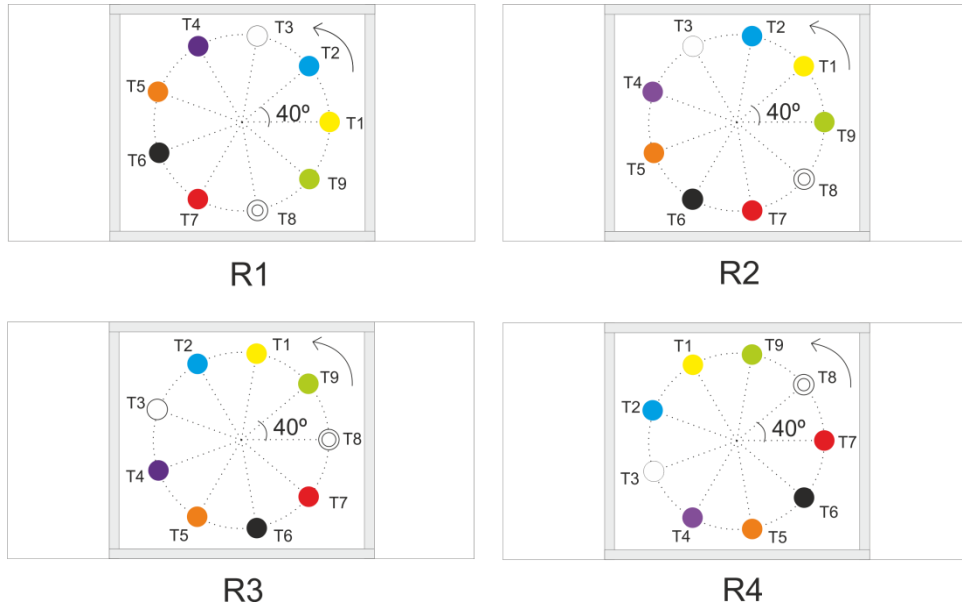


Figura 23. Diagrama - Experimento N°1 Color (Condición Luz)



Figura 24. Montaje - Experimento N°1 Color (Condición Luz)

**Resultados:** Durante 10 días se registró la lectura del experimento en condición de luz con arroz (200 individuos) y sin arroz (200 individuos), donde se tabuló todo en tablas (Anexo B); organizados por captura de cada tratamiento, con su desviación estándar y su porcentaje. Los resultados de captura con arroz y sin arroz se presentan a continuación en la Tabla 14.

Tabla 14.

*Resultados - Experimento N°1 Color (Condición Luz)*

	Luz con atrayente (Arroz)			Luz sin atrayente		
	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje (%)	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje (%)
Amarillo	3	0,37	1,5	8	0,60	4,0
Azul	6	0,47	3,0	10	0,76	5,0
Blanco	4	0,41	2,0	7	0,49	3,5
Morado	2	0,31	1,0	9	0,76	4,5
Naranja	7	0,59	3,5	5	0,44	2,5
Negro	3	0,37	1,5	19	1,23	9,5
Rojo	7	0,49	3,5	19	1,23	9,5
Transparente	58	2,15	29,0	32	1,31	16,0
Verde	3	0,37	1,5	9	0,89	4,5
Total	93	5,51	46,5	118	7,72	59,0

**Análisis estadístico:** Luego de conocer los resultados, se realiza un análisis estadístico por medio del test Kruskal-Wallis con nivel de significancia  $p < 0,05$ , con el objetivo de establecer si existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Se observó que para ambos casos en condiciones de luz se presentan diferencias significativas. Fase 1: con arroz [KW:H(8,N=180)=58,51396  $p=0,0000$ ], y Fase 2: sin arroz [KW:H(8,N=180)=28,22402  $p=0,0004$ ]. Ver gráficos en la Figura 25 y 26.

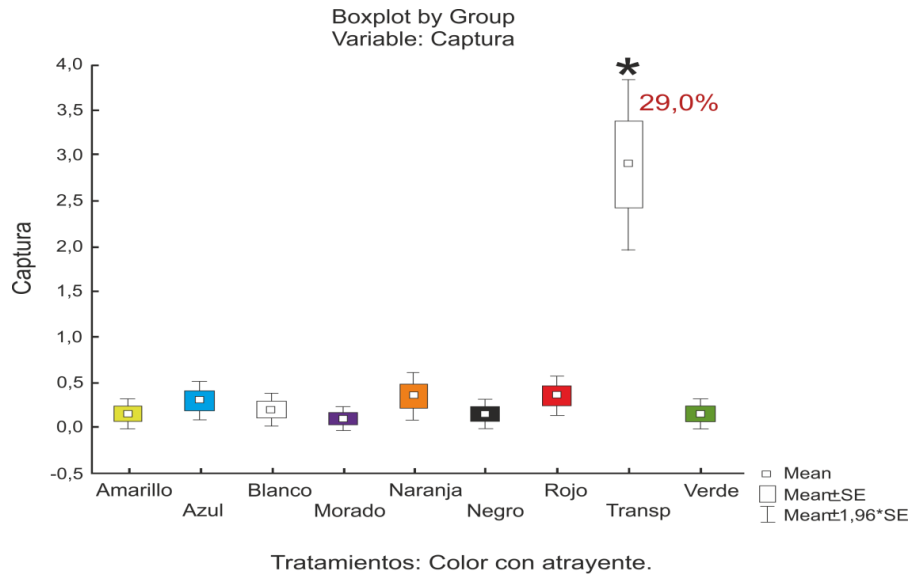


Figura 25. Análisis estadístico – Experimento N° 1 Color: Fase 1

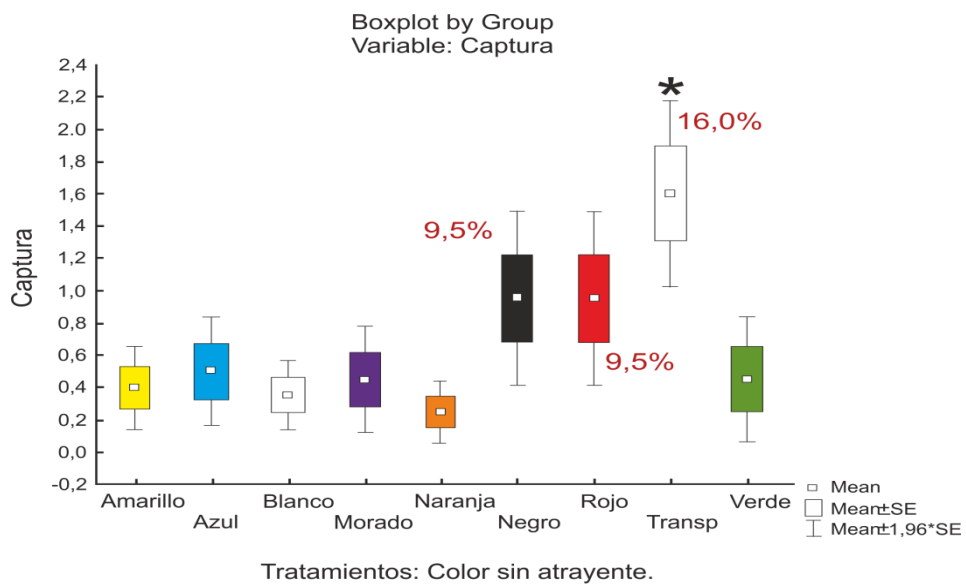


Figura 26. Análisis estadístico – Experimento N°1 Color: Fase 2

**Conclusiones – Fase 1:** El T8 (Cono transparente) presentó mayor captura con un porcentaje del 29,0% y una diferencia significativa con relación a los demás tratamientos.

**Conclusiones – Fase 2:** Se evidencia mayor porcentaje de captura en el T8 (cono transparente) con un 16,0%, seguido del T6 y T7 con un porcentaje de 9,5% cada uno; la diferencia significativa se evidencia nuevamente con el T8 con respecto a los tratamientos 1-2-3-4-5 y 9.

**Observaciones:** El color y el material del T8 pueden influir en gran medida para la atracción y captura del *S. oryzae*. Además, durante los experimentos se observó que la textura lisa del material no genera ningún problema en los insectos al momento de ascender por el cono hacia los orificios. En la Figura 27 se presenta un registro fotográfico del experimento.



Figura 27. Registro fotográfico - Experimento N°1 Color (Condición Luz)

#### 4.5.3.2 Experimento N°1: Color (Condición oscuridad)

**Objetivo:** Evaluar la preferencia del *S. oryzae* por un color en específico en ausencia de luz.

**Hipótesis:** “Una de las propuestas de color, favorece la orientación y atracción del gorgojo”.

**Población:** 200 gorgojos (50 en cada jaula)

**Condiciones del experimento:** 24hrs luz, con arroz como atrayente (Fase 1), sin arroz (Fase 2).

**Duración del experimento:** Cinco días para cada fase del experimento.

**Lectura del experimento:** Cada 24 hrs.

**Tratamientos:** Para este experimento los modelos a utilizar son los mismos conos truncados utilizados en la anterior prueba, en este caso se necesitó forrar cada jaula de negro para evitar la entrada de luz al área de experimentación.

Se construyeron 4 cajas negras en cartulina dentro de cada jaula con orificios tapados con tela negra permitiendo la entrada de aire, dentro de cada caja se ubicaron nuevamente los 9 conos en las mismas condiciones al experimento anterior en luz;

**Disposición de los tratamientos en las jaulas:** Se delimita un área de 60x60 Cm dentro de cada caja negra con el adhesivo Gomin, ubicándose los tratamientos en un radio de 15Cm con respecto al centro, con ángulo de distancia de  $40^\circ$  entre cada tratamiento. En el centro se depositan 10 gorgojos diarios en cada jaula (4), por cinco días para un total de 200 individuos; cada día que se realiza la lectura, los conos se rotan en sentido anti horario. El diagrama para ambas partes del experimento se muestra en la Figura 28 y el montaje en la Figura 29.

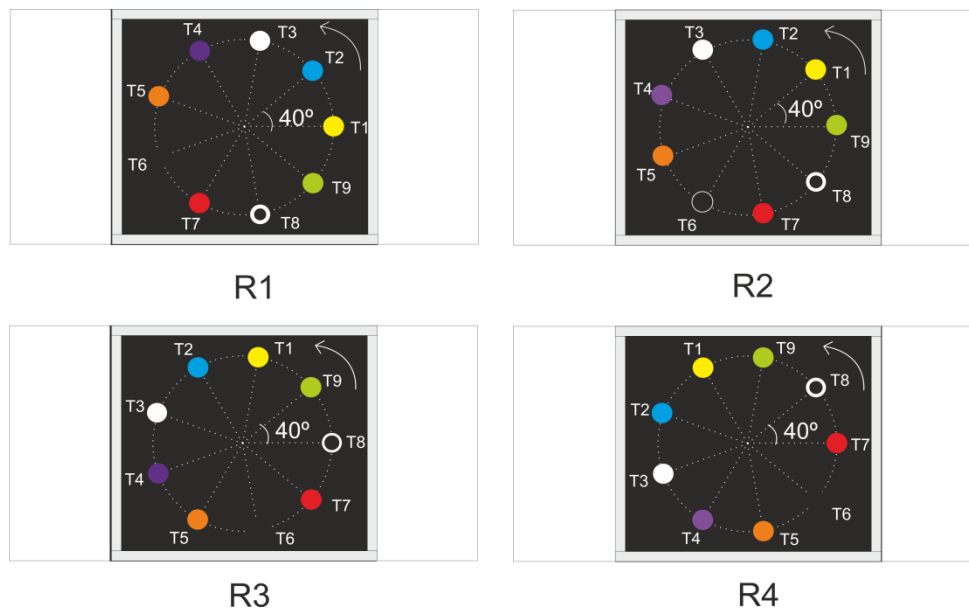


Figura 28. Diagrama - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad)



Figura 29. Montaje - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad)

**Resultados:** Durante 10 días se registró la lectura del experimento en condiciones de oscuridad para la Fase 1 y 2, donde se organizó por captura de cada tratamiento, con su desviación estándar y porcentaje. Los resultados de captura se presentan a continuación en la Tabla 15.

Tabla 15.

Resultados - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad)

	Oscuridad con atrayente (arroz)			Oscuridad sin atrayente		
	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje (%)	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje(%)
Amarillo	6	0,57	3,0	7	0,67	3,5
Azul	7	0,67	3,5	13	0,67	6,5
Blanco	8	0,60	4,0	7	0,59	3,5
Morado	3	0,49	1,5	7	0,75	3,5
Naranja	9	0,76	4,5	4	0,52	2,0
Negro	7	0,49	3,5	12	0,75	6,0
Rojo	12	0,88	6,0	14	1,03	7,0
Transparente	14	1,13	7,0	26	0,92	13,0
Verde	15	0,79	7,5	20	1,12	10,0
Total	81	6,38	40,5	110	7,03	55,0

**Análisis estadístico:** Se realiza un análisis estadístico por medio del test Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks con nivel de significancia  $p < 0,05$ . Se observó que en la Fase 1, no se presentó diferencias significativas [KW:H(8,N=180)=10,94788  $p=0,2047$ ], donde el T9 (cono verde) presentó mayor porcentaje de captura. Por el contrario, en la Fase 2, si se presentó diferencias significativas [KW:H(8,N=180)=28,91803  $p=0,0003$ ] con mayor índice de captura en el T8. Ver gráficos en la Figura 30 y 31.

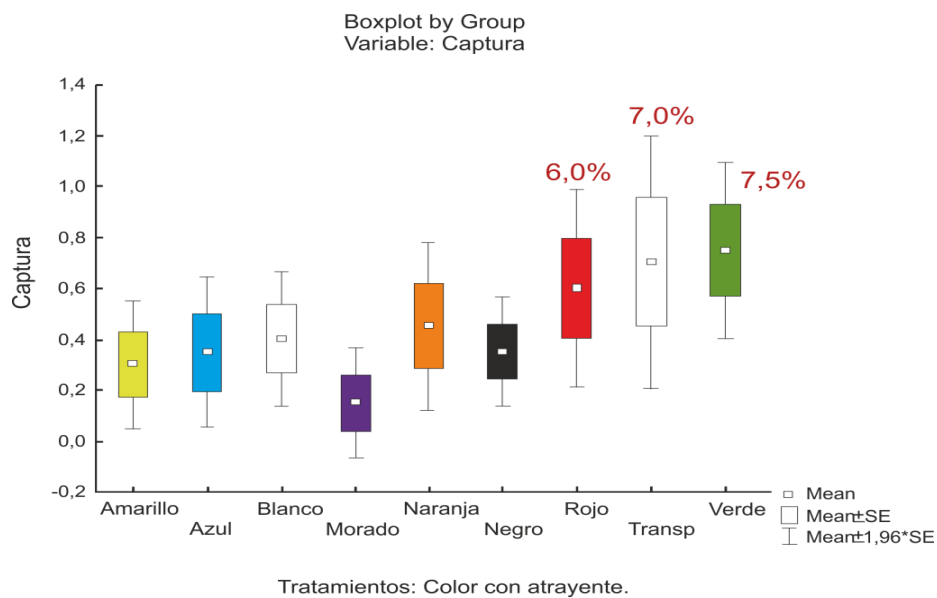


Figura 30. Análisis estadístico – Experimento N°1 Color: Fase 1

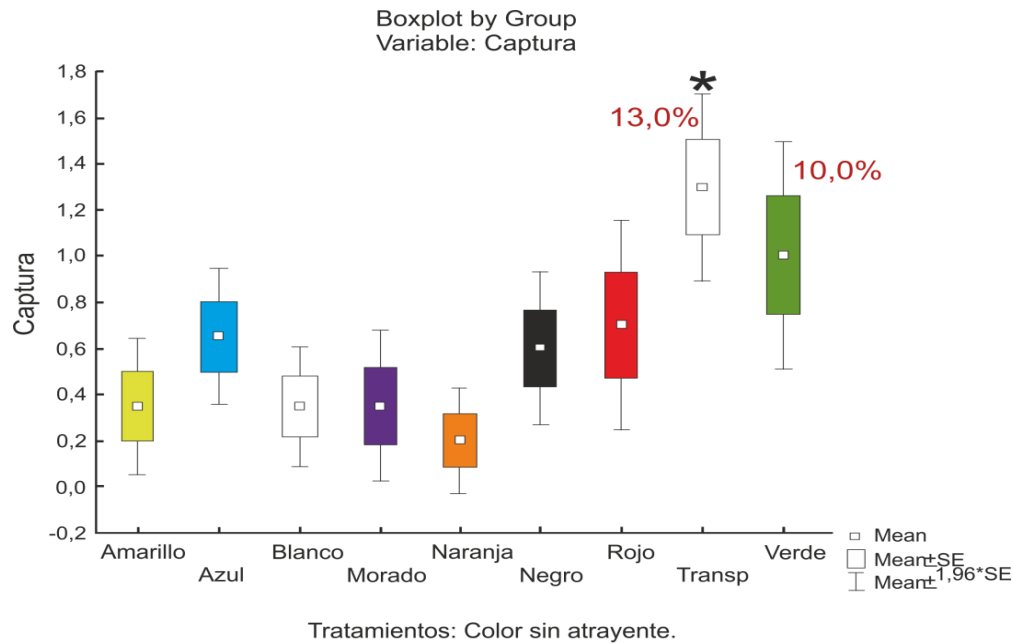


Figura 31. Análisis estadístico – Experimento N°1 Color: Fase 2

**Conclusiones – Fase 1:** No se presentan diferencias significativas, el T9 (Cono verde) presenta mayor captura con un porcentaje del 7,5%, seguido del T8 con un 7,0%.

**Conclusiones – Fase 2:** Se presenta diferencia significativa entre los tratamientos 1-3-4-5 con respecto al T8, en porcentaje de captura el T8 presenta un 13,0% seguido del T9 con un 10,0%.

**Conclusiones finales – Color (Condiciones: Luz y oscuridad).**

En los cuatro experimentos realizados, el T8 obtuvo mayor porcentaje de captura en relación con los demás tratamientos, presentó diferencia significativa en luz en Fase 1 y 2, y en oscuridad solo en la Fase 1. En el total de capturas de los 9 tratamientos, en Luz se registró mayor número de captura que en oscuridad.

**Observaciones:** Dado los resultados se podría considerar que uno de los factores que genera atracción en el insecto, es el material del T8 (Polipropileno); por lo tanto, se opta por realizar nuevamente el experimento con las mismas condiciones (Luz/Oscuridad, Atrayente/Sin atrayente)

pero con los 9 tratamientos del mismo material (Polipropileno); en la Figura 32 se presenta un registro fotográfico del experimento.



Figura 32. Registro fotográfico - Experimento N°1 Color (Condición Oscuridad)

**4.5.3.3 Experimento N° 1.1: Color (Condición Luz)** Para esta experimentación se tiene como precedente la preferencia del *S. oryzae* por el cono transparente de polipropileno, por lo que se determinó que la elaboración de los demás tratamientos debía ser del mismo material, añadiendo una envoltura en plástico de polietileno para añadir el color en cada cono, ver Figura 33.

En el caso de la problemática, el objetivo, hipótesis y los demás requerimientos, se mantienen de la misma manera que el experimento N° 1 tanto en luz como en oscuridad; aplicando lo mismo para la disposición y montaje de los tratamientos como se muestra en la Figura 34 y 35.



Figura 33. Construcción de los tratamientos en polipropileno y polietileno.

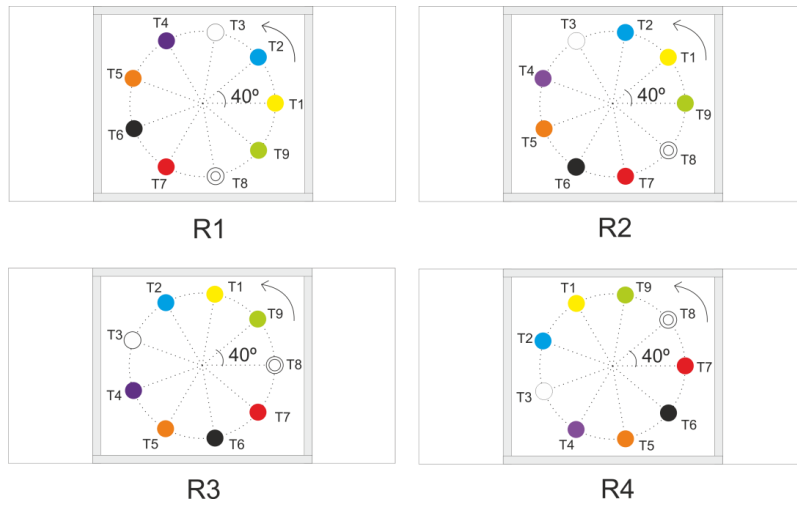


Figura 34. Diagrama - Experimento N°1.1 Color (Condición Luz)



Figura 35. Montaje del experimento - Experimento N°1.1 Color (Condición Luz)

**Resultados:** La preferencia hacia un color se determina por la cantidad de *S. oryzae* capturados dentro de cada uno de los tratamientos, ver Tabla 16.

Tabla 16.

*Resultados – Experimento N°1.1 Color (Condición Luz)*

	Luz con atrayente (Arroz)			Luz sin atrayente		
	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje(%)	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje(%)
Amarillo	6	0,47	3,0	7	0,49	3,5
Azul	11	0,69	5,5	10	0,61	5,0
Blanco	11	0,76	5,5	10	0,61	5,0
Morado	12	0,88	6,0	6	0,47	3,0
Naranja	9	0,83	4,5	7	0,49	3,5
Negro	27	1,18	13,0	13	0,81	6,5
Rojo	16	0,89	8,0	13	0,99	6,5
Transparente	25	1,02	12,0	25	1,02	12,0
Verde	17	1,46	8,5	11	0,69	5,5
Total	134	8,18	66,0	102	6,17	50,5

**Análisis estadístico:** Se realiza un análisis estadístico por medio del test Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks con nivel de significancia  $p < 0,05$ . Se presenta diferencias significativas en la Fase 1 del experimento [KW: H (8, N=180)=19,30399  $p=0,0133$ ], donde los tratamientos 6 y 8 obtuvieron mayor porcentaje de captura con 13,0% y 12,0% respectivamente. En la Fase 2, también se presentan diferencias significativas [KW: H (8, N=180)=16,13674  $p=0,0405$ ], donde el T8 obtiene el mayor porcentaje de captura con un 12,0%. Ver gráficos en la Figura 36 y 37.

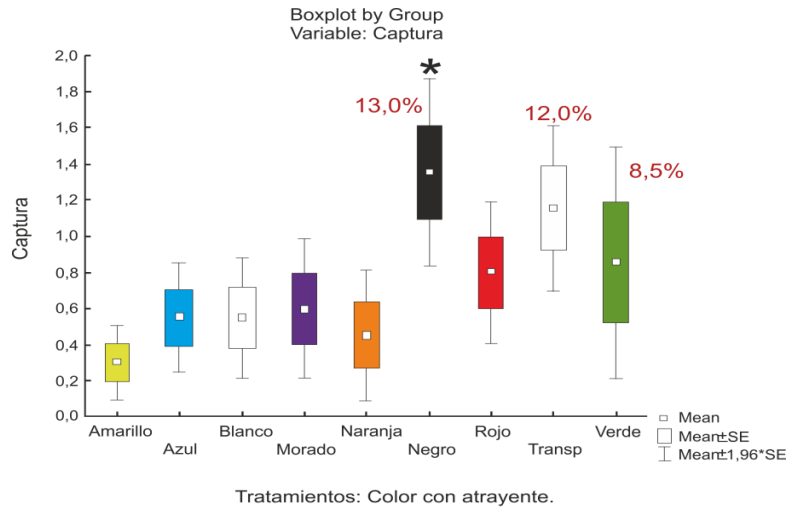


Figura 36. Análisis estadístico –Experimento N°1.1 Color: Fase 1

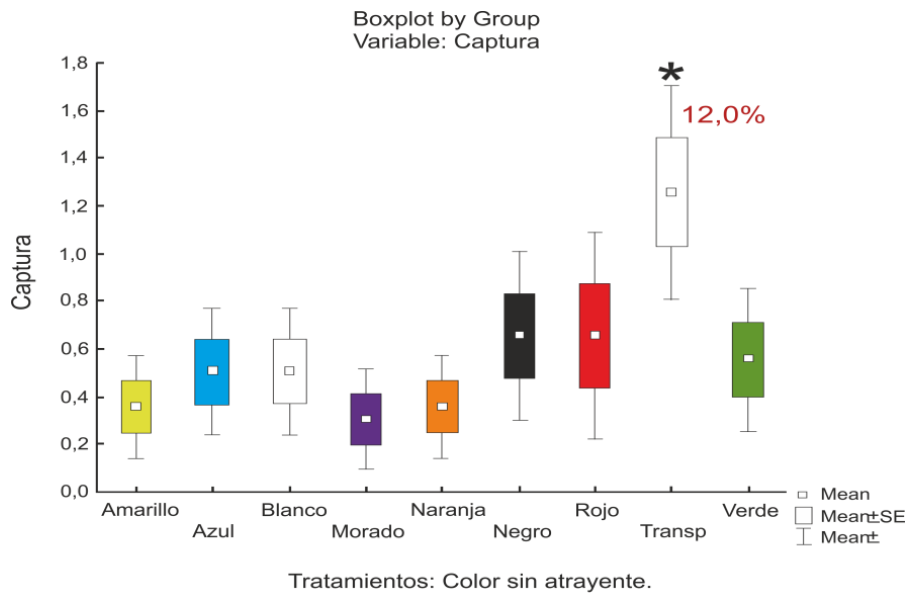


Figura 37. Análisis estadístico – Experimento N°1.1 Color: Fase 2

**Conclusiones – Fase 1:** Se presentan diferencias significativas, entre el T1 con respecto a los tratamiento 6 y 8, en términos de captura el T6 obtuvo mayor captura con un 13,0% seguido del T8 con un 12,0%.

**Conclusiones – Fase 2:** Se presenta diferencias significativas entre el T8 con respecto a los tratamientos 1-2-3-4-5, en donde el T8 registra captura del 12,0%. En las dos condiciones el T8, obtiene mayor captura en comparación a los demás tratamientos. En la Figura 38 se presenta un registro fotográfico del experimento.



Figura 38. Registro fotográfico - Experimento N°1.1 Color (Condición Luz)

**4.5.3.4 Experimento N° 1.1: Color (Condición Oscuridad).** Se realiza nuevamente el experimento en ausencia de luz, en la Figura 39 se muestra el diagrama del experimento y el montaje del mismo en la Figura 40.

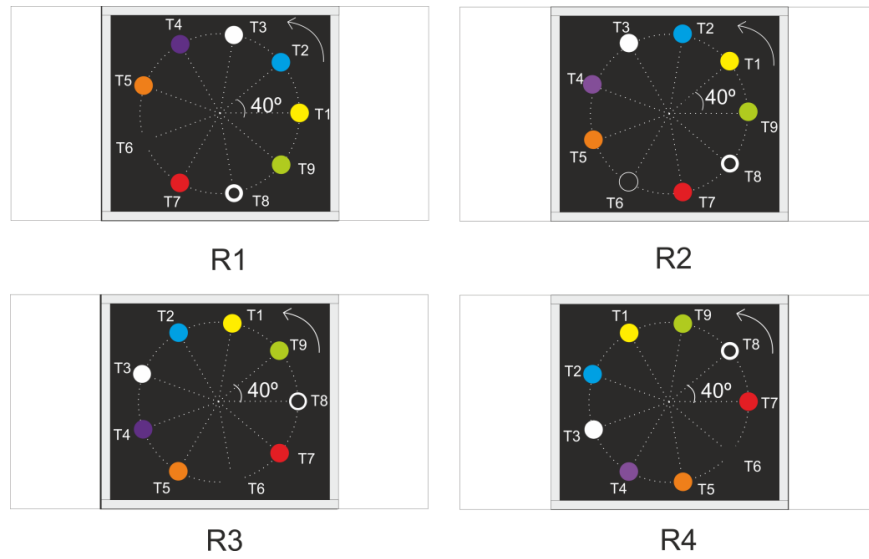


Figura 39. Diagrama - Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad)



Figura 40. Montaje - Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad)

**Resultados:** Se registra el total de insectos capturados por cada tratamiento después de ser depositados cada 24 horas durante 5 días, ver Tabla 17.

Tabla 17.

*Resultados – Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad)*

	Oscuridad con atrayente (arroz)			Oscuridad sin atrayente (arroz)		
	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje(%)	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje(%)
Amarillo	20	1,03	10,0	9	0,61	4,5
Azul	12	0,75	6,0	19	1,00	9,5
Blanco	16	0,70	8,0	21	0,95	10,5
Morado	16	0,95	8,0	13	0,67	6,5
Naranja	19	1,10	9,5	25	1,02	12,0
Negro	11	0,83	5,5	10	0,61	5,0
Rojo	9	0,69	5,5	12	0,75	6,0
Transparente	11	0,51	5,5	15	0,85	7,5
Verde	19	1,23	9,5	20	0,92	10,0
Total	133	7,78	67,5	144	7,37	71,5

**Análisis estadístico:** Se realiza un análisis estadístico por medio del test Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks con nivel de significancia  $p < 0,05$ . No se presenta diferencias significativas en condiciones de oscuridad durante la Fase 1 [KW: H (8, N=180)=7,092242  $p=0,5267$ ] y los tratamientos 1, 5 y 9 obtuvieron mayor porcentaje de captura con 10,0%, 9,5% y 9,5% respectivamente.

En la Fase 2, tampoco se generó diferencias significativas [KW: H (8, N=180)=14,42889  $p=0,0713$ ], donde los tratamientos 3, 5 y 9 obtuvieron el mayor porcentaje de captura con 10,5%, 12,0% y 10,0%. Ver gráficos en la Figura 41 y 42.

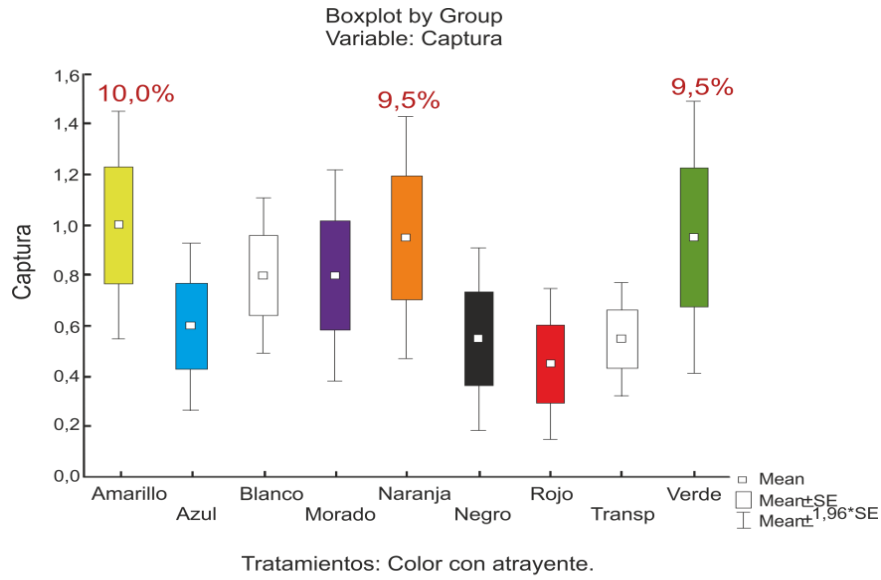


Figura 41. Análisis estadístico – Experimento N°1.1 Color: Fase 1.

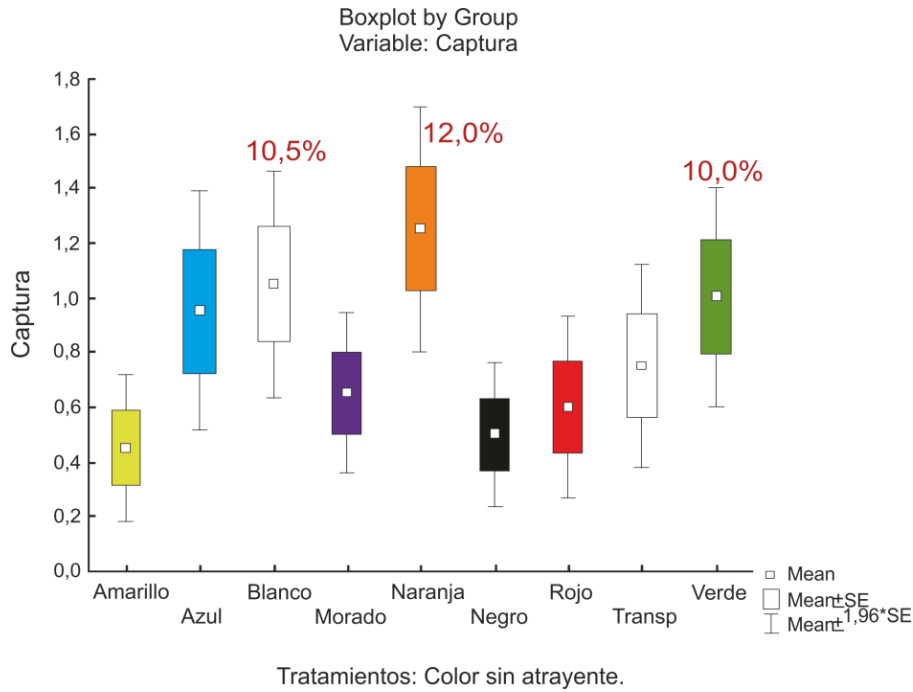


Figura 42. Análisis estadístico – Experimento N°1.1 Color: Fase 2

**Conclusiones – Fase 1:** No se presentan diferencias significativas, el T1 (Cono amarillo), T5 (cono naranja) y T9 (cono verde) obtuvieron mayor captura.

**Conclusiones – Fase 2:** Tampoco presenta diferencia significativa entre los tratamientos, el T3 (Cono blanco), el T5 y el T9 presentan mayor porcentaje de captura.

En este experimento, se deduce que los dos tratamientos que mayor porcentaje obtuvieron en las dos fases, fue el T5 y el T9, siendo el T5 el de mayor preferencia.

**Conclusiones finales – Color (Condiciones: Luz y oscuridad).**

Teniendo en cuenta los resultados del experimento en condición de luz y oscuridad con los tratamientos en polipropileno, no hubo un resultado homogéneo entre ellos; ya que en los experimentos en Luz, el T8 presento diferencias significativas y obtuvo mayor captura del 12,0% durante la Fase 1 y 2, mientras en el caso de oscuridad no se presentaron diferencias significativas, pero el T5 obtuvo mayor porcentaje de captura con un 9,5% en Fase 1 y 12,0% en Fase 2.

**Observaciones:** Dado los resultados se considera pertinente, tener en cuenta el naranja como el transparente en la configuración de la trampa como un estímulo visual para la atracción del *S. oryzae*. En la Figura 43 se presenta un registro fotográfico del experimento.



Figura 43. Registro fotográfico - Experimento N°1.1 Color (Condición Oscuridad)

#### 4.5.3.5 Experimento N°2: Color y forma con el modelo de prueba.

**Problemática:** En el experimento 1.1 sobre color, los resultados en condiciones de luz y oscuridad no fueron totalmente claros, ya que cada etapa arrojó un color diferente (T5: naranja y T8: transparente); por lo que se propuso experimentar los dos colores sobre el modelo de prueba en comparación con los dos tratamientos (T5 y T8) como controles.

**Objetivo:** Evaluar la captura del *S. oryzae* implementando el Modelo de prueba (trampa) con combinaciones de color (Transparente-Naranja).

**Hipótesis:** “Una de las trampas favorece el ingreso del *S. oryzae*”.

**Población:** 200 gorgojos (50 en cada jaula).

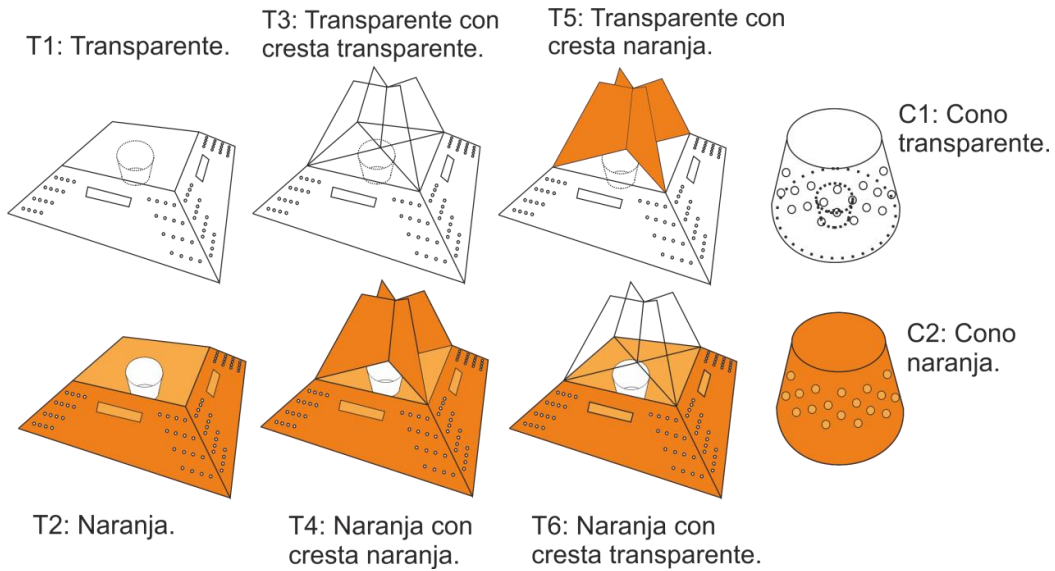
**Condiciones del experimento:** 24hrs luz, con arroz como atrayente (Fase 1).

**Duración del experimento:** 5 días.

**Lectura del experimento:** Cada 24 hrs.

**Tratamientos:** Para este experimento se implementaron 6 tratamientos y 2 controles, en este caso cada modelo se construyó en polipropileno transparente y naranja, a razón de los resultados obtenidos en el experimento 1.1.

Los 6 tratamientos son el modelo obtenido por la matriz de evaluación de conceptos, el cual entra a ser evaluado en “forma” como en “color” con respecto a los dos controles (Cono truncado). En el interior de cada modelo tienen de base una lámina con adhesivo (Gomin) y en el medio de cada una se encuentra ubicada una copa pequeña de plástico con arroz (14 gr) como atrayente para el insecto, ver Figura 44.



Tratamiento 1: Trampa transparente sin cresta.	Tratamiento 5: Trampa transparente con cresta naranja.
Tratamiento 2: Trampa naranja sin cresta.	Tratamiento 6: Trampa naranja con cresta transparente.
Tratamiento 3: Trampa transparente con cresta transparente.	Control 1: Cono transparente.
Tratamiento 4: Trampa naranja con cresta naranja.	Control 2: Cono naranja.

Figura 44. Tratamientos con los modelos de prueba y controles con el cono.

**Disposición de los tratamientos en las jaulas:** Se delimita un área de 100x60 Cm con adhesivo (Gomin) para evitar la fuga de los insectos, luego se ubican los tratamientos a una distancia de 13Cm entre cada uno de ellos y 8Cm de distancia entre el tratamiento y el borde de la jaula. En el centro se depositan 10 gorgojos diarios en cada jaula (4), por cinco días para un total de 200 individuos; cada día que se realiza la lectura y los tratamientos se rotan en sentido anti horario. El diagrama del experimento se muestra en Figura 45 y el montaje en la Figura 46.



Figura 45. Diagrama - Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.

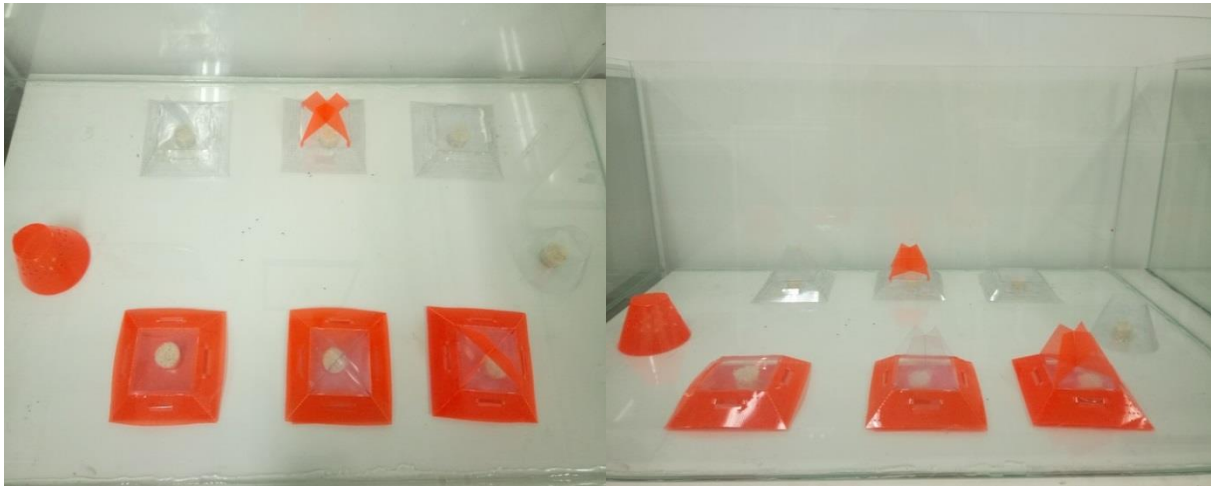


Figura 46. Montaje - Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.

**Resultados:** La tabla 18, muestra el total de insectos capturados por cada tratamiento después de ser depositados cada 24 horas durante 5 días, dando como resultado una preferencia por el control 1 (Cono transparente) con el 15%; los datos obtenidos por el experimento, fueron tabulados en tablas que se encuentran en el Anexo C.

Tabla 18.

*Resultados – Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.*

	# de Captura	Desviación estándar	Porcentaje (%)
T1	11	0,686	5,5%
T2	13	0,813	6,5%
T3	22	1,294	11,0%
T4	11	0,826	5,5%
T5	14	0,657	7,0%
T6	18	1,071	9,0%
C1	30	1,147	15,0%
C2	13	0,745	6,5%
Total	132	7,239	66,0%

**Análisis estadístico:** Se realiza un análisis estadístico por medio del test Kruskal-Wallis ANOVA by Ranks y el Test HSD de Tukey con nivel de significancia  $p < 0,05$ , para conocer las diferencias significativas que existen entre cada uno de los tratamientos y controles en relación a la captura de individuos. Presentando los siguientes resultados, como se indica en la siguiente Tabla 19.

Tabla 19.

*Diferencias significativas entre tratamientos y controles.*

Tratamientos	Controles	Diferencia significativa (P)	Test
T1	C1	<b>0,002</b>	<b>Test HSD de Tukey</b>
	C2	0,887	
T2	C1	<b>0,014</b>	<b>Test HSD de Tukey</b>
	C2	1,000	
T3	C1	0,819	<b>Test Kruskal-Wallis</b>
	C2	0,572	
T4	C1	<b>0,026</b>	<b>Test Kruskal-Wallis</b>
	C2	1,000	
T5	C1	<b>0,009</b>	<b>Test HSD de Tukey</b>

Tratamientos	Controles	Diferencia significativa (P)	Test
	C2	0,972	
T6	C1	0,287	<b>Test HSD de Tukey</b>
	C2	0,789	

De acuerdo con los resultados el T1, T2, T4 y T5 presentaron diferencias significativas con C1, siendo C1 el que obtuvo mayor porcentaje de captura con un 15,0% Figura 47.

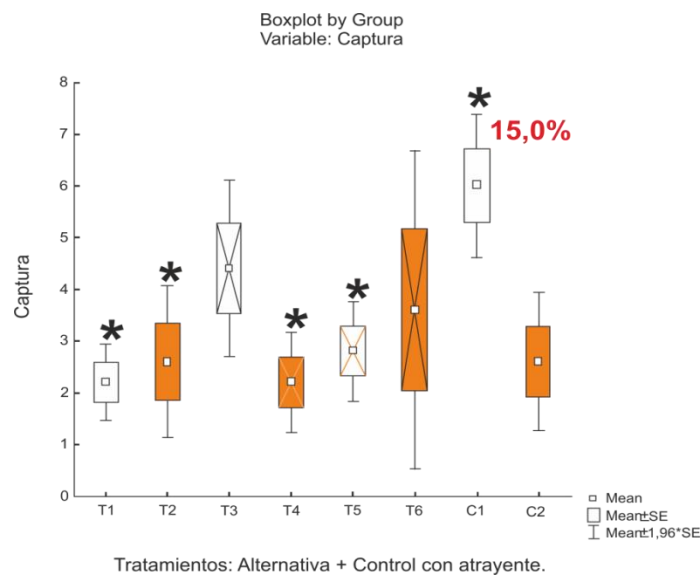


Figura 47. Análisis estadístico – Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.

**Conclusiones finales.**

Teniendo en cuenta los resultados el C1 presenta mayor porcentaje de captura de 15,0% y una diferencia significativa con T1, T2, T4 y T5. Por lo tanto, el cono transparente se impone sobre los modelos propuestos, definiendo la forma de la trampa como el C1. En la Figura 48 se presenta un registro fotográfico del experimento.



*Figura 48.* Registro fotográfico - Experimento N°2 Color y forma con el modelo de prueba.

### **Conclusiones de la etapa de experimentación.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en los experimentos, se establece el cono truncado transparente como estructura formal para la trampa, teniendo en cuenta que este modelo en todos los experimentos realizados, siempre obtuvo mayor cantidad de captura en relación a los demás tratamientos, y registró en la última experimentación un porcentaje de captura del 15%.

El sistema de retención del insecto, se estableció mediante la implementación de una lámina con adhesivo entomológico, no tóxico para animales y humanos. Este tipo de adhesivo se caracteriza por ser incoloro, inodoro, no se seca y es inalterable con el paso del tiempo.

Este sistema de retención se trabajó desde el comienzo de los experimentos, demostrando la fuerte adherencia que tiene el pegamento, ya que en cada lectura realizada en la experimentación se evidencio la entrada de los insectos y la captura en el adhesivo ubicado en el interior de la trampa; al ser un producto que no posee olor, permite que el insecto sea guiado por el cebo para que entre en contacto con el adhesivo y sea quedando capturado.

Un factor que complementa el sistema de retención del insecto, son los ángulos internos que posee cada una de las entradas de la trampa Figura 49, con el fin de evitar que el insecto salga, el ángulo interior hace que insecto se le dificulte la salida y caiga en el área del adhesivo.

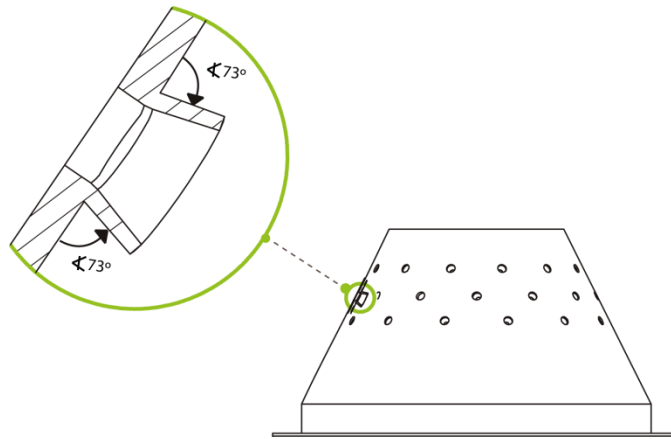


Figura 49. Angulo interno de las entradas de la trampa.

Teniendo en cuenta los cambios que se evidenciaron en el transcurso de los experimentos, se realizaron modificaciones en las necesidades del usuario, las cuales se cumplieron con la nueva propuesta (Cono) y a su vez cumplen con las necesidades del insecto como se muestra en la Figura 50.

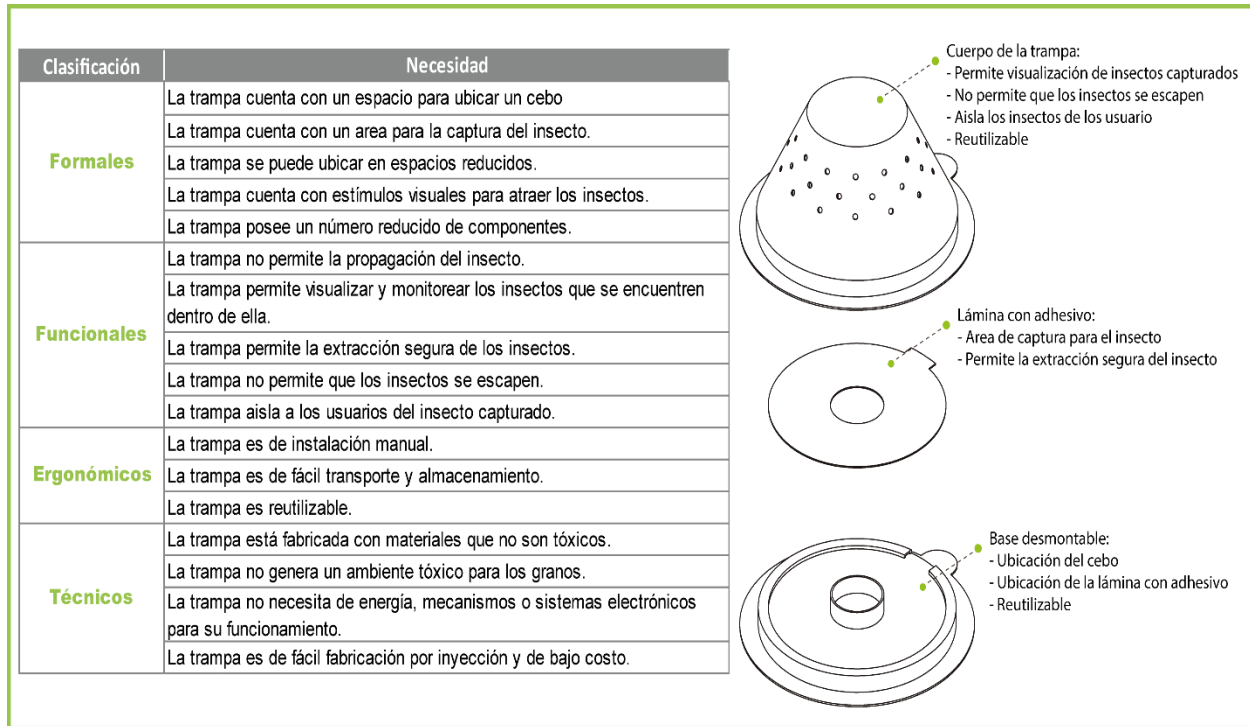


Figura 50. Configuración final de la trampa

## 4.6 Diseño de detalle

**4.6.1 Arquitectura del producto.** Luego de la etapa de experimentación y especificación de aspectos que conforman el producto, se procede a realizar una descripción detallada por cada pieza que conforma la trampa.

**4.6.2 Esquema del producto.** El esquema muestra un paso a paso del funcionamiento de la trampa como se muestra en la figura 51.

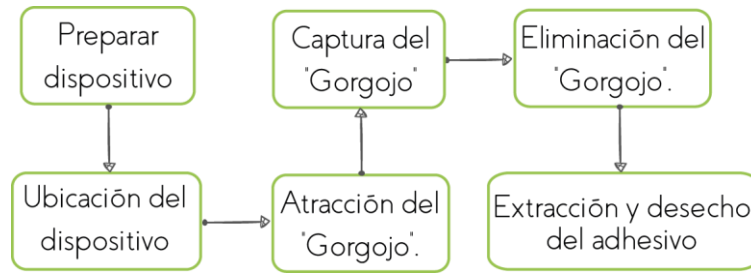


Figura 51. Esquema del producto

**4.6.3 Disposición geométrica aproximada.** Descripción de cada uno de los elementos que conforman el producto:

- **Cuerpo:** Parte principal de la trampa, la cual permite el fácil ingreso del insecto al interior de la misma. Ver figura 52.

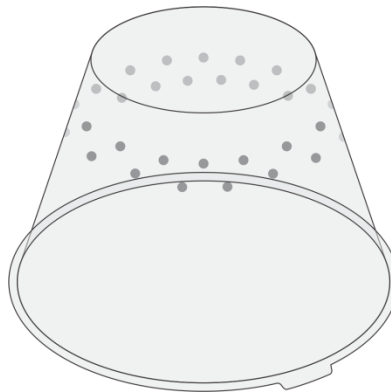


Figura 52. Cuerpo de la trampa

- **Entrada:** La entrada está representada por pequeños orificios en la parte superior del cuerpo (cono) de la trampa, que permite la entrada del gorgojo pero no la entrada de insectos de mayor tamaño, ver Figura 53.

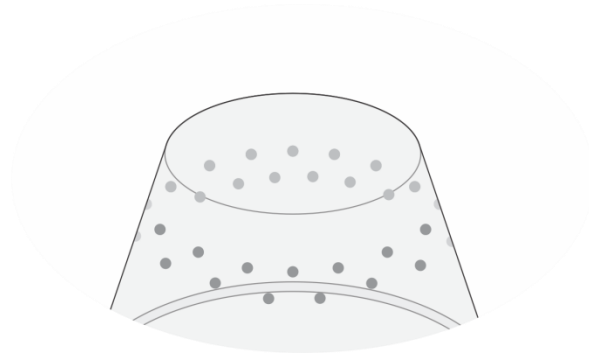


Figura 53. Entra de la trampa.

- **Base:** Parte en la cual se ubica el atrayente y la lámina de captura, ver Figura 54.

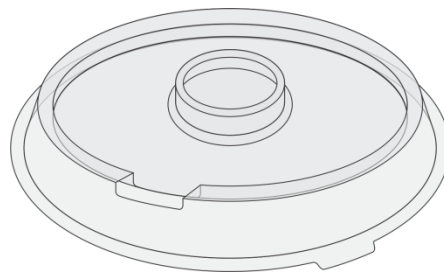


Figura 54. Base

- **Lámina:** Lámina con adhesivo comercial, no tóxico, no inflamable, incoloro y no desprende olores, ver Figura 55.

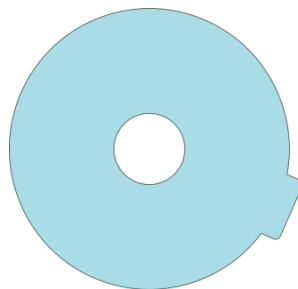
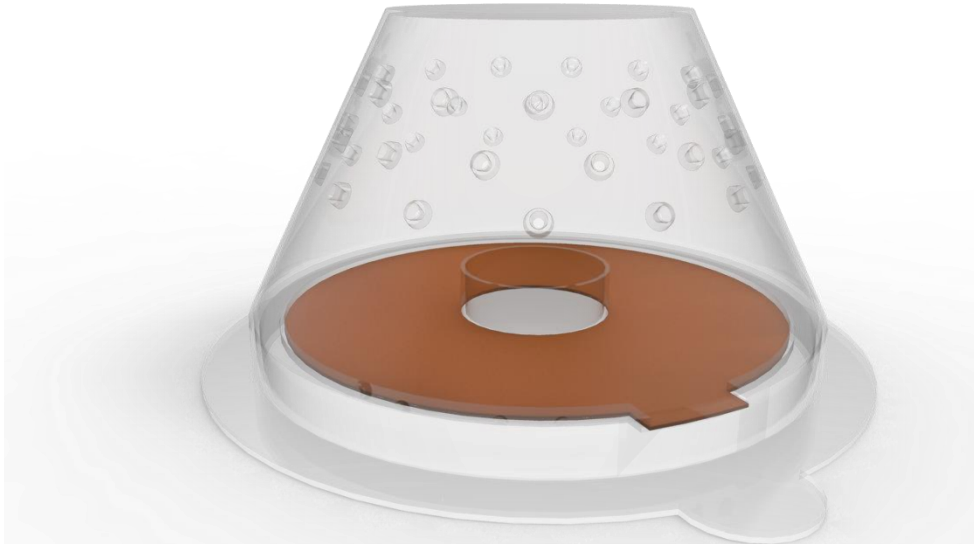


Figura 55. Lámina con adhesivo

El prototipo de la trampa se muestra en la Figura 56.



*Figura 56.* Prototipo de la trampa

#### 4.6.4. Diseño para manufactura

- **Planos técnicos:** Se presenta un plano detallado de cada pieza y plano general del producto con sus respectivas dimensiones, ver anexo D.
- **Diagrama de flujo de producción:** Se presenta un diagrama de flujo de producción donde se establecen los procesos necesarios para la manufactura de la trampa; en este caso, se presenta el diagrama de flujo en base a una producción masiva por lo que se implementa un proceso por inyección, ver figura 57.

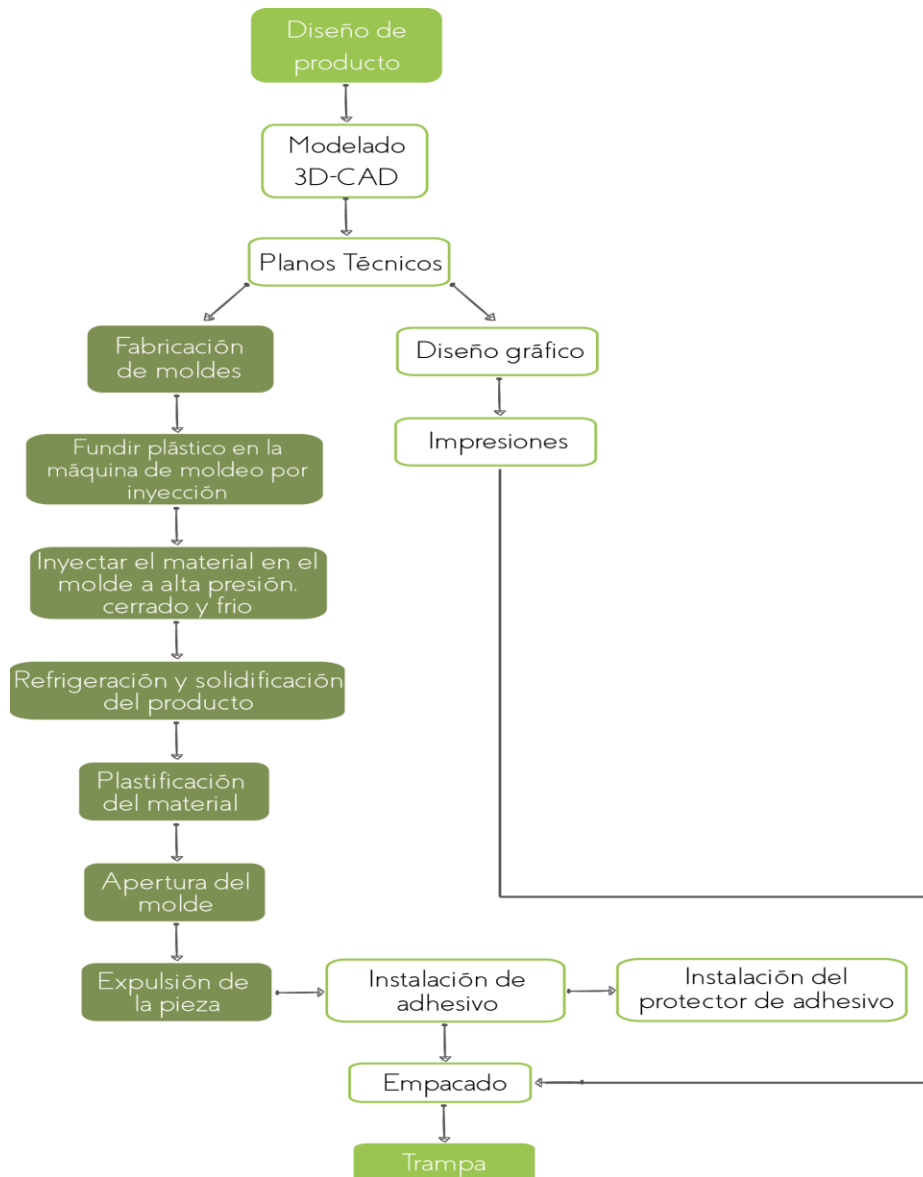


Figura 57. Diagrama de flujo de producción.

**4.6.5 Descripción técnico productiva** Se realiza una estimación de costos necesarios para la fabricación del producto, con especificaciones de piezas necesarias para su ensamble y producción.

Partiendo de 2 procesos como referencia:

- Proceso de termoformado para la fabricación de modelos funcionales.
- Proceso de inyección para fabricación masiva del producto.

En la siguiente Tabla 20 se presenta un listado de piezas que compone todo el conjunto de la trampa.

Tabla 20.

*Lista de piezas para fabricar una trampa*

Pieza	Descripción	Cantidad por trampa
Cuerpo	Pieza central de la trampa	1
Base	Pieza donde se ubica el adhesivo y el cebo	1
Atrayente	Cebo comercial	1
Lámina adhesiva	Pieza que se ubica en la base de la trampa para captura.	1
Película protectora	Protege el adhesivo antes de su uso.	1
Empaque	Implemento donde viene guardada la trampa.	1

La tabla 21 presenta el costo de la materia prima para producción de una trampa como modelo funcional en un proceso de termoformado.

Tabla 21.

*Costo de la materia prima para producción en termoformado.*

Pieza	Materia prima	Proceso	Cantidad	Costo/Pieza \$Pesos Mcte
Cuerpo	Polipropileno de 0,8mm de espesor	Termoformado	70x100 cm	5000
Base	Polipropileno de 0,8mm de espesor	Termoformado	70x100 cm	5000
Temo stick	Adhesivo entomológico		135gr	35800
Difusor de feromona para <i>S. oryzae</i> (Cebo)	Septum de caucho natural		1	5800
Lámina con adhesivo	Cartón	Troquelado	1 pliego	57
Película protectora para adhesivo	Papel siliconado	Troquelado	1 pliego	20
<b>Total</b>				<b>51677</b>

En la Tabla 22 se presentan los costos del proceso de manufactura utilizada para la fabricación de la trampa.

Tabla 22.

*Costo del proceso por termoformado.*

Proceso	Cantidad	Costo/Pieza \$Pesos Mcte
Molde cuerpo	Una vez	20000
Molde base	Una vez	20000
Termoformado cuerpo	Valor pieza 1000 unidades.	1250
Termoformado base	Valor pieza 1000 unidades.	1250
Troquel base del cuerpo	Valor pieza 1000 unidades.	400
Troquel para lámina con adhesivo	Valor pieza 1000 unidades.	200
Troquel base	Valor pieza 1000 unidades.	400
Troquel para película protectora	Valor pieza 1000 unidades.	200
Impresión y corte láser para empaque		7500
Mano de obra calificada	Valor por pieza	3750
	<b>Total</b>	<b>54950</b>
	<b>Costo total: Materia prima + Manufactura</b>	<b>106627</b>

**4.6.6. Producción comercial** Para una producción comercial, se propone el proceso de inyección de plástico, por el bajo costo cuando es una producción en grandes volúmenes y se encuentra disponible en la región. Para este proceso de inyección se realizó una cotización en la empresa PLADESAN, teniendo como referencia los planos y el modelo de trampa a escala real

Tabla 23.

Tabla 23.

*Costos de manufactura por proceso de inyección*

Costos de manufactura		
Proceso	Material	Costo moldes
Molde para dos Kits	Acero	35'000.000
Troquel para película protectora	Aluminio	40.000
Troquel para lámina con adhesivo	Aluminio	
<b>Total</b>		<b>35'000.000</b>

**Nota:** La construcción de los moldes (macho/hembra) están cotizados para una producción de 1'000.000 unidades, en el cual se plantean dos kits en un solo molde para una producción más rápida y más económica, para este caso Kits hace referencia a una pieza del cuerpo y una pieza de la base. En la tabla 24, se presenta el costo unitario de la trampa por una producción 1'000.000 de unidades.

Tabla 24.

*Costos de producción en proceso de inyección.*

Producto	Costo/peso unitario \$
Cuerpo y base en polipropileno de 1mm de espesor (kit)	2.200
Lámina con adhesivo y película protectora	5
<b>Total</b>	<b>2,205</b>

El costo de producción de cada trampa (Cuerpo, base y lámina) es de \$2.205.

#### 4.7. Mercadeo.

La identidad del producto es quien lo da a conocer y diferenciar de la competencia, además de hacerlo atractivo para el cliente. Por tal motivo se crea una imagen corporativa, que consiste en el diseño del nombre, manual de usuario y propuesta de empaque.

**4.7.1 Manual de Imagen** Se define el proceso para el diseño de la identidad del producto, teniendo en cuenta parámetros como la arquitectura y la planimetría.

- **Imagotipo (Arquitectura)**

Se define como imagotipo a la fusión de un texto e imagen, en la cual al estar separados siguen manteniendo la identidad, en la figura 58 se muestra el proceso de diseño del imagotipo. Para la composición del imagotipo, se partió de las 4 manchas características que posee el *S. oryzae* sobre sus élitros, los cuales conforman un módulo con 4 elipses, seguido de una rotación de la elipse superior izquierda y la elipse inferior derecha en sentido anti-horario, añadiendo elementos conceptuales como 4 líneas curvas a cada lado de las elipses formando la imagen final.

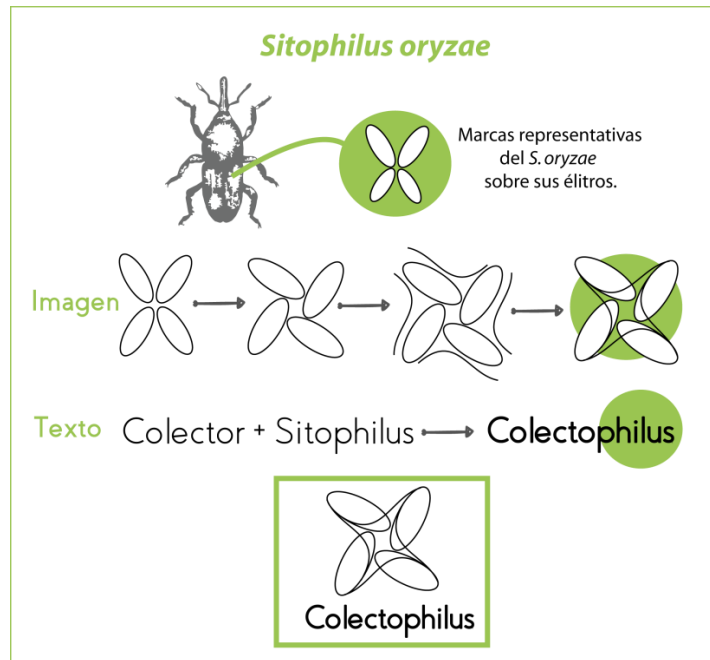


Figura 58. Imagotipo (Arquitectura)

- **Tipografía y color**

La tipografía utilizada se conoce como SIMPLIFICA, ver figura 59.



Figura 59. Tipografía

Los colores implementados en el imagotipo están basados en el *S. oryzae*, como se muestra en la siguiente figura 60; con su respectiva paleta de colores en sistema CMYK para medios impresos y sistema RGB para medios digitales.

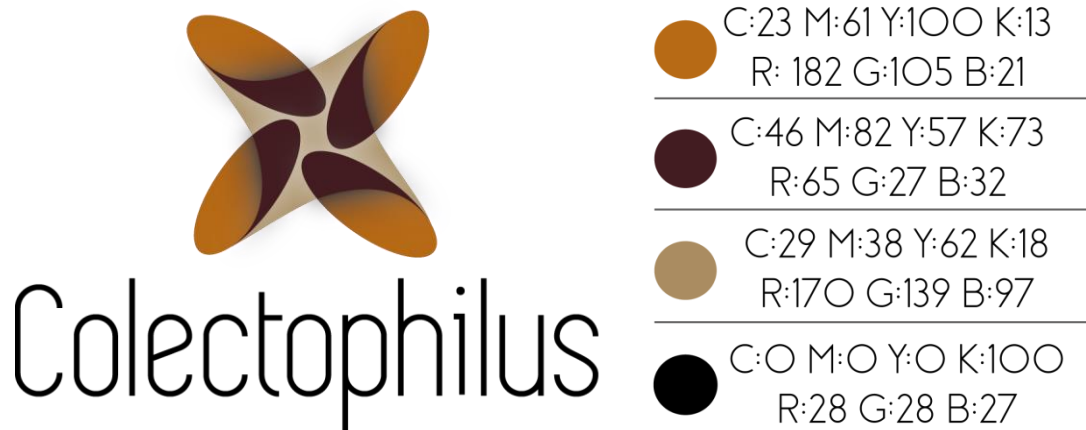


Figura 60. Paleta de color

- **Planimetría**

El imagotipo cuenta con proporciones específicas, las cuales mantienen su armonía y no sufre alteraciones al momento de ser utilizado. El área de la figura y el texto está configurada por 8x de ancho por 8x de alto, ver Figura 61.

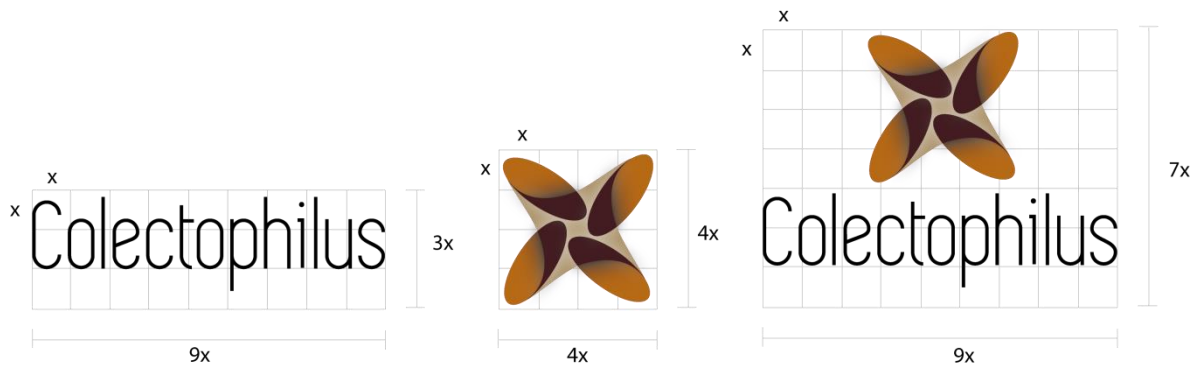
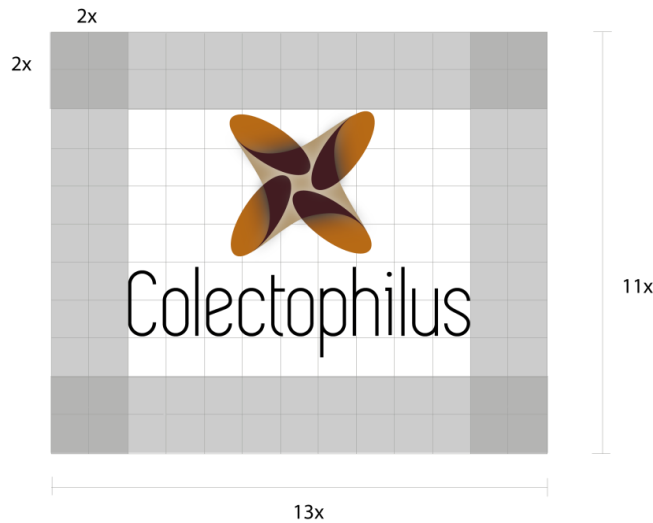


Figura 61. Proporciones

- **Área de protección**

El área de protección son los espacios ( $x$ ) que se deben añadir para evitar invasiones visuales y puedan dañar la percepción de la marca. Por eso en este caso se cuenta con un margen de  $2x$ , como se muestra en la figura 62.



*Figura 62.* Área de seguridad

- **Positivo y negativo**

Ver la marca en blanco y negro, es necesario cuando existen limitaciones a la hora de imprimir, ver Figura 63.

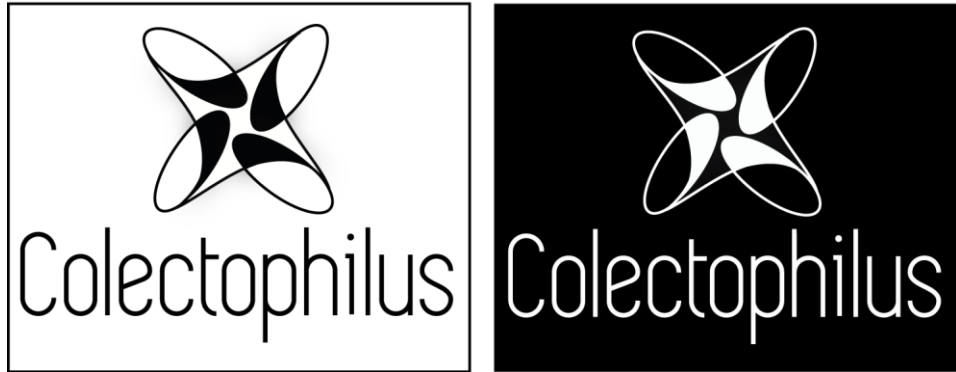
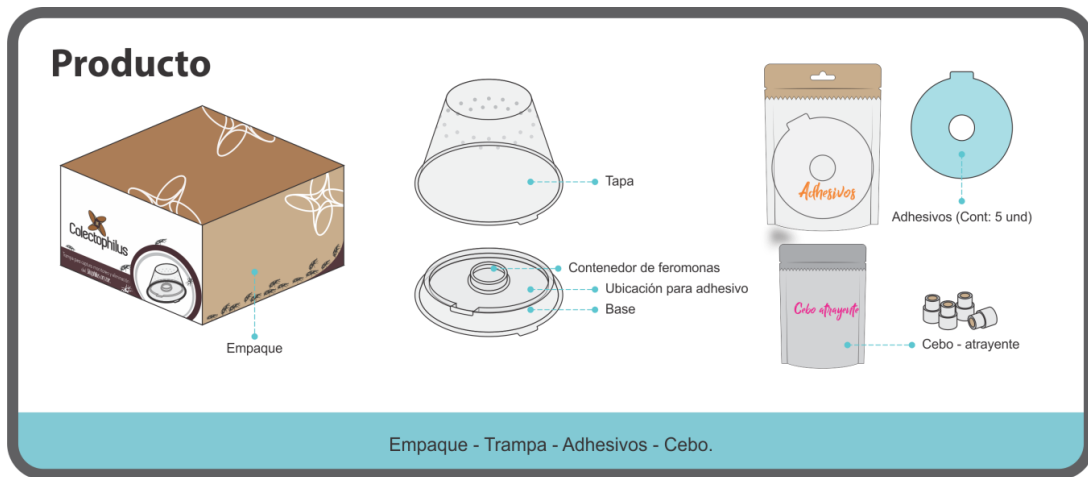
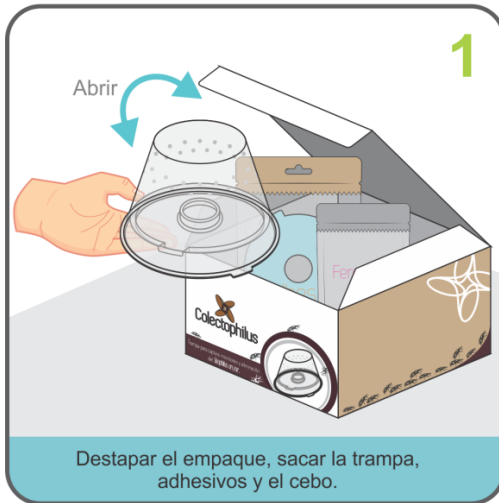


Figura 63. Positivo y negativo

**4.7.2 Manual de usuario** Guía para el usuario en el que se explica brevemente el uso correcto de la trampa Figura 64.



## Secuencia de Uso



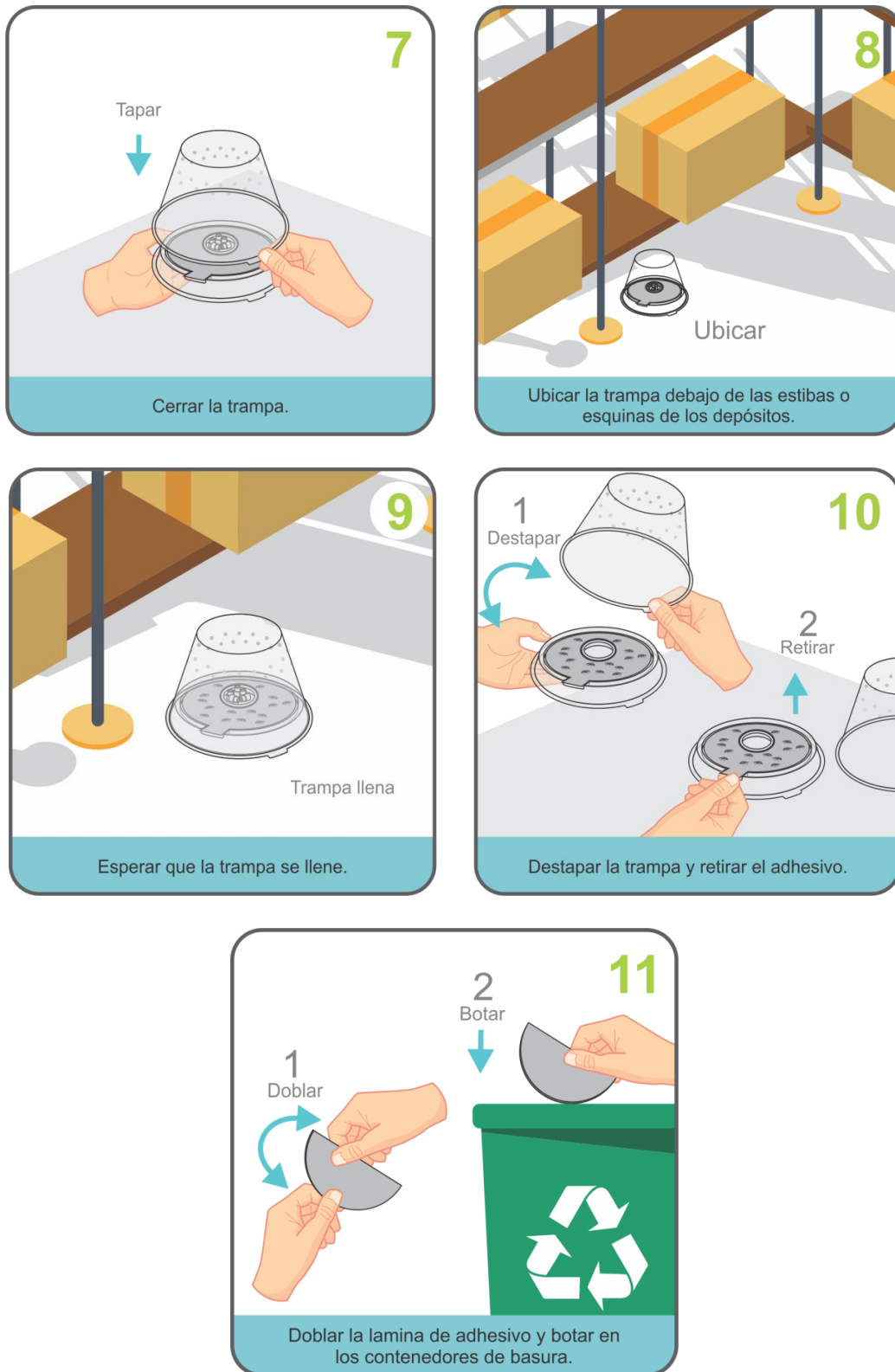


Figura 64. Secuencia de uso

**4.7.3 Empaque** El producto final lleva consigo un empaque el cual permite su almacenamiento y fácil transporte Figura 65.



Figura 65. Empaque

## 5. Conclusiones

- Es una experiencia positiva, conocer el comportamiento del *S. oryzae* en condiciones de laboratorio; a través del mantenimiento de la colonia, se pudo distinguir la metamorfosis del insecto en todas sus etapas y la evidencia, del mal estado en el que quedan los granos, durante este proceso.
- La ejecución ordenada de la metodología presentada en el proyecto, hace en gran medida el cumplimiento de los objetivos planteados.

- A través de la etapa experimental, se pudo conocer ciertas preferencias y respuestas del gorgojo frente a condiciones previamente establecidas; las cuales contribuyen al diseño de la trampa, sustentando los aspectos formales del producto final.
- Teniendo en cuenta los experimentos realizados, se puede considerar que el *S. oryzae* es un insecto que no siente atracción por los colores, y en cuestión de material siente mayor preferencia por el polímero que por el cartón.
- La elección del *S. oryzae* por un tratamiento transparente, puede estar asociado a la sensación de no sentirse atrapado, mientras sigue el rastro que libera el atrayente dentro de la trampa.
- En cada experimento realizado, se logró la validación de las hipótesis propuestas.
- El prototipo de la trampa, propone un área para la ubicación de un cebo o atrayente comercial, el cual permita el recambio del mismo sin tener que cambiar la trampa.
- El polipropileno se propone como material para la trampa, por su rigidez, peso, acabo superficial y buena transparencia. Es un material que permite ser manipulado con gran facilidad y se considera un plástico ecológico, lo cual permite estar en contacto con los alimentos.
- La producción de la trampa se propone por un proceso de inyección, por su excelente precisión y proporciona un mejor aprovechamiento del material.
- La implementación del polipropileno transparente como material para la trampa, genera mayor atracción en el gorgojo ya sea con o sin atrayente.
- La transparencia de la trampa permite que el usuario realice un monitoreo o una vigilancia más rápida de la captura que va realizando cada trampa, permitiendo al usuario estar

pendiente del momento en el que se deba realizar un cambio de atrayente o eliminación de adhesivo.

- Se recomienda hacer pruebas en campo para comparar los resultados obtenidos en laboratorio y establecer que fallas puede presentar la trampa para realizar sus respectivas mejoras.

### Referencias Bibliográficas

- Abadía, B., & Bartosik, R. (2013). *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos. Hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria*. Recuperado a partir de [http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_manual\\_de\\_buenas\\_practicas\\_en\\_poscosecha\\_de\\_granos\\_reglon\\_48-2.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_de_buenas_practicas_en_poscosecha_de_granos_reglon_48-2.pdf)
- Anasac Colombia Ltda. (2016). Ficha Técnica Detia Gas.
- Barak, A. (1989). Vertical wall mount insect trap.
- Barrera, J. F., Montoya, P., & Rojas, J. C. (2006). Base para la aplicación de sistemas de trampas y atrayentes en manejo integrado de plagas. *Sociedad Mexicana de Entomología*, 1, 1-16.
- Carpaneto, B., Abadía, B., & Bartosik, R. (2012). INTA- Control Integrado de Insectos en granos almacenados.
- Chemtica Internacional S.A. (s. f.). Surface Grain Beetle Trap. Recuperado 30 de octubre de 2017, a partir de <http://www.chemtica.com/site/?p=3748>
- Cisneros, F. (2014). Control etológico de plagas.
- Cogan, P. M., & Pinniger, D. B. (1992). Insect trap.
- Cross, W. H., Mitchell, H., & Hardee, D. (1976). Boll weevils: response to light sources and colors on traps. *Environmental Entomology*, 5(3), 565–571. Recuperado a partir de <http://www.ingentaconnect.com/content/esa/envent/1976/00000005/00000003/art00037>
- De los Mozos Pascual, M. (1997). Plagas de productos almacenados. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 93-109.

Degesch de Chile Ltda. (2016). Ficha Técnica Phostoxin.

Dickson, D., Costa, S. M., & Theys, E. A. (2001). Insect bait station. <http://doi.org/10.1074/JBC.274.42.30033>.(51)

Duehl, A., Cohnstaedt, L., Arbogast, R., & Teal, P. (2012). Terrestrial arthropod trap.

FAO. (1993). Manual de manejo poscosecha de granos a nivel rural - Almacenamiento de granos en propiedades rurales. Recuperado 28 de julio de 2015, a partir de <http://www.fao.org/docrep/x5027s/x5027S01.htm>

FAO. (2014). Pérdidas y desperdicios de alimentos en América Latina y el Caribe. Recuperado a partir de <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/239393/>

Fitogranos Ltda. (2013). Hoja de seguridad Gastion. Recuperado a partir de <http://fumigacionescopla.com/documentos-copla/pdf-productoscopla/fumigantes/gastion/hs-gastion.pdf>

Gao, Y., Pang, J., Zeng, L., & Xu, Z. (2004). *Theocolax Elegans* (Westwood, 1874) (Hymenoptera: Pteromalidae): un nuevo registro de parasitoides de plagas de productos almacenados en China. *Natural Enemies of Insects*, 26(3), 122-125. Recuperado a partir de <http://europepmc.org/abstract/CBA/468848>

García González, F., Ramírez Delgado, M., Torres Zapata, R., Pinto, V. M., & Ramírez Alarcón, S. (2009). Stored grains pests biological control agents, 49-56.

Glacoxan. (2012). Hoja de Seguridad - Fumixan pro comprimidos. Recuperado 30 de octubre de 2017, a partir de <http://www.glacoxan.com/biblioteca-tecnica/hojas-de-seguridad/sanidad-ambiental/hoja-de-seguridad-fumixan-pro-comprimidos>

ICA. (2008). Funciones del ICA. Recuperado 2 de noviembre de 2017, a partir de <https://www.ica.gov.co/El-ICA/Funciones.aspx>

IICA, BID, & PROCIANDINO. (1989). *IX Seminario. Manejo de Enfermedades Y Plagas Del Maiz*. IICA. Recuperado a partir de <https://books.google.com/books?id=I4ttAAAIAAJ&pgis=1>

Insects Limited Inc. (2012). All beetle trap. Recuperado 31 de agosto de 2015, a partir de <http://www.insectslimited.com/store/beetles/all-beetle-trap-with-gel-attractant.html>

Intagri. (2003). Manual de plagas en granos almacenados. *Fitosanidad*.

JF Oakes. (2009). XLure stored product beetle floor trap. Recuperado 20 de agosto de 2015, a partir de [http://www.jfoakes.com/XLure\\_BeetleFloorTrap.htm](http://www.jfoakes.com/XLure_BeetleFloorTrap.htm)

Jiménez Martínez, E. (2009). *Entomología*.

Jordán Montés, F. (2013). *El universo de los insectos*. Madrid (España): Mundi-Prensa Libros. Recuperado a partir de [https://books.google.com.co/books/about/El\\_universo\\_de\\_los\\_insectos.html?id=r\\_ZRAgAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/El_universo_de_los_insectos.html?id=r_ZRAgAAQBAJ&redir_esc=y)

Killgerm S.A. (2015). Trampa pitfall (Trampa de pozo de caída). Recuperado 20 de agosto de 2015, a partir de <http://www.killgerm.es/catalogo/index.php/catalogo/monitorizacion/trampa-pitfall-trampa-de-pozo-de-ca-237-da-10>

Kuehl, R. O. (2001). *Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. (Thomson Learning, Ed.) *Diseño de experimentos* (Segunda ed).

Lozada Reyes, S. (2015). *ESPECIES DE LA FAMILIA Myrtaceae, ALTERNATIVA PARA EL CONTROL DE Sitophilus oryzae L. (Coleoptera: Curculionidae)*. UNIVERSIDAD CENTRAL «MARTA ABREU» DE LAS VILLAS. Recuperado a partir de [http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2093/Tesis\\_de\\_Sahily\\_28.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/2093/Tesis_de_Sahily_28.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez, J. A., D'Antonino, L. R., & Soto, A. (2013). PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE MASA EN GRANOS Y EFECTO TÓXICO DEL ACEITE ESENCIAL Piper aduncum EN Sitophilus zeamais (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE). *Boletín científico Centro de Museos de Historia Natural*, 17(1), 81-90.

Ministerio del Medio Ambiente. (2000). *REDUCCIÓN DEL ESCURRIMIENTO DE PLAGUICIDAS AL MAR CARIBE, Informe Nacional*.

Morales Riquelme, P. (2011). *Evaluación de follaje de tres especies arbóreas nativas sobre Sitophilus oryzae L. en trigo almacenado*. Universidad Austral de Chile. Recuperado a partir de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/fam828e/doc/fam828e.pdf>

Muramatsu, S. (1993). Insect trap.

Pantoja, A., Fischer, A., Correa-Victoria, F., Sanint, L., & Ramírez, A. (1997). *MIP en arroz: Manejo integrado de plagas; artrópodos, enfermedades y malezas*. CIAT. Recuperado a partir de <https://books.google.com/books?id=CyQVgn5EYi0C&pgis=1>

Quimix S.A. (2010). Ficha Técnica Gastoxin. Recuperado a partir de <http://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0063sp.pdf>

Ripa, P., & Larral, R. (2008). Monitoreo de plagas y registros. En *Manejo de plagas en paltos y cítricos* (pp. 51-60).

SENA, SAC, & ICA. (2005). *Especificaciones técnicas en materia fitosanitaria y organizacional, para acceder al mercado de productos agroalimentarios*.

Sicilia, J. M. (1985). Hojas Divulgadoras - Los gorgojos del trigo y del arroz.

Trécé Inc. (2013a). The dome trap. Recuperado 20 de agosto de 2015, a partir de <http://www.trece.com/storgard.html>

Trécé Inc. (2013b). WB probe II trap. Recuperado 20 de agosto de 2015, a partir de <http://www.trece.com/stormonchart.html#>

Trochez, A. (1987). *Insectos asociados con productos almacenados en Colombia*. Bogotá, Colombia: IICA / CATIE. Recuperado a partir de <https://books.google.com/books?id=tcgOAQAIAAJ&pgis=1>

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). *Diseño y desarrollo de productos*.

Universidad Industrial de Santander. (2012). Manual de bioseguridad.

Valdés Herrera, R., Pozo Velázquez, E., Guerra Broche, Y., & Cárdenas Morales, M. (2008). Comportamiento de *Sithophilus oryzae* L . ( Coleoptera ; Curculionidae ) en granos almacenados, 35(3), 37-41.

Vera, E. (2009). Insecticidas naturales para acabar con el gorgojo. Recuperado 17 de agosto de 2015, a partir de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/insecticidas-naturales-para-acabar-con-el-gorgojo-1.html>

Wefler, M. (1996). Insect bait station.

## Apéndices

### Apéndice A. Encuestas

#### - Encuesta para Expertos.



Soy Vanessa Torralba Rodríguez estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, actualmente me encuentro realizando mi proyecto de grado basado en un **“Dispositivo para captura, monitoreo y eliminación del gorgojo *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) de los granos almacenados”**. Su colaboración me será de gran ayuda para el cumplimiento del proyecto.

Nombre: ..... Email: .....

Profesión: .....

1. ¿Qué dispositivos conoce para el monitoreo y captura de gorgojos?  
¿Qué ventajas y desventajas observa?

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Qué métodos de atracción para gorgojos conoce?  
¿Qué desventajas enfrenta con estos métodos?

---

---

---

---

---

---

---

---

4. ¿Qué considera importante en un dispositivo para monitoreo, captura y eliminación de gorgojos en granos almacenados?

---

---

---

---

---

---

---

---

- **Encuesta para Vendedores.**



Soy Vanessa Torralba Rodríguez estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, actualmente me encuentro realizando mi proyecto de grado basado en un **“Dispositivo para captura, monitoreo y eliminación del gorgojo *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) de los granos almacenados”**. Su colaboración me será de gran ayuda para el cumplimiento del proyecto.

Nombre: ..... Teléfono: .....

Local / Dirección: .....

1. ¿Conoce dispositivos para el monitoreo y captura de gorgojos en granos almacenados?  
 ¿Qué ventajas y desventajas observa?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
2. ¿Qué métodos utiliza para detectar la presencia de gorgojos en los granos?  
 ¿Qué problemas enfrenta con dicho método?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
3. ¿Cuál es el procedimiento a seguir cuando hay plaga de gorgojos?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
4. ¿Qué procedimiento utiliza para inmunizar los sacos de granos, cada cuanto debe realizarlo y en que presentación viene el producto?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
5. ¿Qué hacen con los gorgojos que mueren dentro de los sacos después de inmunizarlos?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
6. ¿Utiliza algún tipo de trampa para captura y monitoreo de insectos? ¿Por qué y cuales?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
7. ¿Cómo se imagina que fuera una **“Trampa para captura, monitoreo y eliminación del gorgojo *Sitophilus oryzae* de los granos almacenados”**?  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

- **Encuesta para Empresas control de plagas.**



Soy Vanessa Torralba Rodríguez estudiante de Diseño Industrial de la Universidad Industrial de Santander, actualmente me encuentro realizando mi proyecto de grado basado en un **“Dispositivo para captura, monitoreo y eliminación del gorgojo *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) de los granos almacenados”**. Su colaboración me será de gran ayuda para el cumplimiento del proyecto.

Nombre: ..... Teléfono: .....

Empresa/ Dirección: .....

1. ¿Conocen o venden dispositivos para el monitoreo y captura de gorgojos en granos almacenados?  
¿Qué ventajas y desventajas observa?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ¿Qué tipo de precauciones deben tomarse frente a este tipo de plaga?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Qué tipo de productos son los más recomendados para la venta, que eliminen de manera efectiva los gorgojos?  
¿En que presentación vienen?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. ¿Cuales señales son las que indican que es necesario realizar una limpieza?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5. ¿Qué busca el usuario para el control de gorgojos?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6. ¿De acuerdo al tipo de grano en el que se encuentra la plaga, que procedimiento se utiliza?  
¿Cuales y por qué?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7. ¿Después de inmunizar los sacos, que se hace con los gorgojos muertos?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Apéndice B. Tablas para experimentos - Color**

Experimento: \_\_\_\_\_

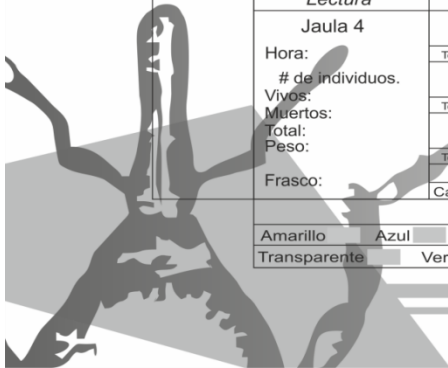
Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha del bioensayo: \_\_\_\_\_

Especie evaluada: \_\_\_\_\_ # de individuos por jaula (Total): \_\_\_\_\_

Aspecto a evaluar: \_\_\_\_\_ Alimentación: \_\_\_\_\_

Fotoperíodo: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_

		<i>Lectura</i>		<i>Colores a evaluar</i>												
<b>Día:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Jaula 1</b>		<b>Amarillo</b>		<b>Azul</b>		<b>Blanco</b>								
		Hora:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		# de individuos.	<b>Morado</b>		<b>Naranja</b>		<b>Negro</b>									
		Vivos:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Muertos:	<b>Rojo</b>		<b>Transparente</b>		<b>Verde</b>									
		Total:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Peso:	Total:		Total:		Total:		Total:							
		Frasco:	<i>Otros aspectos</i>													
				Capturados en cinta adhesiva:				Vivos (explorando):								
				<i>Lectura</i>		<i>Colores a evaluar</i>										
				<b>Jaula 2</b>		<b>Amarillo</b>		<b>Azul</b>		<b>Blanco</b>						
				Hora:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:			
				# de individuos.	<b>Morado</b>		<b>Naranja</b>		<b>Negro</b>							
				Vivos:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:			
		Muertos:	<b>Rojo</b>		<b>Transparente</b>		<b>Verde</b>									
		Total:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Peso:	Total:		Total:		Total:		Total:							
		Frasco:	<i>Otros aspectos</i>													
				Capturados en cinta adhesiva:				Vivos (explorando):								
		<i>Lectura</i>		<i>Colores a evaluar</i>												
		<b>Jaula 3</b>		<b>Amarillo</b>		<b>Azul</b>		<b>Blanco</b>								
		Hora:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		# de individuos.	<b>Morado</b>		<b>Naranja</b>		<b>Negro</b>									
		Vivos:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Muertos:	<b>Rojo</b>		<b>Transparente</b>		<b>Verde</b>									
		Total:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Peso:	Total:		Total:		Total:		Total:							
		Frasco:	<i>Otros aspectos</i>													
				Capturados en cinta adhesiva:				Vivos (explorando):								
		<i>Lectura</i>		<i>Colores a evaluar</i>												
		<b>Jaula 4</b>		<b>Amarillo</b>		<b>Azul</b>		<b>Blanco</b>								
		Hora:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		# de individuos.	<b>Morado</b>		<b>Naranja</b>		<b>Negro</b>									
		Vivos:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Muertos:	<b>Rojo</b>		<b>Transparente</b>		<b>Verde</b>									
		Total:	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Captura	Caminando	Total:					
		Peso:	Total:		Total:		Total:		Total:							
		Frasco:	<i>Otros aspectos</i>													
				Capturados en cinta adhesiva:				Vivos (explorando):								
		<i>Sumatoria total</i>														
		Amarillo	Azul	Blanco	Morado	Naranja	Negro	Rojo								
		Transparente	Verde	Capturados en cinta adhesiva				Vivos (explorando)								



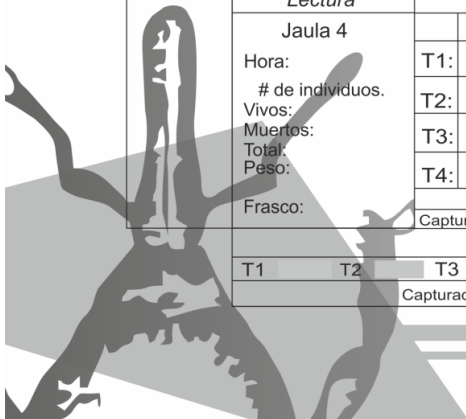


**Apéndice C: Tablas para experimento – Color y forma con el modelo de prueba.**

Experimento:

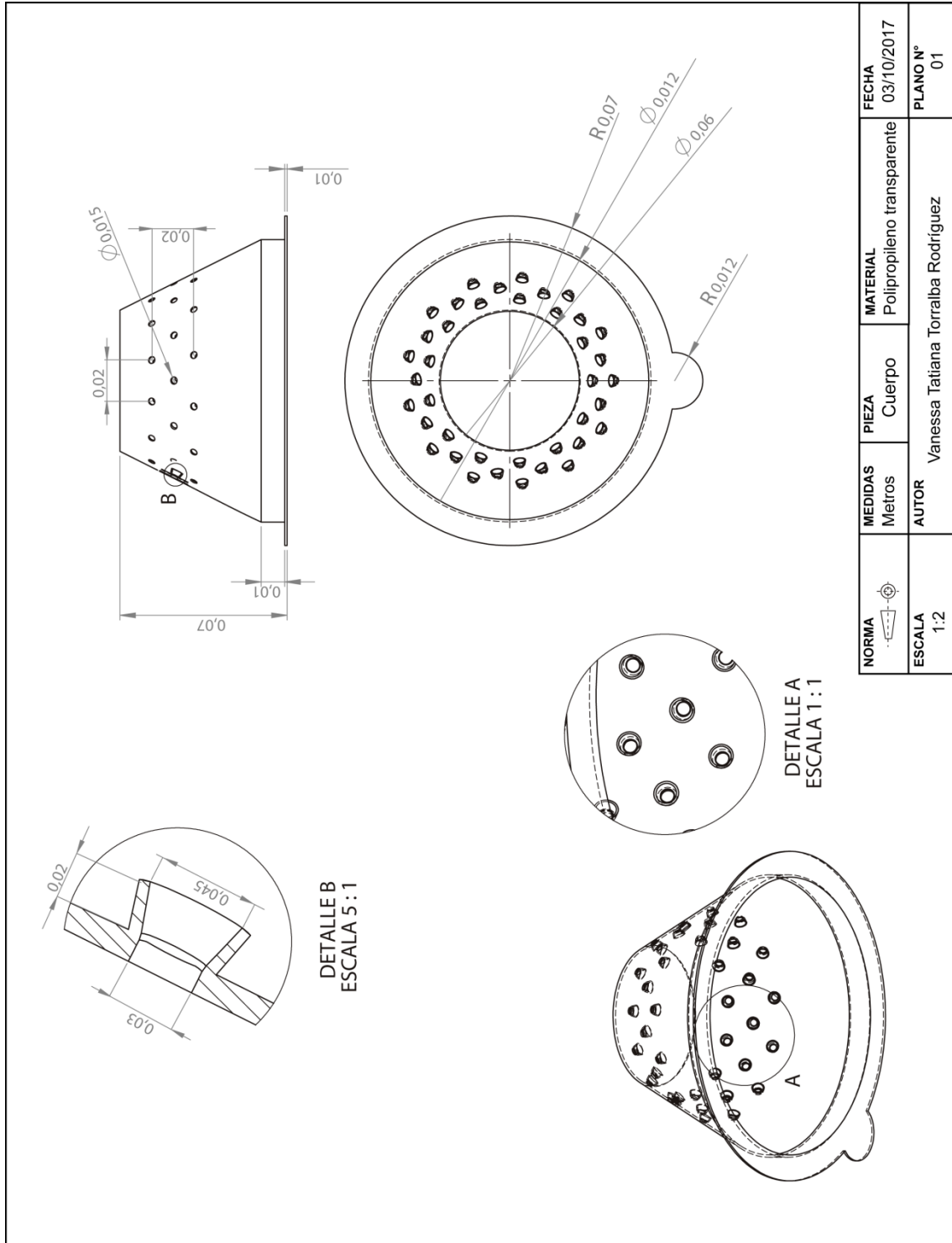
Responsable: \_\_\_\_\_ Fecha del bioensayo: \_\_\_\_\_  
 Especie evaluada: \_\_\_\_\_ # de individuos por jaula (Total): \_\_\_\_\_  
 Aspecto a evaluar: \_\_\_\_\_ Alimentación: \_\_\_\_\_  
 Fotoperíodo: \_\_\_\_\_ Temperatura: \_\_\_\_\_

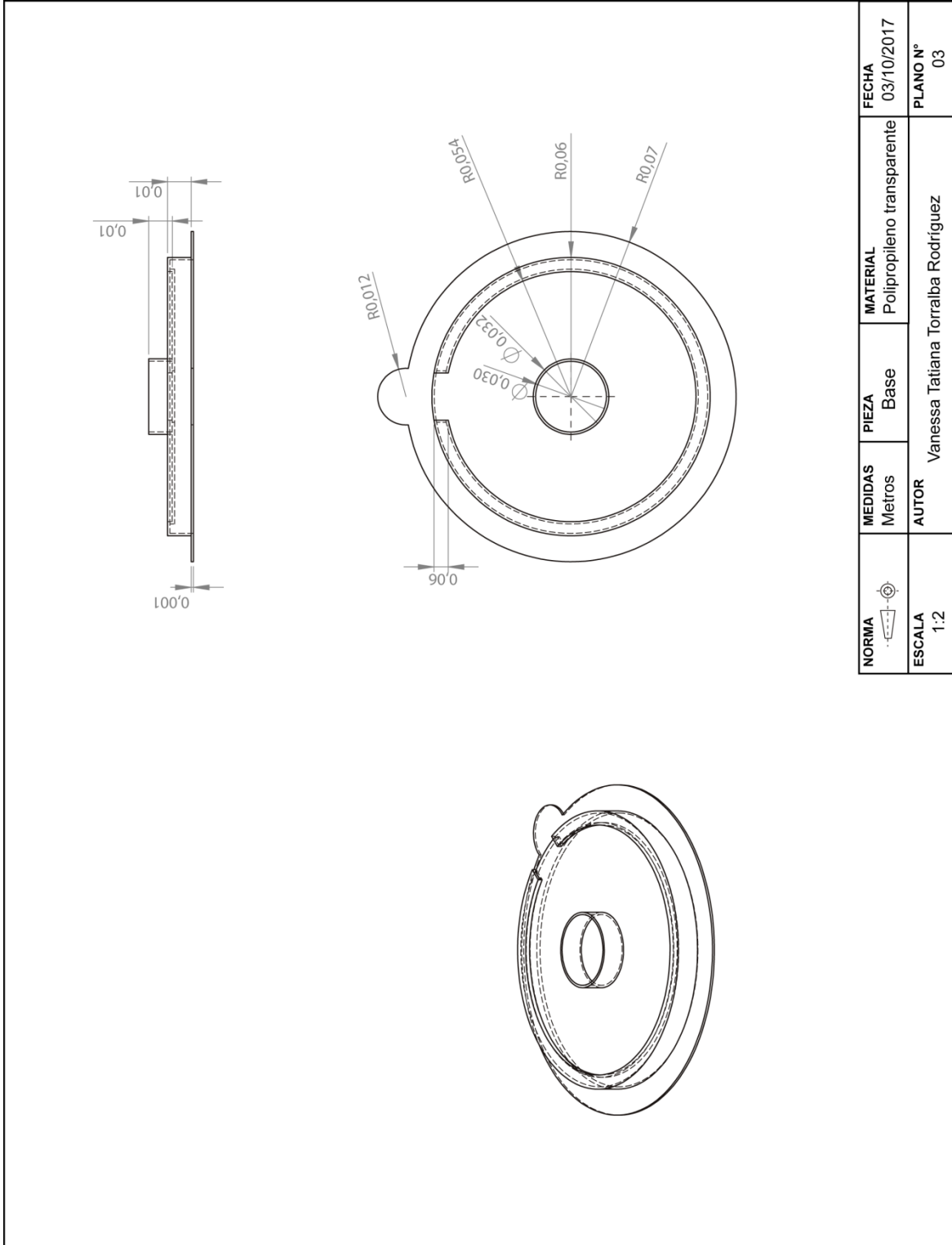
	<i>Lectura</i>	Tratamientos a evaluar						
		Captura	Caminando	Total:	Captura	Caminando	Total:	
Día	Jaula 1							
	Hora:	T1:			T5:			
	# de individuos.	T2:			T6:			
	Vivos:	T3:			C1:			
	Muertos:	T4:			C2:			
	Total:	<i>Otros aspectos</i>						
	Peso:	Capturados en cinta adhesiva: _____ Vivos (explorando): _____						
	Frasco:	<i>Lectura</i>						
		Jaula 2						
		Hora:	T1:			T5:		
		# de individuos.	T2:			T6:		
		Vivos:	T3:			C1:		
		Muertos:	T4:			C2:		
		Total:	<i>Otros aspectos</i>					
		Peso:	Capturados en cinta adhesiva: _____ Vivos (explorando): _____					
		Frasco:	<i>Lectura</i>					
Fecha:	Jaula 3							
	Hora:	T1:			T5:			
	# de individuos.	T2:			T6:			
	Vivos:	T3:			C1:			
	Muertos:	T4:			C2:			
	Total:	<i>Otros aspectos</i>						
	Peso:	Capturados en cinta adhesiva: _____ Vivos (explorando): _____						
	Frasco:	<i>Lectura</i>						
	Jaula 4							
	Hora:	T1:			T5:			
	# de individuos.	T2:			T6:			
	Vivos:	T3:			C1:			
	Muertos:	T4:			C2:			
	Total:	<i>Otros aspectos</i>						
	Peso:	Capturados en cinta adhesiva: _____ Vivos (explorando): _____						
	Frasco:	<i>Otros aspectos</i>						
		<i>Sumatoria total</i>						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	
						C1	C2	
		Capturados en cinta adhesiva			Vivos (explorando)			



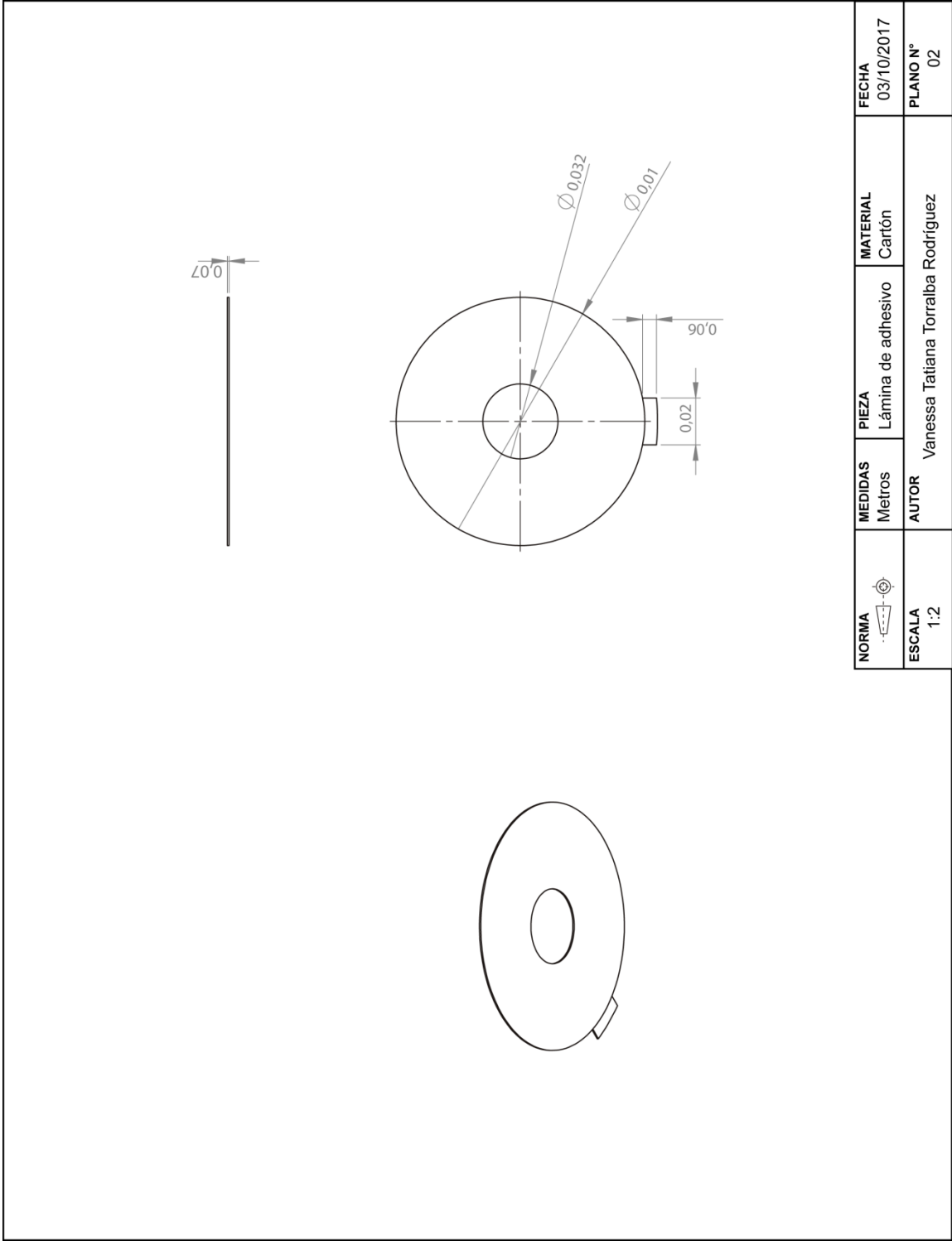


Apéndice D: Planos técnicos de la trampa





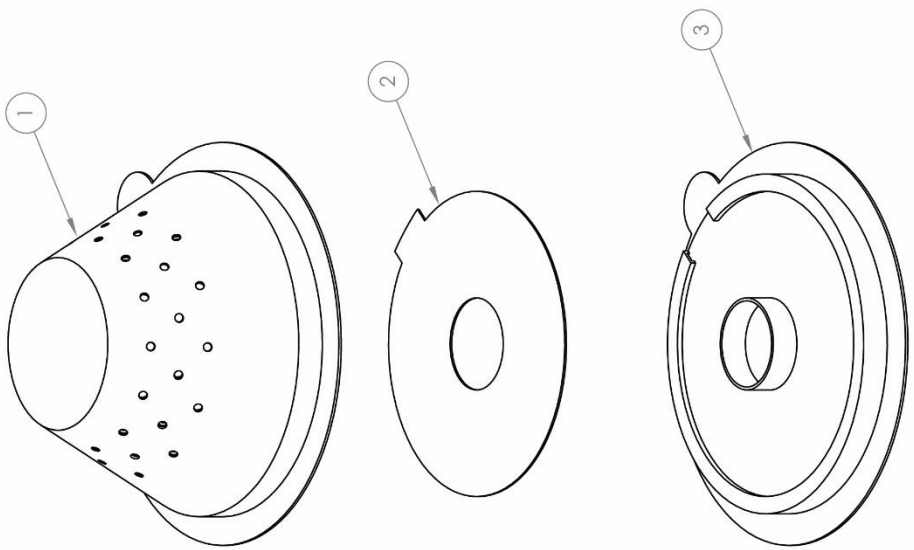
NORMA	MEDIDAS	PIEZA	MATERIAL	FECHA
ESCALA 1:2	Metros	Base	Polipropileno transparente	03/10/2017
	AUTOR	Vanessa Tatiana Torralba Rodriguez		PLANO N° 03




NORMA	PIEZA	MATERIAL	FECHA
ESCALA	MEDIDAS	PIEZA	03/10/2017
1:2	Metros	Lámina de adhesivo	PLANO N°
	AUTOR	Vanessa Tatiana Torralba Rodríguez	02

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	Cuerpo	Polipropileno transparente
2	1	Lámina de adhesivo	Cartón
3	1	Base	Polipropileno transparente



NORMA 	MEDIDAS Metros	PIEZA Explosionado	FECHA 03/10/2017
ESCALA 1:2	AUTOR Vanessa Tatiana Torralba Rodriguez	PLANO N° 04	