



**LA ENTOMOFAGIA COMO ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (SAN).**

**JOHN DELGADO
JUAN CAMILO GONZÁLEZ VÉLEZ**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2019**

K R I W E

**LA ENTOMOFAGIA COMO ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD
ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (SAN).**

**JOHN DELGADO
JUAN CAMILO GONZÁLEZ VÉLEZ**

**Proyecto de grado para optar por el título de
Diseñadores industriales.**

Directores:

CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I.MEC., *PhD.*

BYRON IRAM VILLAMIL, D.I., *PhD.*

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2019**



Facultad de Artes Integradas
Programa Académico de Diseño Industrial

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA ACADÉMICO DE DISEÑO INDUSTRIAL

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

Los estudiantes JOHN DELGADO CAICEDO identificado con Cédula de ciudadanía número 1.130.619.116 de Cali y código 201324878 y JUAN CAMILO GONZÁLEZ VÉLEZ identificado con Cédula de ciudadanía número 1.150.731.29 de Guadalajara de Buga y código 201326588 presentaron y aprobó su trabajo de grado titulado **EL BUE: LA ENTOMOFAGIA COMO ALTERNATIVA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL (SANT)** el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador: ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA
Jurado Asesor: NATHALIA MUÑOZ BALLESTEROS
Jurado Experto: JONATHAN PELEGRIN

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali el 25 de Abril de 2019 según Acta 006 de 2019 del Comité del Programa.

CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRÍGUEZ
Director del Proyecto

BYRÓN IRÁM VILLAMIL VILLAR
Vo. Bo. Director del Programa Académico

CARLOS ANDRÉS ORTEGA GARCÍA
Vo. Bo. Jefe Departamento de Diseño

Angélica María V.

Edificio 382 – Oficina 4004 – Ciudad Universitaria de Meléndez
Telefax [57-2] 321 2375 – Apartado Aéreo 25360
Santiago de Cali – Colombia
programas.diseño@correounivalle.edu.co
<http://diseño.univalle.edu.co/>

Para todos aquellos que nos creyeron
y a quienes lo hicieron posible...

¡GRACIAS INFINITAS!

Contenido

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
CAPÍTULO 1. Planteamiento del problema	4
1.1. Definición y pregunta problema	5
1.2. Justificación	7
1.3. Objetivos	10
1.3.1. Objetivo general.....	10
1.3.1. Objetivos específicos	10
CAPÍTULO 2. Marco referencial	11
2.1. Marco conceptual.....	12
2.1.1. Seguridad alimentaria y nutricional (SAN)	12
2.1.2. Vulnerabilidad económica y condición de pobreza económica.....	13
2.1.3. Accesibilidad y vulnerabilidad	15
2.1.4. Nutrición y Salud	16
2.1.5. Fuente de alimentos	17
2.1.6. Entomofagia y nutrición	20
2.2. Marco teórico	21
2.2.1. Agricultura de subsistencia o familiar (pancoger) y permacultura.....	21
2.2.2. Entomofagia, una visión global de la alternativa.....	23
2.2.3. Entomofagia y seguridad alimentaria	26
2.2.4. Entomofagia y sostenibilidad ambiental	26

2.2.5. Entomofagia <i>versus</i> producción convencional	27
2.2.6. Tasa de conversión de alimentos	28
2.2.7. La producción de insectos.....	30
2.2.8. Insectos comestibles	33
2.3. Marco normativo.....	36
2.4. Marco contextual	41
2.4.1. El lugar: Toribío.....	42
2.4.2. La población Objetivo en Toribío: Etnia Nasa	45
CAPÍTULO 3. Métodos	48
3.1. Metodología	49
3.2. Esquema de métodos	49
3.2.1. Conceptualización y revisión bibliográfica	49
3.2.2. Revisión bibliográfica sobre poblaciones vulnerables, modelos de cría de insectos y aplicación de herramientas investigación	50
3.2.3. Proceso de diseño.....	50
CAPÍTULO 4. Revisiones y Trabajo de campo.....	52
4.1. Revisión del estado del arte	53
4.1.1. Análisis del estado del arte	64
4.2. Revisión del estado de la técnica	67
4.2.1. Análisis del estado de la técnica	82
4.3. Aplicación de Entrevistas	85
4.3.1. Análisis e inferencias de entrevistas a expertos en colonias y criaderos de insectos	85
4.3.2. Análisis de entrevistas a psicóloga de la comunidad Nasa en el municipio de Toribío (Cauca).....	87
4.4. Requerimientos de diseño	88

CAPÍTULO 5. KRIWE, la propuesta.....	89
5.1 Descripción conceptual de la propuesta.....	90
5.2. Descripción del organismo biológico de la propuesta: Grillos de campo	91
5.3. Descripción general de KRIWE.....	94
5.3.1. Concepto de diseño	94
5.3.2. KRIWE, imagen de marca	95
5.4. Configuración y componentes de KRIWE	97
5.4.1. Módulo 1: Adultos	97
5.4.2. Módulo 2: Juveniles e incubador	108
5.5. Procesos de producción	110
5.6. Secuencia de uso	113
5.6.1. El inicio de la colonia	114
5.6.2. El uso del módulo de incubación y juveniles	114
5.6.3. El uso del módulo de adultos	116
Conclusiones y recomendaciones finales	120
Referencias bibliográficas	122

Lista de Tablas

Tabla 1

Cantidad de proteína aportada por distintas especies de insectos, en comparación con alimentos cárnicos convencionales.

30

Tabla 2

Cantidad de especies de insectos comestibles registradas a nivel mundial al año 2007

34

Tabla 3

Zonas climáticas en el municipio de Toribío, departamento del Cauca

44

Tabla 4

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Insectos comestibles, prospectos a futura para la seguridad alimentaria y nutricional.

54

Tabla 5

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Potencial y retos de los insectos como un recurso innovador para la producción de alimentos y nutrientes.

55

Tabla 6

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Creando mercado para una alternativa más sustentable: negocios sobre entomofagia en Europa.

56

Tabla 7

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: ¿El mundo en una caja? Seguridad alimentaria, insectos comestibles y la contribución a “un solo mundo, una sola salud”.

57

Tabla 8

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Implicaciones ecológicas potenciales de la entomofagia para grupos de subsistencia humanos en zonas neotropicales.

58

Tabla 9

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Rhynchophorus palmarum (Coleoptera: Curculionidae) en la Amazonía, un insecto en la alimentación tradicional de las comunidades nativas.

59

Tabla 10

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: La entomofagia en México, algunos aspectos culturales.

60

Tabla 11	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Los insectos como alimento humano: breve ensayo sobre la entomofagia con especial referencia a México.</i>	61
Tabla 12	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Revisión de la composición nutricional de insectos comestibles.</i>	62
Tabla 13	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Consumo de insectos para abordar la desnutrición, una encuesta nacional sobre la prevalencia del consumo de insectos entre adultos y vendedores en Laos.</i>	63
Tabla 14	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Granja industrial de grillos NextMillennium.</i>	68
Tabla 15	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Cricket Shelter, de Terreform-One.</i>	69
Tabla 16	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Proyecto de microgranjas de insectos Six-legged livestock.</i>	72
Tabla 17	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Granja de moscas FARM 432.</i>	74
Tabla 18	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Proyecto LIVIN Farms Hive.</i>	76
Tabla 19	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Proyecto ©Aspire Food Group.</i>	78
Tabla 20	<i>Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Proyecto Coalo Valley Farms.</i>	80

Lista de Figuras

Figura 1: Fotografías que ilustran prácticas de ganadería y agricultura convencionales.	19
Figura 2: El consumo de insectos, una fuente de alimentación alternativa.	19
Figura 3: Mapa con número aproximado de especies de insectos consumidas en distintos países (convención)	25
Figura 4: Tasa de conversión de alimentos, comparación entre ganado vacuno y cría de saltamontes (ortópteros).	29
Figura 5: Fotos de platos tradicionales mexicanos: Arroz con Escamoles, Chicatanas, Maguey Rojo, Tlacoyos rellenos	32
Figura 6: Mapa y ubicación del municipio de Toribío, en el departamento del Cauca (Colombia) y sus tres reservas indígenas: Tacueyó, Toribío y San Francisco	43
Figura 7: Fotos de la granja norteamericana NextMillennium.	70
Figura 8: Fotos del proyecto Cricket Shelter, del colectivo Terreform-One	71
Figura 9: Fotos del proyecto: Microgranjas de insectos <i>Six-legged livestock</i>	73

Figura 10: Fotos del proyecto FARM 432.	75
Figura 11: Fotos del proyecto <i>LIVIN Farms Hive</i> .	77
Figura 12: Fotos del proyecto © <i>Aspire Food Group</i> (2016).	79
Figura 13: Fotos del proyecto <i>Coalo Valley Farms</i>	81
Figura 14: Dimorfismo sexual de <i>Acheta domesticus</i> . Macho (izquierda) y Hembra (derecha).	92
Figura 15: Ciclo de vida del grillo de campo <i>Acheta domesticus</i>	93
Figura 16: Isologo del proyecto/marca KRIWE (2019)	96
Figura 17: Render módulos proyecto KRIWE (2019)	97
Figura 18: Render vista explosionada, módulo para adultos (2019).	98
Figura 19: Render del marco base, módulo principal (2019).	100

Figura 20: Render del refugio, módulo principal (2019).	101
Figura 21: Render del difusor, módulo principal (2019).	102
Figura 22: Render detalle de caladuras, módulo principal (2019).	103
Figura 23: Render del ovopositor, módulo principal (2019).	104
Figura 24: Render de recolector, módulo principal (2019).	105
Figura 25: Render detalle del mecanismo de los comederos, módulo principal (2019).	106
Figura 26: Render detalle del interior, módulo principal (2019).	107
Figura 27: Render vista explosionada, módulo secundario (2019).	108
Figura 28: Render detalle de la partición incubadora, módulo secundario (2019).	109
Figura 29: Render del marco base, módulo secundario (2019).	110
Figura 30: Render de comedero/Bebedero – Módulos principal y secundario (2019)	112

Figura 31: Infografía básica de uso (2019)	113
Figura 32: Render detalle de ovopositores – Módulo secundario (2019)	115
Figura33: Render comedero/bebedero – Módulo secundario (2019)	116
Figura34: Render del ensamble base – Módulo principal (2019)	117
Figura 35: Render acceso a consumibles de refugios – Módulos principal (2019)	117
Figura 36: Render acceso a incubadora – Módulos principal y secundario (2019)	118
Figura 37: Render de difusores – Módulo principal (2019)	119
Figura 38: Render acceso a modulo – Módulos principal (2019)	119

Lista de anexos

ANEXO 1.	129
Sistematización de entrevistas a expertos encargados de colonias y/o criaderos de insectos en la Universidad del Valle, sede Meléndez: Colonia de moscas soldado, <i>Hermetia illucens</i> a cargo de Karen Granobles (9 de abril de 2018)	
ANEXO 2:	131
Sistematización de entrevistas a expertos encargados de colonias y/o criaderos de insectos en la Universidad del Valle, sede Meléndez: Colonia de grillos de campo, <i>Acheta domesticus</i> a cargo de Sebastián Forero (9 de abril de 2018)	
ANEXO 3:	133
Sistematización de entrevistas a expertos encargados de colonias y/o criaderos de insectos en la Universidad del Valle, sede Meléndez: Colonia de escarabajos de la familia Dermestidae, a cargo del Doctor Wilmar Bolívar (9 de abril de 2018)	
ANEXO 4:	133
Formato de entrevista. Cuestionario realizado a la Psicóloga social de la comunidad Nasa en Toribío (Cauca), Daliana López Gutiérrez (14 de septiembre de 2018).	
ANEXO 5:	135
Matriz interpretación conclusiones en requerimientos y determinantes.	
ANEXO 6:	138
Fotos de maquetas, prototipos y ensayos para comprobaciones funcionales y formales del sistema KRIWE.	
ANEXO 7:	140
Planos técnicos de diseño industrial.	

Glosario

Desnutrición: Pérdida de reservas o debilitación de un organismo por recibir poca o mala alimentación. La desnutrición puede ser causada por ingestión o absorción deficiente de nutrientes, también por una dieta inapropiada, por ejemplo, una dieta hipocalórica (baja en calorías) o hipoproteica (deficiente en proteínas).

Endogamia: Ocurre cuando hay cruzamiento (sexual) entre dos individuos emparentados genéticamente.

Especie: Categoría taxonómica de clasificación de los seres vivos inferior a la de género. Corresponde a la unidad básica de clasificación biológica. Una especie es un conjunto de organismos o poblaciones naturales capaces de entrecruzarse y producir descendencia fértil.

Euritópico/a: Organismo u especie caracterizada por su capacidad para vivir en una gran variedad de hábitats y/o para tolerar una amplia gama de condiciones ambientales. La distribución geográfica de las especies euritópicas es más amplia que la de las especies **estenotópicas** (aquellas más restringidas a ciertas condiciones).

Género taxonómico: Categoría taxonómica que se ubica entre la familia y la especie; así, un género es un grupo que reúne a varias especies emparentadas, sin embargo, existen algunos géneros que son monoespecíficos (contienen una sola especie).

Hexápodo: Los hexápodos son un subfilo de artrópodos, siendo el que mayor número de especies agrupa, incluyendo a **los insectos** (1 millón de especies aproximadamente), así como a varios grupos de artrópodos estrechamente relacionados con estos: los proturos, los dipluros y los colémbolos.

Su nombre deriva del griego hexa, "seis", y poda, "patas", y hace referencia a la más distintiva de sus características: la presencia de un tórax con tres pares de patas.

Ínstar: Es la forma o estadío de desarrollo que tiene un insecto durante una fase determinada de su crecimiento.

Malnutrición: La malnutrición es el estado resultante de una dieta desequilibrada, que ocurre ya sea por falta o exceso en la ingesta de nutrientes. A diferencia de la desnutrición, la malnutrición puede ocurrir también por sobrealimentación de los individuos (por ejemplo, la obesidad).

Microclima: Se refiere a las condiciones climáticas que ocurren particularmente en un lugar, es decir, son el conjunto de patrones y procesos atmosféricos de un entorno o ambiente reducido y particular (por ejemplo, el microclima de una zona boscosa).

Oviposición: La oviposición es uno de los últimos pasos en el proceso reproductivo de los insectos. En este, una hembra antes fecundada, deposita los huevos en algún sustrato (superficie o medio), para que luego de continuar su desarrollo, ocurra el proceso de eclosión (nacimiento de nuevos individuos).

Ovipositor: También llamado oviscapo u ovopositor, es un órgano con el que hembras de varias especies de insectos entierran o ponen sus huevos en algún sustrato (proceso de oviposición).

Sigla ODS: Objetivos de desarrollo sostenible.

Resumen

Uno de los problemas más preocupantes a nivel mundial es la crisis alimentaria global y una de sus manifestaciones: la **inseguridad alimentaria**, que se da como respuesta a factores de desigualdad social (por distintas situaciones de vulnerabilidad) y/o problemas de accesibilidad a los alimentos básicos necesarios para las personas. En Colombia, las poblaciones indígenas y rurales se consideran en mayor riesgo de enfrentar situaciones de pobreza económica, conflictos armados, desplazamiento forzado, restricciones de acceso a la tierra, entre otros. En el presente proyecto de diseño industrial se propone potenciar una alternativa ancestral de alimentación: El consumo de insectos o entomofagia, para lo cual se pretende intervenir la cría de grillos de la especie *Acheta domesticus* para ser usados como alimento de familias indígenas de la comunidad Nasa del municipio de Toribío (Cauca, Colombia).

KRIWE, es un sistema objetual que permite la cría de estos grillos a escala individual o familiar y es planteada como una alternativa de ‘pancoger’, garantizándose así la ración proteica básica diaria de personas en situación de inseguridad alimentaria o de aquellas que requieran un apoyo adicional a sus actividades habituales de cultivo o cría de animales; cuidándose además aspectos de usabilidad y perdurabilidad de la propuesta (sostenibilidad de la colonia).

Palabras clave:

Entomofagia, pancoger, sostenibilidad, Grillos de campo, *Acheta*, Nasa, seguridad alimentaria, cría, insectos, Toribío.

Abstract

Global food crisis is one of the most worrying problems worldwide and one of its manifestations is food insecurity, which is a response to factors of social inequality (due to different situations of vulnerability) as well as problems of people to access basic food necessary for them. In Colombia, indigenous and rural populations are considered at greater risk of facing situations of economic poverty, armed conflict, forced displacement, restricted access to land, among others. In this design project it is proposed enhance an ancestral alternative supply: entomophagy (which means eating insects), for which it is intended to intervene breeding crickets species *Acheta domestica* to be used as food by indigenous families in the Nasa community of the municipality of Toribío (Cauca, Colombia).

KRIWE, is a system that allows the breeding of these crickets on an individual or family level and it is proposed as a 'food breeding' alternative, thus ensuring the daily basic protein ration of people experiencing food insecurity or those requiring additional support to their usual activities of farming or raising animals, taking care also aspects such as usability and durability of the proposal (sustainability of the cricket colony).

Keywords:

Entomophagy, food breeding, sustainability, field crickets, *Acheta*, Nasa, food security, animal husbandry, insects, Toribío.

Introducción

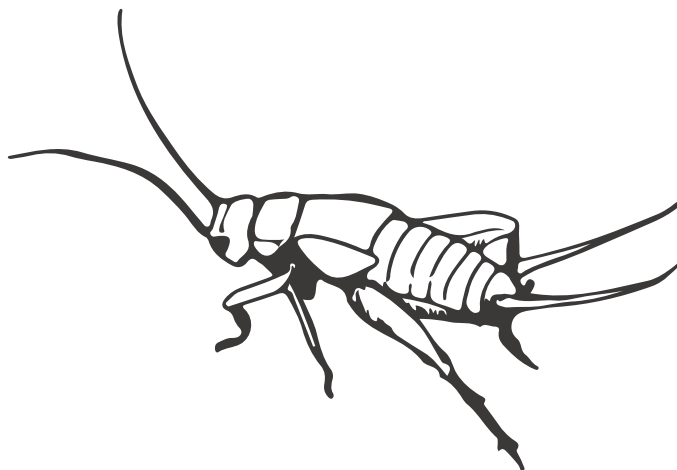
La entomofagia se define como el consumo de insectos por parte de los seres humanos. Esta conducta ha sido practicada por la humanidad a lo largo de su historia, pero por razones poco claras se ha visto disminuida actualmente. Aun así, su práctica ha satisfecho las necesidades alimentarias de muchas culturas que han aprovechado el potencial nutritivo de estos animales (Viesca & Romero, 2009).

Colombia es un país que afronta problemas crecientes de inequidad, los cuales generan inestabilidad económica, social y política y que se traducen finalmente en pobreza. El hambre y la malnutrición, son algunos de los fenómenos asociados a estos problemas de inequidad, por lo cual se hace necesario plantear acciones que contribuyan a solucionar estos aspectos al mejorarse las condiciones de seguridad alimentaria y nutricional de las poblaciones más vulnerables del país (PNSAN-Gobierno Nacional de Colombia, 2012).

El consumo de insectos, puede ser una solución para garantizar la seguridad alimentaria de aquellas poblaciones con déficit nutricionales. Su carne es tanto o más nutritiva que la roja o la de aves de corral; contiene niveles elevados de proteínas, grasas y minerales, además su crianza es económica y aprovecha diversos recursos, como residuos orgánicos o vegetales (Halloran & Vantomme, 2015; Viesca & Romero, 2009).

CAPÍTULO 1.

Planteamiento del problema



1.1. Definición y pregunta problema

La ganadería convencional destinada a la producción proteica (carne y leche) se considera insostenible: en primer lugar, en países de economía emergente, solo aporta un 26% de las proteínas totales necesarias para una dieta balanceada. Además, los efectos sobre los recursos naturales y el medio ambiente son nocivos pues la ganadería ocupa el 70% de las tierras destinadas para la producción agrícola (Quirce, Filippini y Micó, 2013).

Un beneficio asociado al consumo de insectos es que sobrepasan el aporte calórico de la mayoría de alimentos convencionales, además el aporte proteico también es mayor en comparación con el obtenido al consumir carne de bovinos, porcinos y aves: se obtiene entre 55-70% más proteína por kilo de alimento usado (en las granjas de producción) (Ramos-Elorduy & Viejo, 2007).

Las ventajas en torno a la producción de insectos son elevadas, influyendo de manera positiva en aspectos ambientales que van desde el uso de suelo y recursos necesarios para su cría o producción (Guzmán-Mendoza, Calzontzi-Marín y Salas-Araiza, 2016), económicos desde la inversión y recursos necesarios para su desarrollo o como alternativa de ingreso (López, 2015) y nutricionales desde la alta tasa de conversión de alimentos y porcentaje de biomasa consumible (Miranda, Quintero, Ramos y Olguín, 2011) por mencionar algunos. La entomofagia se puede considerar entonces, una alternativa que puede contribuir a la seguridad alimentaria y a la producción sostenible.

Se tiene entonces un problema centrado en la seguridad alimentaria, en este caso, poblaciones vulnerables en zonas rurales quienes se enfrentan a mayores dificultades en torno al acceso de recursos y/o alimentos, develando situaciones de vulnerabilidad nutricional y repercutiendo directamente en la salud e incluso en aumento de índices de mortalidad. En Colombia la entomofagia es una práctica poco común por cuestiones culturales y costumbres de los consumidores colombianos, además de ausencia de sistemas objetuales que faciliten su implementación tanto a nivel industrial como a nivel familiar.

Como pregunta problema para el presente proyecto de investigación se plantea: ¿Cómo facilitar el acceso a una nutrición balanceada (bajo condiciones de seguridad alimentaria) a poblaciones rurales en estado de vulnerabilidad nutricional por medio de la Entomofagia como alternativa de nutrición?



...Aunque la producción actual de alimentos podría proveer las necesidades de toda la población mundial, aproximadamente 842 millones de personas en el mundo sufren de desnutrición crónica... (Friant, 2016)

Foto por: Ubique. En: <https://twitter.com/personalescrito/status>

1.2. Justificación

Actualmente el sistema de alimentación a nivel mundial se enfrenta a dos grandes desafíos: la inequidad social como un limitante al acceso de alimentos y los temas de manejo medio ambiental que restringen o limitan la producción. De hecho, según Calisto-Friant (2016), aunque la producción actual de alimentos podría proveer las necesidades de toda la población mundial, aproximadamente 842 millones de personas sufren de desnutrición crónica y 2 millones padecen malnutrición. Esto, sumado al incremento de la población en el globo (cada vez más demanda de alimentos) hace que sean urgentes las intervenciones y transformaciones que mejoren la sostenibilidad social y ambiental en cuanto a producción, manejo y distribución de alimentos.

La inseguridad alimentaria es un factor determinante de la malnutrición a nivel mundial, por lo que los estados de avance en este tema son de importancia global; así, tener un mundo sin hambre y sin malnutrición es un objetivo establecido en la **Agenda 2030 para el desarrollo sostenible y los objetivos del desarrollo sostenible (ODS)**, -meta 2.2 de los ODS's- instándose a los países a promover y fomentar enfoques, políticas y medidas integradas para lograr el estado de seguridad alimentaria en cada país (CEPAL, 2018).

Los porcentajes de personas bajo la línea de pobreza y bajo la línea de pobreza extrema en Colombia -indicadores que muestran cuán vulnerables son ciertas poblaciones a sufrir inseguridad alimentaria y nutricional-, son de 37,2 % y 17,6 % respectivamente según la última medición oficial del año 2002, indicando que más de la mitad de la población colombiana puede estar en situación de vulnerabilidad nutricional. Pero una cifra más crítica es el porcentaje de prevalencia de deficiencia en la ingesta de energía en la población entre 2 a 64 años (energía dada por los alimentos), que para la última medición oficial realizada en el año 2005 fue 63,7 %. Estos datos muestran una coexistencia entre la pobreza y la malnutrición y según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional de Colombia -ENSIN-, la prevalencia de deficiencia fue

mayor para las zonas rurales y nivel 1 del SISBEN en el país (PNSAN-Gobierno Nacional de Colombia, 2012). Estos son algunos de los indicadores por los cuales, en el 2006 se empieza a construir en Colombia la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PNSAN), establecida en conjunto con organismos internacionales, gremiales y educativos.

Otras razones por las que es sustancial tomar medidas para ayudar o promover la SAN en el país de una manera integral y sostenible en el tiempo, son los problemas de orden estructural que afectan la estabilidad económica, política y social de los colombianos, tales como el desempleo, el hambre, la malnutrición, el desplazamiento forzado, el uso y disponibilidad de la tierra, las acciones terroristas, el narcotráfico, la corrupción, entre otros. Cabe mencionar que, aunque las medidas y políticas son aplicables a todo el país, hay sectores, poblaciones o grupos donde hay mayor privación y vulnerabilidad por los problemas antes mencionados tales como los menores de edad, los campesinos y los pueblos indígenas, en cuyos casos, los esfuerzos para lograr los objetivos planteados en documentos como el PNSAN, deben ser mayores.

Muñoz y colegas (2014), afirman que cerca de 7,1 millones de colombianos son habitantes rurales, de los cuales un porcentaje considerable viven en situaciones de pobreza y pobreza extrema y que además el 25,2 % del territorio nacional está ocupado por pueblos indígenas. Por ejemplo, un caso particular es el del municipio de Toribio, que se ha tomado como caso de estudio para el desarrollo del presente trabajo (ver marco contextual). Allí, donde se ubican resguardos de la comunidad indígena Nasa y donde la tierra se considera plenamente adecuada para labores agropecuarias, tan solo el 13 % del territorio es apto para dichas actividades; esto, porque existen inconvenientes para la asignación o acceso a las tierras por parte de los habitantes (i.e. por condiciones de crecimiento demográfico, desplazamiento forzado, cruce de intereses, entre otros) (Castaño, 2016).

Lo anterior, pone de manifiesto la necesidad de una alternativa de producción de alimentos y/o de consumo que brinde los aportes nutricionales básicos de una manera constante y que además sea óptima en términos de uso de recursos: para

el caso de las poblaciones rurales colombianas el uso de la tierra es un limitante significativo. Así pues, en el presente trabajo se plantea el consumo de insectos como tema principal a desarrollar, por ser una alternativa beneficiosa en términos ambientales, sanitarios y sociales. Empero, implementar la entomofagia en Colombia constituye un gran reto pues aún requiere de intervenciones en distintos campos: por un lado, cambios de paradigmas sobre alimentación, costumbres y percepción de los insectos como fuente de alimento y además, desarrollos técnicos, tecnológicos y objetuales que permitan poner en funcionamiento la entomofagia en términos productivos (ya sea a escala individual, familiar y/o industrial). En este último aspecto, el desarrollo de un sistema o sistemas objetuales para la implementación de la entomofagia en Colombia, es donde se pretende enfocar la propuesta de diseño que se desarrolla a continuación.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

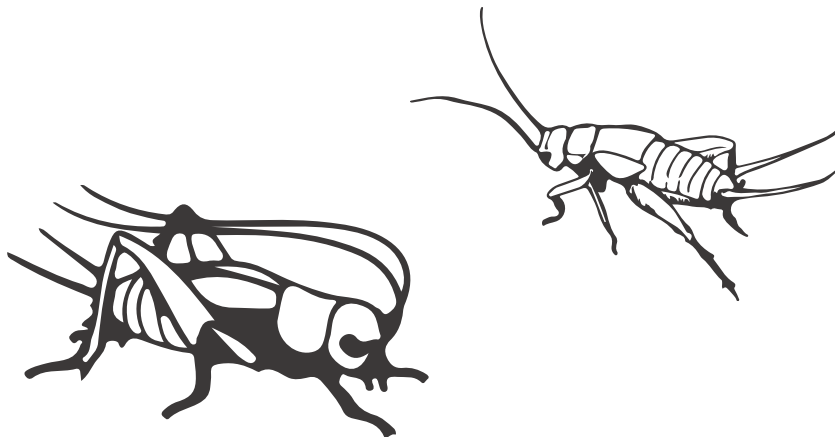
Desarrollar un sistema que facilite el acceso a una nutrición bajo condiciones de seguridad alimentaria, en poblaciones rurales en estado de vulnerabilidad nutricional por medio de la Entomofagia como alternativa de autoconsumo.

1.3.1. Objetivos específicos

- Caracterizar la población rural, en situación de vulnerabilidad nutricional.
- Promover la disponibilidad de alimentos en poblaciones vulnerables nutricionalmente.
- Diseñar un sistema objetual que permita producir alimento a partir de insectos (entomofagia) para consumo humano.

CAPÍTULO 2.

Marco referencial



2.1. Marco conceptual

2.1.1. Seguridad alimentaria y nutricional (SAN)

La escasez de alimentos que padecen algunas poblaciones de forma intensa y prolongada (hambre) es un tema de interés global que desde hace algunas décadas trae a escena el concepto de seguridad alimentaria y nutricional.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), relaciona este concepto con el planteamiento de sistemas de alimentación, definiéndolo como “el derecho que tienen todas las personas al acceso físico y económico, a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y nutricionales a fin de llevar una vida activa y sana”. Además, la SAN es abordada desde las siguientes dimensiones, mediante las cuales se pretende garantizar el derecho fundamental a la salud y el bienestar, en torno a la alimentación de un individuo o grupo de individuos (Informe de políticas de seguridad alimentaria número 2, FAO, 2006):

La disponibilidad de alimentos: que tiene que ver con la cantidad de alimentos de calidad, suministrados a una población o comunidad y que provienen de procesos productivos internos (de un país) o de importaciones (ayuda alimentaria).

El acceso a los recursos alimentarios: entendido como el derecho que tienen las personas para adquirir alimentos apropiados para garantizar una alimentación nutritiva.

Utilización: Este abordaje resalta la importancia de los insumos no alimentarios, que son necesarios para garantizar el uso biológico de los alimentos, entre estos, agua potable, sanidad y atención médica.

Estabilidad: Contempla, la temporalidad del concepto, es decir, que para que una persona, población o comunidad goce de seguridad alimentaria, debe tener acceso a alimentos adecuados y de calidad en todo momento.

El tema de seguridad alimentaria se percibe como un reto urgente en las agendas de las instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil, por lo cual se establecen compromisos de cooperación internacional, nacional y local que busquen garantizar o promover este derecho. A pesar de los esfuerzos, la **inseguridad alimentaria** es un problema latente en el mundo que se relaciona (y en ocasiones es reforzado) con otros factores y fenómenos como la vulnerabilidad social/humana, la pobreza, el cambio climático, la crisis energética global, el uso de la tierra y los recursos ambientales, la cultura, las decisiones políticas, entre otros (Mekonnen & Gerber, 2017; Calisto-Friant, 2016; Paz-García et al, 2017; Hendriks, 2015).

En el presente proyecto, se abordará la inseguridad alimentaria como una problemática social relacionada con la vulnerabilidad y la pobreza económica - de poblaciones en estas condiciones-, dado que los grupos humanos vulnerables presentan mayores inconvenientes para suplir sus necesidades de alimentación básicas. Además, se plantea la entomofagia como una alternativa resolutive que apoye las políticas de seguridad alimentaria, beneficiando así las condiciones de nutrición y la salud de las personas, dentro de marcos de sostenibilidad.

2.1.2. Vulnerabilidad económica y condición de pobreza económica

La vulnerabilidad como concepto social tiene dos componentes explicativos: la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus vidas a consecuencia del impacto provocado por algún tipo de evento económico-social de carácter traumático y por otra parte, el manejo de recursos y las estrategias que utilizan las comunidades, familias y personas para enfrentar los efectos de ese evento (Pizarro, 2001).

Además, la vulnerabilidad social es el resultado de los impactos provocados por el patrón de desarrollo vigente, pero también expresa la incapacidad de los grupos más débiles de la sociedad para enfrentarlos, neutralizarlos u obtener beneficios de ellos. Frecuentemente se confunde la **condición de pobreza** de las

personas con el término vulnerabilidad, sin embargo, la inseguridad e indefensión que caracterizan a ésta última no son necesariamente atribuibles a la insuficiencia de ingresos (característica principal del concepto de pobreza). En efecto, si se comparan las condiciones de vida de los trabajadores urbanos con la de los campesinos de áreas remotas, es probable que éstos al basar su vida en la agricultura de subsistencia o “pancoger”, se hayan visto menos afectados frente a los programas de ajuste estructural y a los golpes de naturaleza macroeconómica (Pizarro, 2001).

Según Spicker (2009), las ciencias sociales miden la pobreza según la cantidad de ingresos, considerándolos como equivalentes. Así, una familia se considera en estado de pobreza cuando sus ingresos no son suficientes para obtener el mínimo necesario de alimentos para nutrir sus necesidades básicas (Acosta, 2009).

Por otro lado, las poblaciones en estado de pobreza económica son más vulnerables porque están más expuestas, tienen acceso limitado a activos, además de tener pocas dotaciones en términos de capacidades y recursos que administrar. Según esto, ellos tendrían pocas posibilidades de diversificar riesgos, de involucrarse en actividades de alta rentabilidad y de participar en arreglos formales e informales adecuados. Por otra parte, los mecanismos de autoprotección son caros e ineficientes, reducen y lesionan su frágil capital humano y conducen hacia una pobreza crónica con efectos negativos de largo plazo y durante distintas generaciones (Sojo, 2003).

Según lo mencionado anteriormente, la vulnerabilidad guarda una relación con el concepto de nutrición, que se considera un determinante en la salud individual y colectiva si se considera que en la actualidad las enfermedades crónicas-degenerativas no solo se relacionan con desequilibrios metabólicos ocasionados por una inadecuada educación nutricional, sino también con aspectos sociales y medio ambientales desencadenados por condiciones de vulnerabilidad -poblaciones/personas en estado de vulnerabilidad nutricional- (Macías, Quintero, Camacho y Sánchez, 2009).

2.1.3. Accesibilidad y vulnerabilidad

La accesibilidad hace referencia al grado en el que todas las personas pueden utilizar un objeto, visitar un lugar o acceder a un servicio independientemente de sus capacidades técnicas, cognitivas o físicas. Además, se denota como “indispensable e imprescindible, ya que se trata de una condición necesaria para la participación de todas las personas independientemente de las posibles limitaciones que puedan presentar” (ISO/IEC, 2001).

Por otra parte, según Pizarro (2001), la vulnerabilidad puede entenderse como la inseguridad e indefensión que experimentan las comunidades, familias e individuos en sus condiciones de vida. Pero la relación entre los dos conceptos puede ser directa: las personas, al no tener suficientes recursos económicos y por ende alimenticios, llegan a presentar situaciones de **malnutrición** (vulnerabilidad nutricional), que a su vez desencadena problemas de salud e incluso aumento en índices de mortalidad. Y es que lejos de ser atemporal y universal, el concepto de 'accesibilidad' está restringido a la manera de concebir y llevar a cabo las funciones de aliviar el dolor, afrontar la enfermedad y promover el bienestar (Frenk, 1985).

El concepto de accesibilidad es entonces importante en el abordaje del presente proyecto al denotar la relación funcional entre **población y sus medios**, además entre el conjunto de obstáculos, la búsqueda y obtención de recursos (en este caso alimenticios) versus las capacidades correspondientes de dicha población para superar tales obstáculos y así superar vulnerabilidades nutricionales (Frenk, 1985).

2.1.4. Nutrición y Salud

El concepto de nutrición hace referencia al proceso o conjunto de procesos mediante los cuales las personas ingieren, absorben, transforman y utilizan los alimentos y que en sí, cumple cuatro objetivos: suministro energético para el mantenimiento de las funciones y actividades vitales del individuo; aportar materiales para la formación, crecimiento y reparación de estructuras corporales; suministrar las sustancias necesarias para regular procesos metabólicos y/o reproductivos y por último, reducir el riesgo de padecer algunas enfermedades (Gómez y Cos-Blanco, 2001).

Se considera que una población vulnerable, por un latente estado de pobreza (al no contar con ingresos suficientes) a su vez carecería de los elementos básicos de alimentación, dando como resultado un estado de malnutrición (Acosta, 2009). La **malnutrición** es una enfermedad caracterizada por el déficit de nutrientes fundamentales, que se manifiesta con una reducción anormal de masa muscular en el individuo (Cereceda Fernández, González, Antolín Juárez, García, Terrazo Espiñeira, Suárez Cuesta, Manso Deibe, 2003), repercutiendo directamente en la salud y capacidad de ejecutar sus actividades básicas.

La nutrición corresponde a un conjunto amplio y complejo de fenómenos biológicos, psicoemocionales y socioculturales asociados con la obtención, asimilación y metabolismos de los nutrientes, por lo que su estudio es necesariamente interdisciplinar, incluyendo campos como la biología, ecología, historia, política, economía, psicología, antropología, sociología, entre otros. Además, aunque el concepto deriva biológicamente de un proceso personal (ingesta de alimentos), su abordaje se vuelve social al estar relacionado con las dinámicas propias de las poblaciones y/o comunidades humanas, en especial, con los cambios socioeconómicos y políticos que sufre cada nación (Pinto Fontanillo, y Carbajal Azcona, 2003).

El concepto de nutrición ha ido a la par con la consideración holística de la salud, al ser la nutrición un determinante de esta en los individuos y presentar una interacción con el origen de las enfermedades crónicas. Por otra parte, la

dimensión social depende esencialmente de los patrones y normas de cultura que establecen los grupos humanos a los que se pertenece y finalmente la dimensión biológica depende exclusivamente del individuo y de sus características metabólicas y fisiológicas (Macías et al., 2009).

2.1.5. Fuente de alimentos

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud es la condición de todo ser vivo que goza de un absoluto bienestar tanto a nivel físico como a nivel mental y social. Es decir, el concepto de salud no sólo da cuenta de la no aparición de enfermedades o afecciones, sino que va más allá: por ejemplo, un individuo que mantiene una alimentación equilibrada y que realiza actividades físicas de forma cotidiana tiene mayores probabilidades de gozar de buena salud. Por el contrario, una persona que no concibe hábitos mínimos de nutrición además de otros factores corre serios riesgos de sufrir enfermedades críticas que bien podrían ser evitables.

Se tiene entonces que una buena fuente de alimento es de vital importancia para lograr el equilibrio de bienestar en un ser vivo. Estas fuentes se abordarán desde dos aspectos, convencionales y alternativas.

2.1.5.1. Fuentes de alimentos convencionales

Dentro de las fuentes de alimentación convencionales (Figura 1) se encuentra la agricultura, entendida como el cultivo de tierras, donde hay tratamientos del suelo y cultivos vegetales, mayoritariamente para fines alimenticios (Sáenz, 2010).

Por otro lado, tenemos la producción pecuaria, concepto que según la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, es toda actividad relacionada con la producción de ganado y que forma un sector esencial dentro

de las actividades agropecuarias. Como toda actividad primaria, la finalidad del sector pecuario es la producción de materias primas, principalmente cárnicos.

2.1.5.2. Fuentes de alimentos alternativos

Basados en la concepción del ITF (Institute of Food Technologists 2014), los alimentos tradicionalmente aceptados y consumidos como fuentes de proteínas son de origen animal. Sin embargo, nos encontramos ante la necesidad de encontrar fuentes alternativas de proteínas. Las razones que han impulsado esta búsqueda son variadas: económicas, ambientales y nutricionales. Según la Mintel (GLOBAL FOOD & DRINK TRENDS 2018), la ganadería se ha vuelto insuficiente para satisfacer la demanda de proteínas a nivel mundial. Este sector necesita infraestructuras e inversión en sostenibilidad, lo que influye en su precio y convierte a los alimentos que se producen bajo este modelo en un “lujo” inalcanzable para buena parte de la población mundial, la cual se estima aumentará un 34% en 2050 y cuyas necesidades proteicas, según la OMS, son de 0,8 gramos por kilogramo de peso por día.

La Entomofagia en cambio, se considera una fuente de alimentación alternativa (Figura 2), con ventajas marcadas en comparación con las fuentes convencionales en términos nutricionales, económicos, ambientales, entre otros (Miranda et al., 2011).



Figura 1: Fotografías que ilustran prácticas de ganadería (Izquierda) y agricultura (derecha) convencionales. Crédito foto: Pixabay



Figura 2: El consumo de insectos, una fuente de alimentación alternativa. Crédito foto: Reuters (2014) en, www.europapress.es

2.1.6. Entomofagia y nutrición

Para muchas culturas, el consumo de insectos constituye una fuente importante de proteínas (y otros macronutrientes importantes) (Sánchez et al., 1997). Por ejemplo, entre las poblaciones urbanas de Pekín, Tokio, Distrito Federal de México, y algunas comunidades indígenas de Australia, Sudamérica, África, Asia y Oceanía, la entomofagia es una práctica que ayuda a suplir necesidades nutricionales (Piojan, 2001). Además, los insectos no sólo se han utilizado como alimento, también existen evidencias de su uso con fines terapéuticos, biotecnológicos, cosméticos e industriales (Miranda *et al.*, 2011).

En cuanto a la relación entomofagia-SAN, Domínguez (1997) plantea que los problemas del hambre en el mundo deberían abordarse desde la perspectiva de un desarrollo sostenible mediante el empleo de los insectos como fuente de proteínas y lípidos, porque éstos, además de poseer mayor calidad nutritiva respecto a la del ganado, tienen una mayor eficiencia en la conversión de alimentos (alimento consumido *versus* aportado). Por ejemplo, los grillos y saltamontes son cinco veces más eficientes en la transformación protéica que los bovinos, lo que da lugar a plantear la viabilidad de granjas para la producción industrial de insectos.

En términos de nutrición y ventajas de extracción de productos provenientes de insectos, Valdez y Utiveros (2010), demostraron que el aceite extraído de las larvas del gusano de la harina *Tenebrio molitor* L. (Coleoptera) posee 51,33% de ácido oleico y 22,47% de ácido linoleico, comparable con aceites de alta calidad como el aceite de oliva. Así, los insectos se presentan como una propuesta loable para suplir las necesidades nutricionales de poblaciones en condición de vulnerabilidad.

2.2. Marco teórico

2.2.1. Agricultura de subsistencia o familiar (pancoger) y permacultura

Algunas ideas y conceptos asociados al tema de seguridad alimentaria son la agricultura de subsistencia, la agricultura familiar y la permacultura, prácticas que pueden mitigar la carencia de recursos alimenticios.

Jaramillo-Villanueva y colaboradores (2017), definen la agricultura familiar, de traspatio o pequeña agricultura (PA), como aquellas actividades de explotación, llevadas a cabo por productores agrícolas, pecuarios, silvicultores, pescadores artesanales y acuicultores que cuentan con recursos limitados y cuyos productos son usados para el autoconsumo (escala personal o familiar) y en algunos casos, ventas en pequeños mercados (locales y entre vecinos). Además, estos modelos se caracterizan por tener menos de 5 ha para sus procesos de explotación.

Por su parte la permacultura, aborda la posibilidad de agricultura de subsistencia de una manera más técnica: el diseño y desarrollo de hábitats de explotación sustentables donde se respeten patrones y sistemas naturales; de hecho, el término se acuña al unificar el concepto de agricultura permanente, que se refiere a las prácticas agrícolas que son sostenibles ambiental y temporalmente (Colectivo Azoteas Verdes, 2012).

Las alternativas de agricultura de subsistencia, pueden ocurrir en dos entornos principalmente: el rural o el urbano que serán abordados a continuación.

2.2.1.1. Pancoger y ciudad

Las prácticas relacionadas con la producción y distribución de alimentos de pancoger en ciudades (urbes), se denominan **agricultura urbana (AU)**. El término es acuñado en los años ochenta y toma relevancia como un método para

ayudar a la seguridad alimentaria de los países. Además, el término empieza a asociarse con la generación de empleo, con la calidad de los productos agrícolas, con el mejoramiento de la calidad de vida, la educación ambiental y la regeneración urbana y social (Hermi, 2001).

Como ejemplos de sistemas de agricultura urbana, están los **huertos familiares**, que corresponden a pedazos de tierra dentro o cerca de una casa, que son usados para sembrar hortalizas, árboles frutales y/o cría de animales pequeños para autoconsumo (aves, roedores, caprinos). Por otro lado, se tienen los **cultivos bio-intensivos urbanos**, que son métodos agrícolas de pequeña escala enfocados en el autoconsumo, caracterizados por el máximo aprovechamiento del agua, el uso de semillas para el desarrollo del cultivo, poco uso de fertilizantes y uso de abonos preparados por el cultivador aprovechando recursos orgánicos (compostaje) (Jeavon & Cox, 2016).

Según Rodríguez (2017), la AU supone la obtención de alimentos frescos aprovechando al máximo el uso de la tierra y el agua, promoviendo la sostenibilidad ambiental y fortaleciendo el tejido social en entornos urbanos (mitigando el hambre). Empero, la agricultura urbana, no es una medida que permitan reemplazar completamente el abastecimiento alimentario por aspectos de bajo rendimiento, es decir, el tiempo y el espacio dedicado para la producción no son suficientes para producir la cantidad de alimento necesaria para el abastecimiento de una familia.

2.2.1.2. Pancoger y entorno rural: los pequeños productores de alimentos

La agricultura rural puede comprender una clasificación amplia de prácticas y modelos; pero en el presente documento se aborda desde el concepto de **pequeños productores**. En esta escala de producción rural, los modelos según Lipton (2006) pueden ser la agricultura familiar, donde se reducen costos de transacción y fuerza de trabajo, al ser estos suplidos por los miembros de una misma familia; la agricultura de tiempo parcial (aquellas personas que alternan las labores agrícolas con otras actividades) y por último, la agricultura de

subsistencia, caracterizada por unidades deficitarias (en términos de recursos o acceso a los mismos), que producen generalmente granos o productos básicos.

Los pequeños productores, ya sea en entornos rurales o urbanos, utilizan lo que se conoce como **el traspatio agrícola**, y corresponde al espacio usado para el proyecto productivo de autoconsumo, por lo cual se considera de importancia para los procesos de seguridad alimentaria. Las especies criadas o cultivadas en un traspatio no solo contribuyen a la alimentación, sino que pueden generar ingresos de doble vía: por ahorro en compra de alimentos y/o por ventas de excedentes (Jaramillo-Villanueva et al., 2017).

Aunque la agricultura de subsistencia (y por ende, el uso de traspatio), pueden ayudar a mitigar la inseguridad alimentaria, paradójicamente los pequeños productores son los más afectados por este fenómeno. Esto se explica por el contraste de las prácticas agrícolas de subsistencia con la agricultura comercial (intensiva), que termina sometiendo a los pequeños productores a intensas presiones por las desventajas en la cadena de producción: precios de insumos, de semillas o propágulos y/o por inviabilidad competitiva (en caso de que el pequeño productor se ayude con la venta de sus productos). Lo anterior hace que la brecha de accesibilidad a los alimentos sea más difícil de solventar, por lo que las prácticas agrícolas de subsistencia actuales terminan considerándose “no viables” como solución definitiva a los problemas de seguridad alimentaria (Sibhatu & Qaim, 2017; Schejtman, 2008).

2.2.2. Entomofagia, una visión global de la alternativa

Los seres humanos, a lo largo de su existencia, se han beneficiado de los insectos de múltiples maneras: alimento, ropa, medicina, transformación de desechos orgánicos, etc., además del importante papel en la polinización de las cosechas. A pesar de todo ello, los insectos no gozan de buena aceptación en algunas sociedades humanas (Ramos-Elorduy, 2004). Estos hábitos rechazados por algunas regiones, quienes lo exponen como propia de pueblos “poco

civilizados” trae consigo una gradual disminución del uso de los insectos como alimento humano, sin una alternativa real a la pérdida del recurso nutritivo (Defoliart, 1999).

Los insectos constituyen un recurso alimenticio de considerable importancia en ciertas culturas ya que son abundantes, relativamente fáciles de recolectar y, sobre todo, muy nutritivos. Los insectos se consumen de un modo habitual en 102 países del mundo; el número de especies consumidas que se han registrado asciende a 1745, y el continente donde mayor número de especies se consumen es América, con 699 (Ramos-Elorduy y Viejo, 2007).

Según Costa-Neto (2002), existen diversos reportes del consumo de insectos a través del mundo y que se refieren a numerosos países y épocas: Grecia, Roma, Alejandría, Asiria, Alemania, Italia, India, Rusia, África, Suecia, Arabia, toda Asia, Moldavia, Polonia, Francia, Indochina, Tailandia, Zaire, Sudáfrica, Australia, Estados Unidos, Nueva Guinea, Nueva Caledonia, Congo, República Central Africana, Botswana, Nigeria, Marruecos, Tánger, Egipto, Guinea Portuguesa, Benín, Mozambique, Tanzania, Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Ecuador, Panamá, Honduras, Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Paraguay, Bolivia, Guyanas, China, entre otros. El número de especies consumidas, varía entre los distintos países del mundo (Figura 3).

Se cree que las personas en entornos rurales (de sociedades no industrializadas), que basan su economía en modelos de subsistencia, tienen facilidad para la búsqueda de alimento entomofágico (mayor observación), además los insectos son tan abundantes que Ratcliffe (1990) ha informado que uno de cada cuatro animales vivientes en el planeta es un escarabajo.

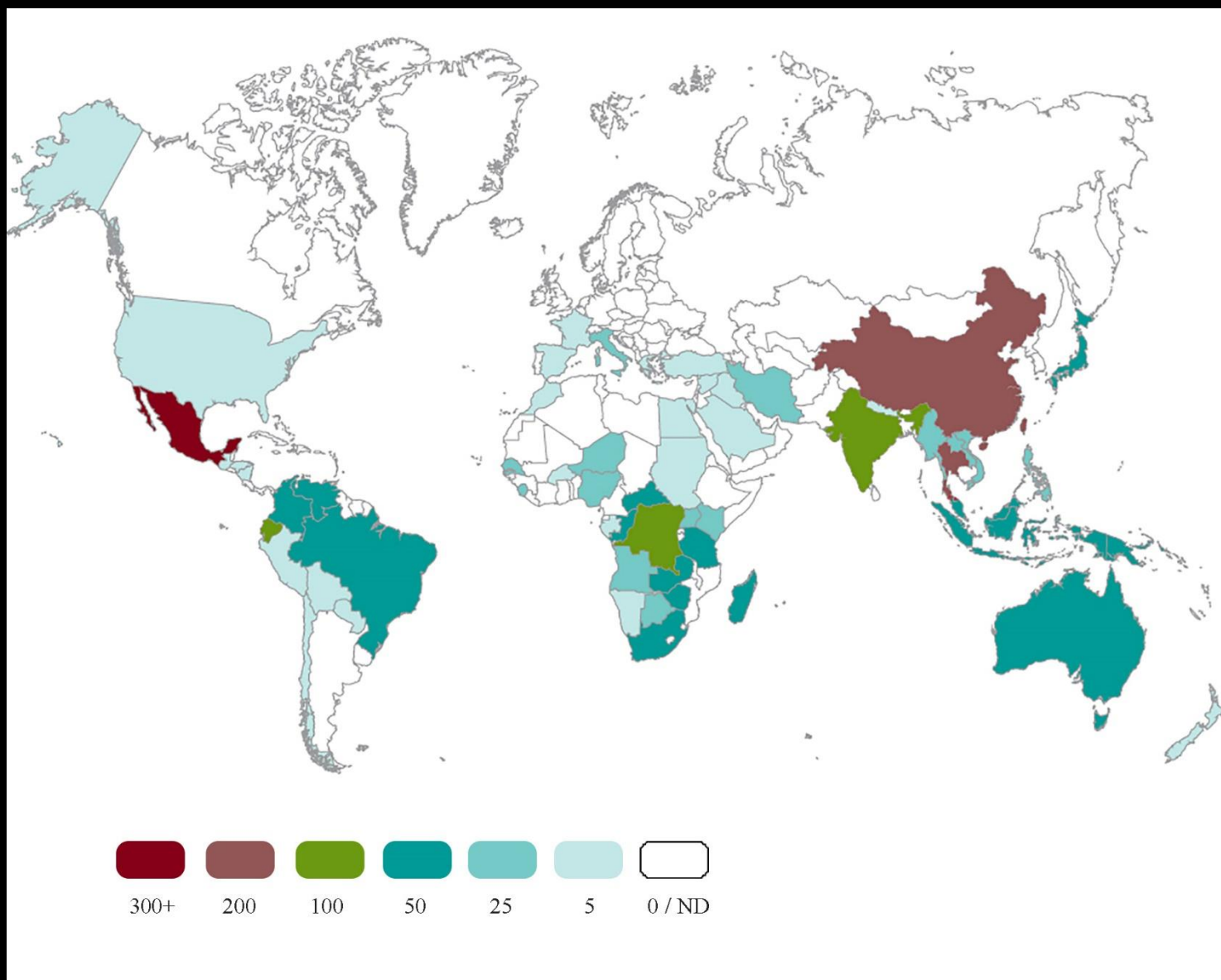


Figura 3: Mapa con número aproximado de especies de insectos consumidas en distintos países (convención). Adaptado de Ecoosfera (abril de 2015), en: www.ecoosfera.com

2.2.3. Entomofagia y seguridad alimentaria

La cultura de la entomofagia puede darse como parte de una dieta variada, de hecho, el consumo de insectos puede cubrir las necesidades de proteínas, vitaminas y metabolitos inorgánicos, a veces sin tener que recurrir a otras fuentes. Los insectos son abundantes en el planeta, se sabe que de cada 10 animales en el planeta 8 son insectos, que están presentes en los 5 continentes, en las 4 estaciones del año (variando la disponibilidad de especie de insecto en cada una de ellas) (Macedo, 2005).

Actualmente la cría de insectos es también una vía para abordar la seguridad alimentaria, pueden consumirse enteros o molidos, en forma de polvo o pasta, e incorporarse a otros alimentos. Los insectos están en todas partes, se reproducen rápidamente y poseen tasas elevadas de crecimiento, además representan un reducido impacto ambiental durante su ciclo de vida. Son nutritivos, ya que contienen niveles elevados de proteínas, grasas y nutrimentos inorgánicos y pueden criarse aprovechando diversos flujos de residuos, como los residuos de alimentos (Flores, 2010).

2.2.4. Entomofagia y sostenibilidad ambiental

El desperdicio de alimentos y el consumo desmesurado de productos cárnicos, la destrucción de los hábitats cada vez mayor, aunada a la disminución constante de la biodiversidad vegetal y animal, ha provocado que, para determinados habitantes de la tierra, sobre todo aquellos de la mayoría de las áreas rurales del mundo, cuenten cada vez con menos fuentes de obtención de proteína animal, provista por animales de talla significativa (Ramos-Elorduy, González Ávila, Hernández Rocha y Pino, 2002).

Por otro lado, los gases de efecto invernadero producidos por los insectos, son inferiores en comparación con las del ganado convencional (entre 10 y 100 veces), además, algunos insectos pueden alimentarse de residuos biológicos

(vegetales y animales), contribuyendo a la transformación de residuos en proteínas de alta calidad (Halloran & Vantomme, 2015). Otra característica importante de la cría de insectos, es que estos utilizan menos agua que el ganado tradicional y dado su tamaño, se requiere usar menos espacios de tierra (Defoliart, 1999).

Si entendemos la sostenibilidad desde un contexto ambiental, según Macedo (2005) partimos del equilibrio que se genera a través de la relación armónica entre la sociedad, la naturaleza que la rodea y de la cual es parte. Esta implica lograr resultados de desarrollo sin amenazar las fuentes de nuestros recursos naturales y sin comprometer los de las futuras generaciones. En ese sentido es importante considerar que el aspecto ambiental, más allá de tratarse de un área concreta del desarrollo humano, es en realidad el eje de cualquier forma de desarrollo al que queramos aspirar.

Por otro lado, la sostenibilidad desde un aspecto de desarrollo, se denota como un proceso sociopolítico y económico cuyo objetivo es la satisfacción de las necesidades y aspiraciones humanas, cualificado por dos tipos de constricciones: ecológicas (porque existen límites últimos en nuestra biosfera) y morales (porque no ha de dañarse la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades). Para lograr el desarrollo sostenible se requiere el crecimiento económico en los lugares donde no se satisfacen las necesidades básicas, el control demográfico y un uso austero de los recursos no renovables (Miller, 2007).

2.2.5. Entomofagia versus producción convencional

El primer aspecto notable en cuanto a la diferencia entre la producción de alimentos convencional versus la entomofagia es la cantidad de biomasa aprovechable: los insectos constituyen grandes biomasa en la naturaleza. Según Pimentel y colegas (1975), la biomasa de invertebrados por ejemplo en Estados Unidos es de alrededor 1000 kg/ha mientras que la del ganado es de 100 kg/ha.

Además, hay que recordar que generalmente más del 90 % de la biomasa insectil capturada es aprovechable, que son igualmente fáciles de preservar y conservar por secado al sol, o en hornos, lo que facilita el proceso de almacenamiento durante mucho tiempo (Jones & Madsen, 1991).

La producción convencional de alimentos ha generado tala de bosques, incremento en los índices de contaminación, aspersión de sustancias biocidas, cambios de clima en el planeta, falta de ética y actitudes irresponsables ante la explotación de un recurso. Además, ante la falta de un interés por conocer y aplicar los saberes tradicionales, los suelos agrícolas han sido afectados por máquinas que hacen más difícil las adecuaciones posteriores del terreno y contribuyen a procesos erosivos. Por otro lado, la acción de los compuestos contenidos en herbicidas, insecticidas, fertilizantes, etc., también afectan el buen funcionamiento del suelo y ocasionan una reducción significativa de los recursos de subsistencia (Ramos-Elorduy *et al.*, 2002).

2.2.6. Tasa de conversión de alimentos

La tasa de conversión de alimento-carne es la cantidad de alimento necesario para producir un incremento de 1 kilogramo (Kg) en el peso del animal. Para los insectos esta es extremadamente eficiente (Figura 4), pues cada 2 Kg de alimento producen entre 1 y 1,6 Kg de masa insectil, mientras que el ganado requiere aproximadamente 8 Kg para producir un kilo de aumento de masa en el animal (Halloran & Vantomme, 2015).

Un insecto puede contener del 28 % al 81 % de su peso total en proteína de alto valor biológico. El valor biológico de la proteína se define como la proporción de la proteína que se absorbe y es retenida, por tanto, utilizada para el mantenimiento, reparación y formación de estructuras. Esto, sumado a la desnutrición y malnutrición en muchos lugares del mundo, hace innegable la importancia del papel que podrían desempeñar los insectos en pro de una buena

alimentación, además, pueden ser una herramienta para prevenir el aumento de la desnutrición (Flores & Figueroa, 2016).

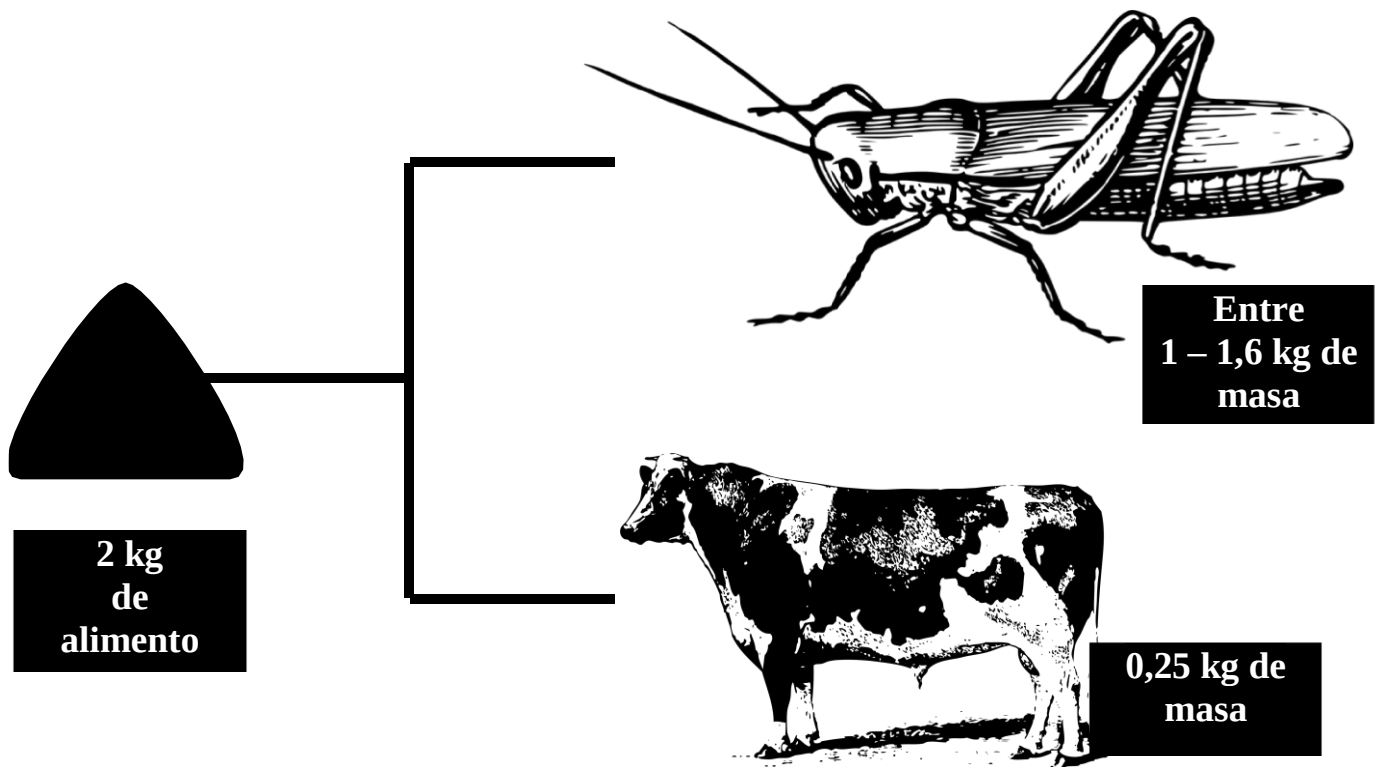


Figura 4: Tasa de conversión de alimentos, comparación entre ganado vacuno y cría de saltamontes (ortópteros). Fuente: Autores

Los insectos contienen más proteína que la carne de pollo, res y cerdo, las cuales tienen entre un 25% y un 50% de proteínas, mientras que en los insectos esta cifra asciende hasta el 75%. (Tabla 1) Además, contienen niveles elevados de ácidos grasos (comparables con el pescado), vitaminas A, C, D, B, tiamina, riboflavina y niacina, nutrimentos inorgánicos y son ricos en fibra y micro nutrimentos como cobre, hierro, magnesio, fósforo, manganeso, selenio y zinc (Ramos-Elorduy, Costa-Neto, Pino, Cuevas Correa, García-Figueroa y Zetina, 2007).

Tabla 1

Cantidad de proteína que aportan distintas especies de insectos, en comparación con los alimentos cárnicos

Insecto	Contenido de proteína (%)		Proteína animal	Contenido de proteína (%)
Chapulines	62 a 77	vs	Carne de res	54 a 57
Escamoles	40 a 60		Pollo	20
Gusano de maguey	32		Carne de cerdo	17

Nota: Recuperado de Observatorio Universitario de Seguridad Alimentaria y Nutricional| Vol. 5, No. 2, marzo-abril 2016 | 11/24

2.2.7. La producción de insectos

Se cree que el cultivo de insectos es ínfimo en relación con el número de especies comestibles que se ingieren, es decir, se podría pensar que el recurso es tan abundante que en muchas ocasiones no se necesitaría un cultivo. Empero, siempre es deseable realizar un cultivo porque los insectos comestibles no sólo son importantes en la nutrición sino también en la economía de la gente, que al

no contar con suficientes ingresos mercadea con los insectos comestibles (Ramos-Elorduy, 2004). En varios países de África central, por ejemplo, es costumbre añadir orugas secadas y molidas a la papilla de los niños.

La chef Patricia Quintana en su restaurante El Izote en México DF (Flores & Figueroa, 2016) elabora sofisticados platos con gusanos de maguey, chapulines (saltamontes que se comen fritos y/o aderezados con sal y limón) o escamoles, larvas de hormiga a las que llaman a veces caviar mexicano. *“La entomofagia permite a las sociedades vivir de una manera más sostenible en el planeta» señala David Gracer, que se ha convertido en uno de los más activos defensores de los insectos en Estados Unidos con su blog Bugs for Dinner”* (López Muñoz, 2015, p.1016).

En cuanto a la preservación de los insectos comestibles, esta se hace por secado al sol, guardándose después en bolsas de papel, en bolsas de malla de plástico o incluso en costales de tela o de plástico, para contar con alimento cuando éste escasea (o preservados en salmuera).

En México, por ejemplo, la gran mayoría de los insectos se consumen asados en un comal (placa metálica), agregándoles sal y/o salsa de chile y poniéndolos en tortilla, muy pocas especies se comen vivas (solo el caso de algunas especies de jumiles o la hormiga mielera) (Ramos-Elorduy, Pino Moreno, Escamilla Prado, Alvarado Pérez, Lagunez Otero Y Ladron de Guevara, 1997).

Los insectos comestibles también constituyen parte de platillos tradicionales mexicanos (Figura 5) como los tlacoyos rellenos de gusano rojo; las quesadillas rellenas de gusanos de los palos, gusano blanco de maguey o de los gusanos del nopal; los tamales rellenos de chicatanas, axayacatl o de padrecitos; los sopos condimentados con gusano blanco de maguey; coxas, chiquereis o gusano elotero, en cuyo caso se incorporan los insectos asados, fritos y/o guisados con yerbas de olor (Ramos-Elorduy, 2004). También se adicionan a diversos moles (escamoles, gusano de nopal, xamues) a salsas con o sin picante (botija, chicatanas, jumiles) o bien mezclados con cebolla, ajo, perejil y/o pápalo (gusano blanco, escamoles, gusanos de los palos) y/o, revueltos con huevo (escamoles, chicatanas, abejas y avispa), en mixiote (gusano blanco y

escamoles), o simplemente agregándolos en la sopa de arroz (xamues, jumiles) o en la sopa aguada (coxas, xochiquetzal).



Figura 5: Fotos de platos tradicionales mexicanos, Arroz con Escamoles, Chicatanas, Maguey Rojo, Tlacoyos rellenos
Crédito fotos: @Travelreport

2.2.8. Insectos comestibles

Según Ramos-Elorduy y colaboradores (2007), los insectos son un grupo animal cuya diversidad es enorme, aunque su alcance total se desconoce.

Mittermeier (1988) sugirió que existen entre 300 a 400 millones de especies insectiles (entre descritas y no descritas), sin embargo, en cuanto a insectos comestibles se refiere el número censado hasta la fecha es de 525 especies para el caso de México (el país donde mayor número de especies se consumen a nivel mundial), las cuales han sido rastreadas mediante estudios de campo, entre diversas etnias del país, de éstas el 83% pertenecen a insectos del ámbito terrestre y sólo el 17% a ecosistemas acuáticos continentales. Asimismo, el 55,79% de ellas se consumen en estado inmaduro (huevos, larvas, pupas, ninfas), y el 44,21% en estado adulto, siendo algunas especies consumidas en todos los estados de desarrollo.

El número total de especies de insectos comestibles registrado en el mundo al año 2007 es de 1681 comprendidos en 14 órdenes (Ramos-Elorduy Y Viejo Montesinos, 2007). De las especies comestibles registradas, el mayor número corresponde de nuevo al orden Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera; Lepidoptera, Hemiptera, Homoptera, Isoptera, Diptera, Odonata, Ephemeroptera, Trichoptera, Megaloptera, Anoplura y Thysanura (Tabla 2) (Ramos-Elorduy Y Viejo Montesinos, 2007).

Tabla 2*Número de especies de insectos comestibles, registradas a nivel mundial hasta el año 2007*

Especies Registradas	Nº
Coleoptera	468
Hymenoptera	351
Orthoptera	267
Lepidoptera	253
Hemiptera	102
Homoptera	78
Isoptera	61
Diptera	34
Odonata	29
Ephemeroptera	19
Trichoptera	10
Megaloptera	5
Anoplura	3
Thysanura	1

El consumo de insectos, tanto en biomasa como en número de especies, va a depender del ecosistema al que se haga referencia, al lugar aludido y a la importancia del hábito entomofágico en dicha zona; pero hay que señalar que existen especies, cuyas fases útiles para el consumo se encuentran a lo largo del año y hay especies que se presentan en una o varias estaciones del año, presentándose oscilaciones según variaciones climáticas.

En general, la gente sólo explota a las poblaciones cuando éstas se encuentran en su óptima situación poblacional, existiendo una secuencia en el consumo de la biodiversidad de especies usadas como alimento, la cual es peculiar en cada localidad (Ramos-Elorduy & Pino, 2001A).

2.3. Marco normativo

Actualmente en Colombia no existe una normativa enfocada a la producción y consumo de insectos (como *Acheta domesticus*), sin embargo, en diciembre de 2015 la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición (SAN), hizo conocer el actual reglamento (UE) 2015/2283 del Parlamento europeo sobre los denominados “nuevos alimentos”, entre los que se encuentran los insectos y artrópodos en general. Este Reglamento tuvo aplicación obligatoria a partir del 1 de enero de 2018 en todos los miembros de la Unión Europea y supone un buen modelo ya sea de prueba para un acercamiento óptimo al planteamiento legal entorno a la producción y consumo de insectos en Colombia.

La Comisión Europea solicitó a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA) la revisión de los riesgos asociados con el consumo de insectos y su producción para alimentación humana y animal.

En el informe emitido por la EFSA se presentan los potenciales riesgos asociados a los insectos “de granja” usados como alimentos y piensos. El informe concluye recomendando que es necesario iniciar investigaciones en aspectos relacionados con el consumo humano, consumo animal, bacterias, virus, parásitos, priones, alérgenos, riesgos químicos, impacto del procesado, así como impacto medioambiental de los sistemas de producción de insectos (Fleta Zaragoza, 2018).

Por otra parte, las resoluciones, decretos y reglamentos con respecto a la producción y manejo de alimentos para consumo humano y aspectos sanitarios, ambientales, de seguridad, entre otros, existentes en Colombia (o internacionales pero aplicables al territorio nacional), son:

Resolución 2674 de 2013

El Ministerio de Salud y Protección Social establece los requisitos sanitarios de cumplimiento en las actividades de fabricación, procesamiento, preparación,

envase, almacenamiento, transporte y distribución de alimentos y materias primas.

Dentro del planteamiento del proyecto se establecen procesos y desarrollos que respeten las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) establecidas en el artículo 5 de dicha resolución, así como lo relacionado a la higiene, fabricación y posibles condiciones de plaga en términos de repercusión ambiental, así como el uso de los residuos sólidos resultantes en el proceso de crianza.

Decreto 4003 de 2004

Por el cual se establece el procedimiento administrativo para la elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos, medidas sanitarias y fitosanitarias en el ámbito agroalimentario, donde decreta prevenir o limitar otros perjuicios en el territorio nacional resultantes de la entrada, radicación o propagación de plagas. Este aspecto es importante, teniendo en cuenta el posible riesgo que puede representar la elevada cantidad de individuos de una colonia de insectos, para así tomar medidas de seguridad y prevención en el desarrollo del sistema.

Además, vela por proteger la vida y la salud de las personas en el territorio nacional de los riesgos resultantes de enfermedades propagadas por animales, vegetales o productos derivados de ellos, o de la entrada, radicación o propagación de plagas y enfermedades

Resolución 683 de 2012

Establece el Reglamento Técnico, mediante el cual se señalan los requisitos sanitarios que deben cumplir los materiales, objetos, envases y equipamientos destinados a entrar en contacto con alimentos y bebidas para consumo humano, con el fin de proteger la salud humana y prevenir las prácticas que puedan inducir a error a los consumidores.

Estipula aspectos de calidad, garantizando que los materiales, objetos, envases y equipamientos se producen y controlan, para asegurar que sean conformes con la reglamentación vigente y con los estándares de calidad para el

uso previsto y no pongan en riesgo la salud humana o causen un cambio en la composición de los alimentos y bebidas o un deterioro de sus características sensoriales.

Además, establece que los materiales y objetos activos no deben ocasionar modificaciones de la composición ni de los caracteres sensoriales de los alimentos que puedan perjudicar a los consumidores, beneficiando así la salud de los individuos contenidos gracias a los materiales usados y sugeridos por la resolución.

Reglamento (UE) 2015/2283 Del Parlamento Europeo Y Del Consejo

Contempla el concepto de “nuevo alimento”, como todo alimento que no haya sido utilizado en una medida importante para el consumo humano en la Unión Europea, antes del 15 de mayo de 1997, con independencia de las fechas de adhesión de los Estados miembros a la Unión y a partir de ello promover una adhesión a las normativas necesarias para garantizar el buen funcionamiento del mercado interior a la vez que se proporciona un elevado nivel de protección de la salud de las personas y de los intereses de los consumidores.

Ley 9 de 1979

Donde se establecen las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana, promoviendo así el cumplimiento de diferentes requerimientos de seguridad. Este aspecto es importante para el cumplimiento de los requerimientos de seguridad establecidos en el presente proyecto.

Estos procedimientos y medidas se deben tener en cuenta también para la regulación, legalización y control de los descargos de los residuos y materias que afecten o puedan afectar las condiciones sanitarias del ambiente.

Constitución Política de Colombia (1991)

Mediante los artículos 44, 64, 65 y 66, presenta la seguridad alimentaria y nutricional como un componente fundamental del desarrollo humano y de la seguridad nacional; así mismo, plantea el derecho fundamental del niño con respecto a una alimentación equilibrada y el deber del estado colombiano, de garantizar la oferta y “especial protección” a la producción de alimentos.

Conpes N° 113 de 2008

Considera indispensable el fortalecimiento, ampliación, y articulación de los sistemas, estructuras y de las fuentes de información oportunas y veraces, a nivel nacional y territorial, a fin de que orienten los procesos de evaluación y la toma de decisiones de todos los actores relacionados con la SAN.

Ley 1355 de 2009 (Ley de Obesidad – Reglamentación de la CISAN)

Artículo 15.

La Comisión Intersectorial de Seguridad Alimentaria y Nutricional (CISAN) creada por el CONPES 113 de 2008 será la máxima autoridad rectora de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en Colombia. La CISAN será la máxima instancia estatal de dirección, coordinación y seguimiento interinstitucional, de articulación de políticas y programas y de seguimiento a los compromisos de cada uno de los actores de la Seguridad Alimentaria y Nutricional.

Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional 2012-2019 – PNSAN

El PNSAN es el conjunto de objetivos, metas, estrategias y acciones propuestos por el Estado Colombiano, en un marco de corresponsabilidad con la sociedad civil, que tiene como objetivos proteger a la población de las contingencias que conllevan a situaciones indeseables y socialmente inadmisibles como el hambre y la alimentación inadecuada; asegurar a la población el acceso a los alimentos en forma oportuna, adecuada y de calidad; y lograr la integración, articulación y coordinación de las diferentes intervenciones

intersectoriales e interinstitucionales; este plan operacionaliza la Política de SAN mediante las estrategias y líneas de acción.

Ley 1753 del 2015

Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un nuevo país: en el capítulo IV Movilidad Social en su objetivo 1, Garantizar los mínimos vitales y avanzar en el fortalecimiento de las capacidades de la población en pobreza extrema para su efectiva inclusión social y productiva (Sistema de Promoción Social), se plantea la estrategia de *“Reducir el hambre y la malnutrición de toda la población colombiana, en especial la más pobre, vulnerable y de grupos étnicos”*; para lo cual, define acciones como: Fortalecer los sistemas de información sobre seguridad alimentaria y nutricional (SAN), como el Observatorio de Seguridad Alimentaria y Nutricional (OSAN).

Resolución 1841 del 2013

Del Ministerio de Salud y de la Protección Social por la cual se adopta el Plan Decenal de Salud Pública-PDSP 2012-2021, el cual es una política pública de Estado, que reconoce la salud como un derecho humano interdependiente y de dimensión central del desarrollo humano, define la actuación articulada entre sectores, y actores públicos y privados para la intervención de los procesos de salud enfermedad, a través del abordaje de los determinantes sociales, con el fin de crear condiciones que garanticen bienestar integral y calidad de vida en Colombia y define las prioridades en salud de los próximos diez años.

Dentro de esta dimensión se contemplan tres componentes, recopilando y agrupando los ejes de la Política SAN: i) Disponibilidad y acceso a los alimentos, ii) Consumo y aprovechamiento biológico, iii) Inocuidad y calidad de los alimentos. Teniendo en cuenta los compromisos adquiridos dentro del Plan Decenal de Salud 2012- 2021, para la Dimensión de SAN se requiere apoyar el análisis y seguimiento semestral de los indicadores del PDSP de la Dimensión de SAN y de los PTS los cuales deben apuntar al cumplimiento de metas, según

las problemáticas y necesidades identificadas dentro del territorio y articulados con los planes de desarrollo vigentes y las políticas de Estado.

Acuerdo Final para la terminación del conflicto y la construcción de una paz estable y duradera, el Gobierno Nacional y las FARC-EP

El Punto 1.3.4 acuerda la creación de un Sistema para la Garantía Progresiva del Derecho a la Alimentación, con fundamento en la obligación de asegurar de manera progresiva el derecho humano a la alimentación sana, nutritiva y culturalmente apropiada. De conformidad con el citado Acuerdo, este sistema tiene como propósitos: erradicar el hambre; fomentar la disponibilidad, el acceso y el consumo de alimentos de calidad nutricional en cantidad suficiente; incrementar de manera progresiva la producción de alimentos y la generación de ingresos; y en general, crear condiciones de bienestar para la población rural.

2.4. Marco contextual

Los casos más conocidos de entomofagia en Colombia son, por un lado, en la región nororiental del país (Santander y Norte de Santander) el consumo de adultos alados de hormigas de la especie *Atta Laevigata* (hormigas culonas) y en la región sur occidente y amazónica, el consumo de larvas de coleópteros, comúnmente llamadas chizas o mojoyoy (Choo, 2008; Granados, Acevedo y Guzmán, 2013). Pero aún no se conocen reportes de entomofagia como alternativa que contribuya a la seguridad alimentaria de asentamientos rurales o urbanos por fuera de los casos antes mencionados.

En el presente marco se contextualiza el proyecto (planteamiento y alternativas resolutivas) en una población objetivo del suroccidente colombiano.

2.4.1. El lugar: Toribío.

Es un municipio ubicado al nor-orienté del departamento colombiano del Cauca. Toribío limita al orienté con el municipio de Páez y el departamento del Tolima, al occidente con el municipio de Caloto, al norte con el municipio de Corinto y al sur con Jambaló (Figura 6). Su cabecera municipal se encuentra a los 02°57'29" de latitud norte y 76°16'17" de longitud oeste, a una altura aproximada de 1700 m.s.n.m. (Plan de desarrollo del municipio de Toribío, 2008).

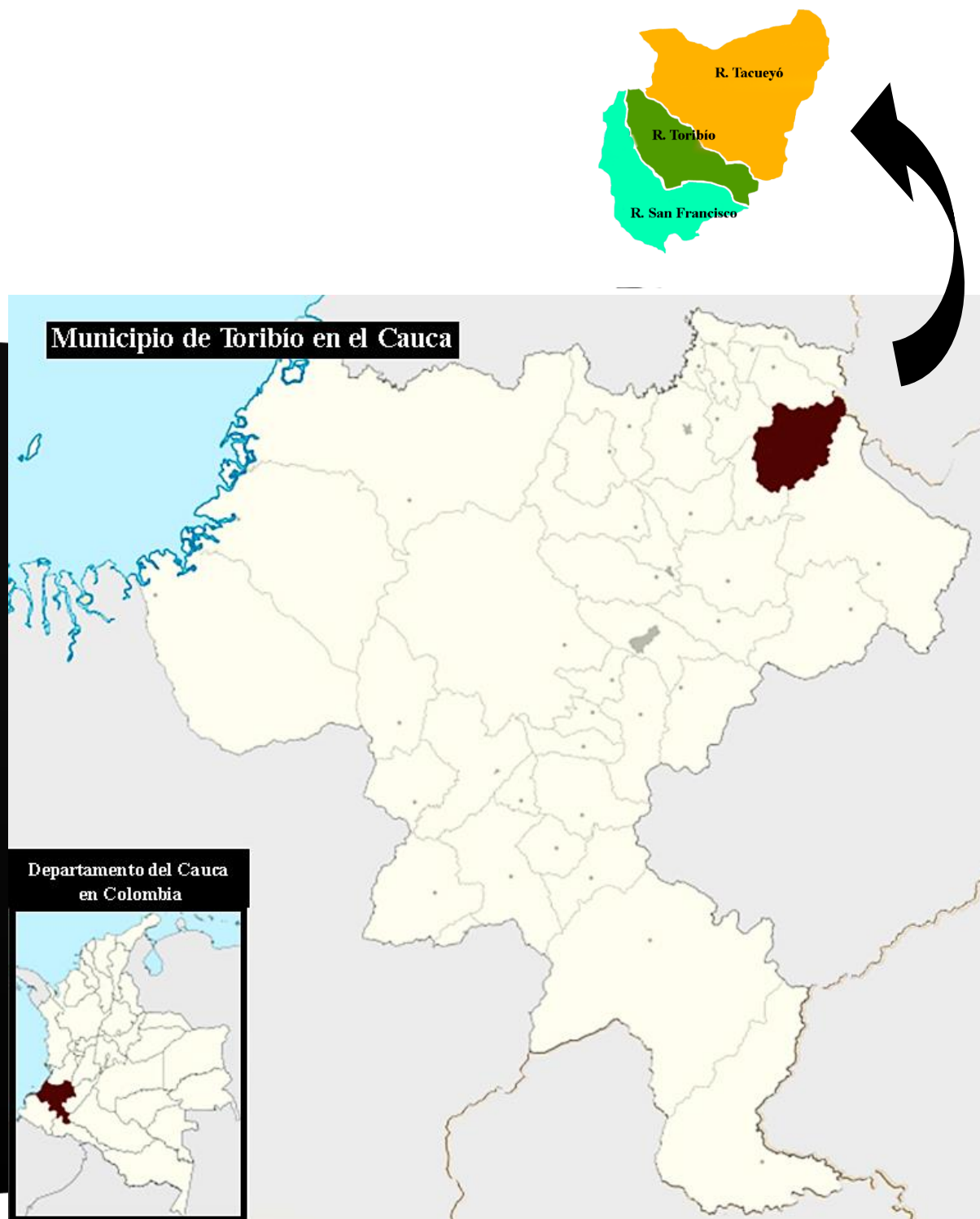


Figura 6: Mapa y ubicación del municipio de Toribío, en el departamento del Cauca (Colombia) y sus tres reservas indígenas: Tacueyó, Toribío y San Francisco

La extensión total del municipio es de 41200 ha que se distribuyen en 57,44 ha de extensión urbana y 41.142,56 ha de extensión rural. El Clima del municipio se considera favorable para el desarrollo de cultivos y actividades ganaderas, presentándose zonas climáticas entre tierra templada fría y páramo (Tabla 2).

Tabla 3

Zonas climáticas en el municipio de Toribío, departamento del Cauca

Clima	Temperatura (°C)	Altitud (m.s.n.m.)	Precipitación promedio (mm/año)
Tierra Templada Húmeda	16 - 20	1300 - 2000	1200 – 2000
Tierra Moderada fría	12 – 16	2000 - 2800	1000 – 2098
Tierra fría Sub húmeda	7 – 12	2800 - 3500	1000 – 2098
Páramo	< 7	>3500	

Nota: Recuperado de Alcaldía municipal Toribio (2008).

El municipio cuenta con 29187 habitantes (Según proyecciones del DANE para el año 2015), de los cuales 27428 habitantes se ubican en las extensiones rurales (94%) y el resto en la cabecera municipal. El 96,2% de sus habitantes son indígenas de la etnia Nasa y el resto población mestiza y afro (Colombia Gobierno Digital, 2018). Además, Toribío está conformado por 66 veredas, dos centros poblados y el casco urbano y en el municipio se sitúan tres resguardos indígenas: Tacueyó, Toribío y San Francisco (Figura 6).

2.4.2. La población Objetivo en Toribío: Etnia Nasa

La problemática del presente proyecto, el caso de estudio y las posteriores alternativas resolutorias (desde el diseño industrial), se enmarcaron en la población indígena del municipio de Toribío: **la etnia Nasa**. Los indígenas de esta comunidad se han considerado un grupo idóneo para el planteamiento del presente proyecto por las razones listadas a continuación.

2.4.2.1. Características demográficas

Como se ha mencionado, la mayoría de habitantes del municipio son de la etnia indígena Nasa y se sitúan en las extensiones rurales del territorio, aspecto que se corresponde con sus principales actividades económicas: un alto porcentaje de familias se dedican a labores pecuarias (90,4%), seguido de labores agrícolas (85,7%) y por último piscicultura (2,5%) (Plan de desarrollo del municipio de Toribío, 2008). Esto permite sugerir, que el acercamiento de los indígenas Nasa con las labores de producción primarias, puede ser favorable para el desarrollo de fuentes de producción de alimentos alternativos como la producción entomofágica.

En cuanto a la distribución etaria, la población es mayoritariamente joven, con más del 65% de pobladores menores de 30 años y con más del 45% menores de 21 años de edad. Las familias del municipio tienen entre 4 y 10 personas y se reportan altos niveles de desnutrición en niños, mujeres embarazadas y adultos mayores (Plan de desarrollo del municipio de Toribío, 2008).

2.4.2.2. Cosmovisión Nasa

Según Fajardo (2016), los indígenas Nasa tienen una estrecha relación con la tierra, con creencias muy arraigadas en torno al cuidado de la naturaleza, los sueños, el pasado y sus ancestros; son líderes natos cuyas decisiones de vida, su economía y filosofía de trabajo dependen de la espiritualidad.

La comunidad Nasa es considerada un referente de resistencia y organización comunitaria, basada en los ‘principios de solidaridad, reciprocidad, dignidad y retribución para un mundo más armónico y equilibrado’. Su lengua es el Nasa Yuwe y cuentan además con sus propias leyes indígenas, prácticas de medicina tradicional y diversas expresiones culturales y ancestrales (Colombia Gobierno Digital, 2018). La entomofagia es una práctica ancestral, que en términos de uso de recursos contribuye a la sostenibilidad y uso adecuado de la tierra; idea relacionada con la percepción Nasa sobre su entorno y medio ambiente.

2.4.2.3. Situación socio-económica

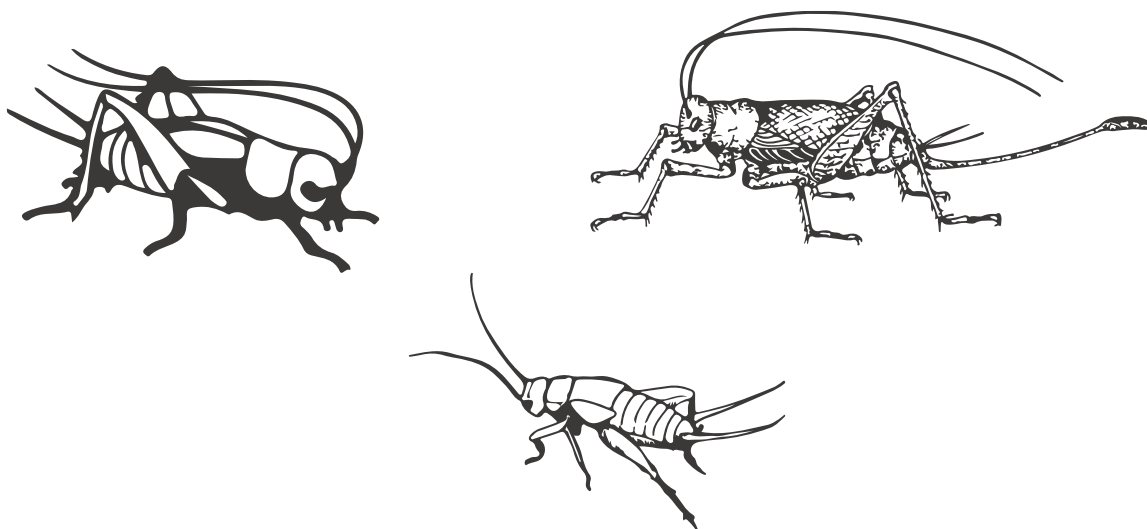
Para la comunidad Nasa, la autonomía alimentaria juega un papel importante pues permite disminuir casos de desnutrición en niños, jóvenes y ancianos; pero, según Fajardo (2016) el municipio de Toribío es uno de los más pobres de la región (y del país) y sus tierras actualmente no son explotadas para el beneficio o sostenimiento de la comunidad. Además, otro flagelo que enfrentan los toribianos, son los episodios de violencia y ataques terroristas por acción de grupos armados desde la década de los ochenta (Otis, 2011), donde guerrillas como las FARC, el ELN y grupos paramilitares (hoy BACRIM), se han disputado este sector del país por conectar el centro con la costa pacífica colombiana (situación que facilita la movilización subversiva y de estupefacientes), además del aprovechamiento de los diversos resguardos indígenas para neutralizar las respuestas de las fuerzas militares colombianas. Las olas de violencia y la presión de dichos grupos han contribuido al desplazamiento forzado de los pobladores de esta zona del Cauca.

La proliferación de cultivos ilícitos en Toribío también es un problema, pues desplaza la diversificación de los productos agrícolas y las actividades de ganadería, contrarrestando los cultivos tradicionales de sus pobladores. Según datos de la alcaldía municipal de Toribío (Colombia Gobierno Digital, 2018), los alimentos que más prevalecen son principalmente café (correspondiente al 63,8% de la tierra cultivada), el plátano, el maíz y la cebolla. La producción es

usada para comercialización y autoconsumo. Cabe mencionar que los productos cultivados (monocultivos generalmente), no logran suplir satisfactoriamente las necesidades nutricionales básicas de los productores, quienes estarían sujetos a la comercialización de su producción para diversificar así su dieta; estos aspectos permiten aclarar por qué este municipio cuenta con uno de los porcentajes más altos de necesidades básicas insatisfechas (99,89%) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE, 2005).

CAPÍTULO 3.

Métodos



3.1. Metodología

La aproximación epistemológica de la investigación será el 'constructivismo', en donde el conocimiento se origina a partir de las construcciones que hacen los sujetos. Esta posición se explica en el hecho de que el actual paradigma de la alimentación humana supone principalmente el consumo de alimentos provenientes de procesos de ganadería y agricultura convencional. Y aunque ya existen y han existido poblaciones y culturas entomófagas, esta práctica supone nuevos conocimientos (sobre producción sostenible, seguridad alimentaria y costumbres) acerca de la forma de alimentación, considerada como la opción nutricional del "futuro".

Este abordaje epistemológico se hace evidente en la necesidad de entender las posibilidades de la entomofagia en nuestro contexto (Colombia), mediante estrategias metodológicas como la etnografía (o aproximaciones de esta). Posteriormente, son necesarios los procesos de desarrollo formal/funcionales acordes con procesos de investigación que incluyan a los entes involucrados: usuarios directos e indirectos y organismos biológicos (artrópodos) y artefacto.

3.2. Esquema de métodos

3.2.1. Conceptualización y revisión bibliográfica

Se ha procedido a realizar una etapa de investigación, análisis y reflexión que permita conceptualizar y contextualizar datos cuantitativos y cualitativos, instrumentos y registros teóricos y articulaciones metodológicas que permitan abordar el problema de la seguridad alimentaria en el territorio colombiano.

3.2.2. Revisión bibliográfica sobre poblaciones vulnerables, modelos de cría de insectos y aplicación de herramientas investigación

Inicialmente se revisaron los fundamentos teóricos que explican las causas de la inseguridad alimentaria, además de los aspectos mejor relacionados con las condiciones de vulnerabilidad en cuanto a nutrición. Esto ha permitido dilucidar teóricamente aspectos de sistemas alimentarios en ciertas poblaciones.

Posteriormente se procede a la selección de una población vulnerable o en la que las condiciones de seguridad alimentaria no son resueltas (blanco investigativo): La comunidad indígena Nasa en el municipio de Toribío (Cauca), en donde se procederá a:

- Categorización de usuarios/poblaciones (Teórica)
- Aplicación de entrevistas encaminadas a: identificar estado de calidad y disponibilidad nutricional, formas actuales de solución, identificación y caracterización de sistemas alimentarios, reconocimiento de las posibilidades de la entomofagia en dicha población.

Otro paso importante fue la aplicación de entrevistas semiestructuradas a expertos relacionados con temas de colonias y criaderos de insectos. Estas indagaciones se realizaron con profesionales y estudiantes del departamento de biología de la Universidad del Valle (sede Meléndez): Colonia de *Hermetia illucens* (mosca soldado), colonia de grillos de campo y cucarachas y colonia de escarabajos derméstidos. Esto permitió el reconocimiento de aspectos técnicos importantes para la cría de organismos biológicos en condiciones controladas.

3.2.3. Proceso de diseño

Con los recursos e insumos etnográficos y contextuales obtenidos, se procedió a definir la escala de operación más adecuada para plantear una solución de diseño.

3.2.3.1. Requerimientos de diseño

Se definen los requerimientos y criterios de diseño para la formulación de una propuesta idónea que permita la producción de alimento de origen entomológico.

3.2.3.2. Etapa de concepción de diseño

Partiendo de los requerimientos y determinantes de diseño, se procede a la elaboración de alternativas de diseño, que son posteriormente analizadas y evaluadas, para seleccionarse la que mejor se ajusta a los valores requeridos (recursos de gestión de ideas).

3.2.3.3. Concepción, etapa de concreción formal y estética y comprobaciones

Se elaboran los recursos de visualización bidimensionales y tridimensionales necesarios, que permitan mostrar y demostrar aspectos formales, funcionales y estéticos y posteriormente permitan procesos de prototipado y/o comprobación.

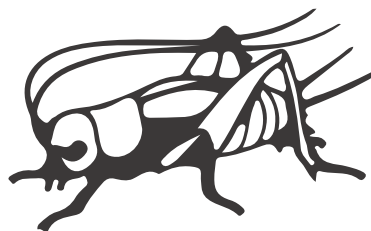
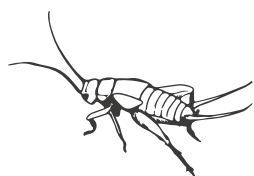
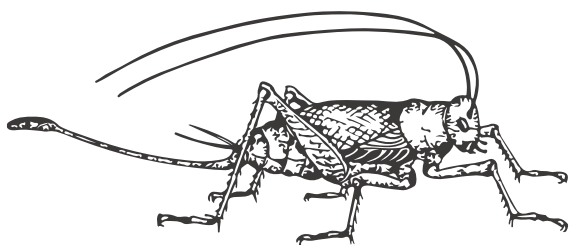
Para esto se utilizarán los programas informáticos necesarios para cada caso (diseño paramétrico en SolidWorks 2016®, edición de mapa de bits en Adobe® Photoshop y edición vectorial en Adobe® Illustrator).

3.2.3.4. Divulgación de la propuesta

Finalmente, se procede a compilar la investigación y la propuesta de diseño, en el presente informe académico.

CAPÍTULO 4.

Revisiones y Trabajo de campo



Previo al proceso de desarrollo de la propuesta de diseño, se realizó la revisión de las posibles soluciones existentes a la problemática planteada (o a casos similares) donde se recurriera a la entomofagia como alternativa. Estas fueron de tipo conceptual (compiladas en el estado del arte), objetuales y artefactos (estado de la técnica) y de documentación presencial (entrevistas), de manera que con la información obtenida se pudieran realizar los listados de requerimientos base de la propuesta de diseño.

4.1. Revisión del estado del arte

Según la Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), las costumbres entomofágicas han estado presentes en la conducta humana desde siempre, siendo más común en ciertas regiones o poblaciones del planeta. Se estima que esta práctica actualmente complementa la alimentación de 2000 millones de personas (Halloran & Vantomme, 2015).

En la actualidad los esfuerzos en la implementación de la entomofagia radican en investigaciones que comparan las ventajas de esta práctica frente al consumo y la producción ganadera y agrícola convencionales en cuanto a aspectos: nutricionales, medioambientales y culturales o etnológicos. En Colombia las investigaciones sobre este tema son aún incipientes, especialmente en el desarrollo de sistemas o artefactos que permitan la cría de insectos bajo condiciones controladas, facilitando su producción y manejo.

En las siguientes matrices (Tablas 3 a 12), se sintetizan algunos documentos relevantes, en los que se aborda la entomofagia desde distintas perspectivas: la visión holística; aspectos de producción de insectos; los insectos y su consumo como producto/servicio; la entomofagia como direccionador de la seguridad alimentaria; la producción de insectos encaminada a solventar problemas medioambientales; aspectos culturales asociados al consumo endémico de insectos; el

análisis de la composición y valor nutricional de los insectos y una revisión de la conducta entomofágica en Colombia.

Tabla 4

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Insectos comestibles, prospectos a futuro para la seguridad alimentaria y nutricional (Van Huis, Itterbeeck, Klunder, Mertens, Halloran, Muir Y Vantomme, 2013)

Título	Edible insects, future prospects for food and feed security
Síntesis	El consumo de insectos se denomina entomofagia y se considera una práctica milenaria en algunos grupos humanos, aunque se volvió un tabú en algunas poblaciones “occidentales”. La cría de insectos ha estado exenta de las innovaciones, investigaciones, adelantos y desarrollo en materia de agricultura (salvo algunas excepciones) y solo recientemente se reconoce su potencial nutricional. Se estima que actualmente, aproximadamente 2 billones de personas practican la entomofagia regularmente, y se conocen cerca de 1900 especies de insectos comestibles, la mayoría en entornos tropicales. La entomofagia es una práctica de alimentación promisorio por: el valor nutritivo de los insectos; las ventajas medioambientales que supone su producción (uso de recursos y emisión de gases); la economía y factores sociales, al contribuir con las condiciones de seguridad alimentaria en poblaciones vulnerables.
Conclusión principal	Los insectos comestibles son una alternativa promisorio de alimentación, resultando más ventajosa que la producción convencional de carne. Empero, aún hay mucho trabajo por desarrollar en torno al tema, para que este sea una solución de seguridad alimentaria o tendencia de alimentación saludable.
Aporte al proyecto	En este libro se evalúa el potencial de los insectos como alimento y se reúne información e investigaciones existentes sobre entomofagia e insectos comestibles. El libro es importante por presentar aportes recientes y completos sobre información disponible desde varios recursos y consultas a expertos en el tema del consumo de insectos a nivel mundial. El libro ofrece una perspectiva holística del tema.

Tabla 5

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Potencial y retos de los insectos como un recurso innovador para la producción de alimentos y nutrientes (Rumpold y Schlüter, 2013)

Título	Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production
Síntesis	Los insectos son un alimento milenario, con altos valores nutritivos en cuanto a grasas, proteína y minerales, cuyo contenido depende de la especie a consumir. Los insectos son una alternativa económica, que puede reemplazar alimentos tradicionales. Esta práctica se lleva a cabo en aproximadamente 113 países en todo el mundo, pero las conductas entomofágicas se han perdido principalmente en los países industrializados. En comparación con el ganado convencional, los insectos (por su ciclo de vida y características biológicas), presentan mayor eficiencia de conversión alimenticia y su crianza resulta más económica y eficiente. Su producción masiva, requiere de investigaciones y/o implementación de tecnologías para automatización y procedimientos de seguridad de alimentos. Además, deben mejorarse aspectos que permitan mayor aceptación por parte de los consumidores.
Conclusión principal	Los insectos son una fuente potencial de alimento y piensos por su perfil nutricional equilibrado. Reúnen los requerimientos de aminoácidos necesarios en la dieta, son altos en ácidos grasos y ricos en micronutrientes y vitaminas. Su uso en cadenas de producción en masa, depende de características tales como la robustez y contenido proteico del animal, además del tiempo para alcanzar su máximo de biomasa. Finalmente, en comparación con el ganado, la cría de insectos resulta ser ambientalmente amigable por la disminución en la emisión de gases, el consumo de agua, energía y requisito de tierra.
Aporte al proyecto	El artículo aborda la entomofagia desde las ventajas productivas y nutricionales de los insectos, describiendo en términos generales el proceso de la entomofagia a partir de: producción en masa facilitada con tecnología, aspectos de seguridad de alimentos, valor nutricional de insectos, insectos como recurso, productos a base de insectos y aspectos medio-ambientales.

Tabla 6

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Creando mercado para una alternativa más sustentable: Negocios sobre entomofagia en Europa (Telfser, 2015)

Título	Creating a market for a more sustainable alternative: entomophagy businesses in Europe
Síntesis	Dado el potencial nutricional y ambiental del consumo de insectos, los cuales pueden contribuir con la seguridad alimentaria, es interesante investigar las posibilidades de la entomofagia como negocio en Europa. Los países europeos son influyentes en cuanto a políticas alimentarias globales, pudiendo incrementar la aceptación de los insectos como recurso alimenticio. Esta tesis, pretende abordar la potencialidad de la entomofagia como negocio, investigando qué acciones y estrategias pueden ser usadas para convencer a los distintos actores de la producción de alimentos, del valor y oportunidad de los insectos como fuente sustentable y nutritiva de alimentación.
Conclusión principal	Los insectos comestibles constituyen una alternativa con enorme potencial, por el valor nutritivo, la ayuda a la seguridad alimentaria y temas de sostenibilidad ambiental. Un obstáculo de la implementación de la entomofagia es la aversión cultural a escala global, por lo que un cambio en el paradigma con enfoque de mercado, puede ser positivo en la implementación global del consumo de insectos.
Aporte al proyecto	Este trabajo es un aporte a la perspectiva de la entomofagia como oportunidad de negocio. Plantea el tema de la entomofagia como producto comercializable, en términos de cadenas productivas, producto final, argumento de la oferta, comunicación y selección de segmento de clientes.

Tabla 7

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: ¿El mundo en una caja? Seguridad alimentaria, insectos comestibles y la contribución a “Un solo mundo, una sola salud”

Titulo	The world in a box? Food security, edible insects, and “One World, one Health” collaboration
Síntesis	Científicos en Holanda, cultivan insectos para enfrentar las preocupaciones en torno a seguridad alimentaria. Su compromiso es con el movimiento “One World, One Health”, que pretende crear un medio seguro y efectivo para solucionar problemas relacionados con cambio climático y la crisis alimentaria global. Los resultados del estudio sugieren que, en comparación con otras fuentes de alimentos, los insectos son potenciales por ser un recurso eficiente nutricionalmente, seguro y de bajo impacto medio-ambiental, además, en sitios con malnutrición endémica, las poblaciones consideran apetecibles a los insectos. Pero, el problema de la implementación de modelos basados en esta práctica, radica en que generalmente los insectos de fácil producción en masa, resultan ser los menos apetecibles para las personas. Lo anterior hace importante que se investiguen sistemas itinerantes para la cría de insectos más apetitosos para las personas y que cuenten con una producción más efectiva.
Conclusión principal	Las preocupaciones por la seguridad alimentaria son reales, y los esfuerzos para implementar la entomofagia como solución deben aumentarse. Pero, el artículo menciona que estos trabajos de implementación se hacen efectivos cuando se consideran los gustos y aceptación de las poblaciones frente a la entomofagia, las políticas de los países y las tendencias de mercado.
Aporte al proyecto	El artículo aporta algunas visiones que dificultan la replicabilidad de modelos de entomofagia, aportando ideas a considerar. Se aclara la importancia del trabajo conjunto que considere varios aspectos para la implementación de dichos modelos.

Tabla 8

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Implicaciones ecológicas potenciales de la entomofagia para grupos de subsistencia humanos en zonas neotropicales (Choo, 2008)

Titulo	Potential ecological implications of human entomophagy by subsistence groups of the Neotropics
Síntesis	Los insectos continúan siendo una fuente de alimento tanto en sociedades industrializadas como en las de subsistencia, predominando en gran medida su consumo en estas últimas mencionadas. Dado esto, la entomofagia ha recibido especial atención desde la antropología y la nutrición. Dentro de las investigaciones están incluidas las posibles repercusiones ambientales con especial atención en la posible destrucción de especies por su consumo. La cantidad de energía necesaria para producir insectos y su valor nutricional incrementa en gran medida la posibilidad de utilizar estos como alternativa de nutrición.
Conclusión principal	Las implicaciones ecológicas potenciales de la entomofagia humana y las actividades de cosecha de insectos por las culturas indígenas históricamente se han pasado por alto. La cosecha de insectos involucra la manipulación del medio ambiente natural o el hábitat de la especie, esto probablemente traería consecuencias ecológicas y ambientales más amplias y merecen una mayor atención de investigación.
Aporte al proyecto	Según el énfasis de la investigación, no se debe descuidar en ningún momento el factor ambiental al momento de extraer insectos de su hábitat, caso que no es analizado en profundidad dentro de comunidades indígenas que practican la entomofagia desde mucho tiempo atrás, por otro lado, el cultivo de insectos de manera controlada evitaría en gran medida la intervención humana en entornos naturales de los especímenes de consumo.

Tabla 9

*Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) en la Amazonía, un insecto en la alimentación tradicional de las comunidades nativas (Sancho, 2012)*

Titulo	<i>Rhynchophorus palmarum</i> (Coleoptera: Curculionidae) en la Amazonía, un insecto en la alimentación tradicional de las comunidades nativas.
Síntesis	Los Indígenas amazónicos practican la entomofagia desde tiempos inmemoriales, develando el valor nutritivo de los insectos, con especial atención a las larvas de <i>Rhynchophorus palmarum</i> (Coleoptera: Curculionidae), se tratan aspectos como su crianza en Asia, África y Latinoamérica. Además, se explora la factibilidad de su cría en cautiverio con fines comerciales y el uso de este insecto como fuente alternativa de nutrientes para la elaboración de productos alimenticios.
Conclusión principal	En muchas áreas de la Amazonía se presentan los insectos como alternativa alimenticia donde, además, la ganadería convencional no puede desarrollarse adecuadamente
Aporte al proyecto	La situación en Colombia se podría contrastar en muchos aspectos de producción alimenticia con la Amazonía, convirtiéndola en un gran ejemplo de aplicación desde la entomofagia. Los insectos pueden considerarse un recurso con gran potencial para ser utilizados en la alimentación, como una fuente rica en nutrientes, especialmente proteínas y lípidos de excelente calidad. La fácil adaptación al medio, la alta tasa de reproducción, la resistencia a enfermedades y la eficiencia en la transformación de material vegetal en proteína animal, convierte a los insectos en una excelente alternativa alimenticia.

Tabla 10

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: La entomofagia en México, algunos aspectos culturales (Viesca-González y Romero-Contreras, 2009)

Titulo	La Entomofagia en México. Algunos aspectos culturales.
Síntesis	Probablemente para muchas personas el hecho de que el hombre consuma insectos (entomofagia, o recientemente antroponentomofagia) es algo extraño y hasta exótico, por decir lo menos; sin embargo, al revisar algunos hechos, se podría concluir que no es algo tan ajeno al género humano. A partir de esto se abordan aspectos culturales del consumo de insectos alimenticios en México y el mundo; particularmente se analiza la entomofagia en la época prehispánica y nuestros días.
Conclusión principal	Aunque los insectos han habitado el planeta por más de 350 millones de años, se han adaptado a las distintas eras geológicas y tienen un potencial reproductivo sin igual, algunas especies se encuentran en peligro de extinción en México por diversas razones, tanto humanas como ambientales, por ejemplo, con el uso de pesticidas. DeFoliart (citado por Arana, 2006:108-109), afirma que la entomofagia puede contribuir a la conservación de la biodiversidad de varias maneras: al estimularse en las zonas rurales la protección de las fuentes tradicionales de alimentos; reducirse la caza ilegal, uso de insecticidas para estimular la caza más eficiente de plagas alimenticias y la contaminación orgánica con el uso de desperdicios agrícolas y forestales para producir comida y piensos que involucren insectos.
Aporte al proyecto	Por si fueran pocas las formas en que se pueden aprovechar, los insectos también se pueden emplear con fines curativos debido a su contenido en ciertos minerales y nutrientes, entre otros compuestos. La práctica entomofágica podría incluso promover la existencia de algunas especies que actualmente se encuentran en peligro de extinción por diversas razones. Los insectos tienen múltiples usos ya sea como alimento humano, animal, medicinal, fuente de recursos económicos, recicladores de desechos orgánicos de basura o desechos de otros animales, filtradores de minerales, medios de conservación de la biodiversidad.

Tabla 11

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México (Ramos-Elorduy y Viejo-Montesino, 2007)

Título	Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México
Síntesis	Los insectos constituyen un recurso alimenticio de considerable importancia en ciertas culturas, ya que son abundantes, relativamente fáciles de recolectar y, sobre todo, muy nutritivos. Se tratan aspectos referentes al valor nutritivo de los insectos, ricos en proteínas, con mención expresa de la calidad de sus aminoácidos constituyentes, y en otros nutrientes, como ácidos grasos insaturados, además, se presta atención sobre el posible problema de aculturación de las poblaciones indígenas y su repercusión en un empeoramiento de su dieta por pérdida del hábito entomofágico al transformarse sus comunidades nativas o al emigrar a las grandes ciudades.
Conclusión principal	Los insectos poseen muchas cualidades nutritivas, por lo que se debe considerar su rol potencial como alimento humano; estas cualidades no son fáciles de igualar por otros grupos animales, entre los que se encuentran los llamados “alimentos convencionales”. Se debe promover y fomentar el uso de los insectos en la alimentación humana, apoyando la persistencia de la entomofagia allá donde esté arraigada
Aporte al proyecto	Dentro del proyecto y bajo el contexto actual, las posibilidades de hacer cultivos a diferentes escalas de las especies idóneas son bastante altas, recordando que lo que algunos países como el nuestro necesitan es procesos que no requieran de una compleja infraestructura y, por lo tanto, de bajo costo, tomando en cuenta las características del ecosistema donde se encuentre cada especie.

Tabla 12

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Revisión de la composición nutricional de insectos comestibles (Nowak, Persijin, Rittenschober, Charrondiere, 2016)

Titulo	Review of food composition data for edible insects
Síntesis	Los insectos comestibles se consideran ricos en proteínas y una variedad de micronutrientes, por lo tanto, se ven como posibles contribuyentes a la seguridad alimentaria. Sin embargo, la estimación de la contribución de los insectos al nutriente consumido es limitada ya que no existen datos en las tablas y bases de datos de composición de alimentos. Por lo tanto, FAO / INFOODS recopila y publica datos analíticos de fuentes primarias con suficiente calidad en la base de datos de composición para la biodiversidad (BioFoodComp).
Conclusión principal	Los datos sobre insectos comestibles se pueden encontrar en la literatura, pero la cantidad de datos sobre estimaciones nutricionales aun no es completa. En comparación con la gran cantidad de especies de insectos consumidas en todo el mundo, solo algunos datos analíticos están disponibles. Pero los contenidos de nutrientes de insectos varían no solo debido a las especies y el desarrollo etapas, pero también debido a la ubicación, la temporada, el contenido de alimento y el intestino.
Aporte al proyecto	Si bien las bases con las cuales se argumenta el consumo de insectos a partir de todos sus beneficios nutricionales son bastante prometedoras, cabe destacar que están incompletas y podría haber muchas más propiedades en aspectos como sus micronutrientes, haciendo incluso más viable el consumo de los mismos. Una estimación más precisa de la ingesta de nutrientes sería útil para investigadores, gobiernos y donantes para promover el uso de insectos como alimentos.

Tabla 13

Matriz de síntesis de proyecto sobre entomofagia: Consumo de insectos para abordar la desnutrición, una encuesta nacional sobre la prevalencia del consumo de insectos entre adultos y vendedores en Laos

(Barenes, Phimmasane, y Rajaonarivo, 2015)

Título	Insect Consumption to Address Undernutrition, a National Survey on the Prevalence of Insect Consumption among Adults and Vendors in Laos
Síntesis	A partir de la premisa de que existe una cantidad limitada de datos sobre la percepción y el consumo de insectos, se realizó una encuesta transversal nacional en la República Democrática Popular Lao (Laos) para evaluar la prevalencia y las características del consumo de insectos en la población adulta, personas y vendedores de insectos.
Conclusión principal	El consumo de insectos sigue siendo popular y bien aceptado a pesar de una tendencia decreciente del consumo en la última década. Su contribución a la dieta se limita a una minoría de consumidores frecuentes. La disponibilidad de insectos varía según la estación y la ubicación geográfica, y el patrón de consumo difiere ligeramente de acuerdo con la etnicidad.
Aporte al proyecto	Dentro del estudio se evidencia que, a pesar de la repulsión, el consumo de insectos ha crecido en los últimos tiempos. El desarrollo de hábitos de cultivo de insectos puede contribuir a la generación de ingresos, aumentar la disponibilidad anual y ayudar a disminuir el impacto en el medio ambiente de la cosecha extensiva.

4.1.1. Análisis del estado del arte

Las ventajas de la entomofagia a nivel social, nutricional y ambiental son abordadas por diferentes autores. Aun así, se considera que instaurar la práctica a nivel mundial todavía requiere del esfuerzo colaborativo de la sociedad, las entidades no gubernamentales y los gobiernos de los países donde se desee implementar esta alternativa.

La “carne” de insectos se considera potencial, dado su perfil nutricional equilibrado, esto, porque reúnen los aminoácidos requeridos en una dieta balanceada (proteína de calidad), son una buena fuente de ácidos grasos, macronutrientes y vitaminas. Además, aunque la idoneidad para la producción en masa de insectos depende de la robustez y del tiempo para alcanzar el máximo de biomasa del animal, en comparación con el ganado, la cría de insectos resulta ser más sustentable en términos ambientales.

Por otro lado, uno de los principales obstáculos de esta práctica es la posible aversión que supone el consumo de insectos (a excepción de las poblaciones con costumbre entomófaga), por lo que algunos autores recomiendan un cambio de paradigma enfocándose en potenciar el mercado de consumo de estos organismos, considerándose los gustos y aceptación de las poblaciones objetivo y las políticas de los países. Otro aspecto importante para la implementación de la entomofagia es que se involucren los “saberes” ancestrales de aquellas poblaciones entomófagas *per se*, de manera que se contribuya a mayores niveles de aceptación, además de mantener la estabilidad ecológica y ambiental al usar este recurso alimenticio.

Por otro lado, la selección de las especies idóneas debe considerar, además de los gustos y las facilidades de cría, la posibilidad de ocurrencia de los insectos según factores como estacionalidad, ubicación geográfica, endemismos y aspectos micro-climáticos que favorezcan el desarrollo exitoso de las colonias en condiciones de cautiverio. Colombia es un país tropical, megadiverso y pluricultural, características que aumentan las posibilidades de desarrollo de iniciativas basadas en la entomofagia a nivel técnico y etnológico.

Finalmente, de la revisión del estado del arte se han realizado las siguientes inferencias puntuales:

- La cría de insectos puede ser destinada no sólo a consumo humano y animal, sino para elaboración de productos cosméticos y medicinales.
- La cría de insectos requiere menor cantidad de recursos para su construcción y mantenimiento en comparación con modelos pecuarios convencionales.
- La “carne” de insecto se considera potencial, dado su perfil nutricional equilibrado.
- Existe posible aversión al consumo de insecto sin procesamiento.
- La cría de insectos resulta ser más sustentable en términos ambientales por el uso de recursos (menos tierra, menos agua).
- Algunos insectos son criados en cautiverio, la facilidad de crianza depende de la especie, de las condiciones medioambientales y del control de aspectos técnicos.
- Se reconoce la entomofagia como alternativa loable en búsqueda de una seguridad alimentaria y combatir la desnutrición, dadas sus múltiples ventajas nutricionales.
- Se reconocen cerca de 1900 especies de insectos comestibles .
- La mayoría de insectos comestibles se desarrollan en entornos tropicales.
- Los insectos además pueden ser considerados un modelo económico, dadas sus diversas posibilidades de aprovechamiento: medicinal, cosmético e industrial, entre otros).
- El consumo de insectos se da en aproximadamente 113 países del mundo.
- En comparación con el ganado convencional, los insectos (por su ciclo de vida y características biológicas), presentan mayor eficiencia de conversión alimenticia y su crianza resulta más económica y eficiente.

- Los insectos reúnen los requerimientos de aminoácidos necesarios en una dieta, son altos en ácidos grasos y ricos en micronutrientes y vitaminas.
- Su uso en cadenas de producción en masa depende de características tales como la robustez y contenido proteico del animal, además del tiempo para alcanzar su máximo de biomasa.
- Es necesario un cambio en el paradigma frente al consumo de insectos (en Colombia).
- La producción de insectos es una opción loable para enfrentar el cambio climático.
- La resistencia a enfermedades y la eficiencia en la transformación de material vegetal en proteína animal, convierte a los insectos en una excelente alternativa alimenticia.
- La agricultura común y el uso de pesticidas ha generado un impacto en el que se ven en peligro de extinción diferentes especies de insectos.
- La práctica entomofágica podría incluso promover la recuperación ecológica o poblacional de algunas especies que actualmente se encuentran en peligro de extinción por diversas razones.
- Se cree que las especies de insectos aptos para consumo humano pueden ser más de las que actualmente se conocen, por lo que se requieren estudios y descripciones nuevas.
- Los contenidos de nutrientes de insectos varían no solo debido a las especies y el desarrollo de sus etapas, también debido a la ubicación, la temporada, el contenido de alimento y su asimilación.
- El desarrollo de tecnología para la cría artificial de insectos potenciaría de manera importante la práctica entomofágica.

4.2. Revisión del estado de la técnica

La seguridad alimentaria es un tema de gran importancia mundial, y las acciones enfocadas en el diseño, concepción, implementación y desarrollo de programas y políticas para garantizarla, son cada vez mayores (especialmente en países con mayor desarrollo industrial) (Hendriks, 2015). La entomofagia, no solo se plantea como una solución a la inseguridad alimentaria, sino como una tendencia que ayuda a la economía y buen uso de los recursos en los sistemas alimentarios.

En cuanto a materialización enfocada en implementar la entomofagia, destacan las investigaciones realizadas en Europa sobre creación de granjas de insectos (Van Huis, et al. 2013); además, se toma como ejemplo la primera granja implementada en Norteamérica en el año 2014 por Jarrod Golding, denominada NextMillennium (Wynne, 2016).

Por último, en Colombia las investigaciones sobre este tema son aún incipientes, especialmente en el desarrollo de concreciones formales y/o funcionales que permitan la cría de insectos bajo condiciones controladas, facilitando su producción y manejo.

A continuación, se desarrolla un análisis en cuanto al estado de la técnica en aspectos formales, funcionales, entre otros (Tablas 13 a 19), los referentes se muestran en las figuras 7 a la 13.

Tabla 14

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: Granja industrial de grillos NextMillennium (Wynne, 2016)

Descripción	La idea desarrollada e implementada en Estados Unidos por los hermanos Goldin, empezó como un criadero de grillos para alimentación de mascotas en tiendas veterinarias. En NextMillennium, son criados cerca de 15 millones de grillos puestos en contenedores blancos, donde se cuidan las condiciones fisiológicas de los animales: cada contenedor recibe agua mediante un sistema de irrigación y tiene condiciones controladas de luz, temperatura y humedad. Los hermanos Goldin, dicen enfocar sus esfuerzos en una producción limpia y ética (en términos de asepsia y condiciones dignas de cría).
Aporte al proyecto	Si bien es un abordaje industrial, los aspectos técnicos a tener en cuenta en NextMillennium son un punto de partida para la idea de criaderos de insectos a menor escala. También es importante, que los hermanos Goldin fundamentan el uso de grillos dadas las facilidades de mantenimiento y cría, en comparación con otros grupos de insectos.
Tecnología y recursos	Sistemas de estanterías en madera, aluminio y cartón; controlándose factores de asepsia.

Tabla 15

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: Cricket Shelter de Terreform-One (Fink-Shapiro, 2016)

Descripción	Es un proyecto enmarcado en soluciones de alimentación para enfrentar desastres naturales y cambio climático, en este caso, usando la entomofagia como recurso. Cricket Shelter, es la propuesta del colectivo de arquitectura urbana TERREFORME ONE, dirigido por el diseñador Mitchell Joachim. La fuente de alimentos planteada son grillos, que son ricos en macronutrientes y requieren pocos recursos hídricos y energéticos para su cría. La estructura no solo funciona como un albergue temporal (techo) ante desastres eventuales, sino también como fuente de recurso alimenticio (criadero).
Aporte al proyecto	Esta propuesta de arquitectura urbana, se enfoca, además del aspecto social (solución alimentaria de emergencia), en mejorar las condiciones de cría de grillos en términos de asepsia: excrementos, exoesqueletos, individuos inmaduros, heces y residuos. El sistema Cricket Shelter, está diseñado para permitir un mantenimiento de las condiciones higiénicas.
Tecnología y recursos	Es una estructura de 144 pies cuadrados, compuesta de 224 módulos interconectados, ubicados dentro de una bóveda de 16 casillas de madera fresadas por CNC. Cada módulo consta de un recipiente de plástico de 5 galones, forrado con un saco de malla de nylon y equipado con una puerta ventilada, una rejilla de sombreado y tubos de movilidad fabricados en PVC y revestidos en malla de nylon, que permiten la interconexión entre módulos. Cuenta con "vainas sexuales", colocadas en el exterior del refugio y que permiten visualizar los procesos de apareamiento. Una vez que los grillos inmaduros o las ninfas son lo suficientemente resistentes y fuertes, pueden saltar libremente a la granja principal a través de los tubos.



Figura 7: Fotos de la granja norteamericana NextMillennium.

Crédito fotos: Wynne (2016).

En: munchies.vice.com



Figura 8: Fotos del proyecto Cricket Shelter, del colectivo Terreform-One (Fink-Shapiro, 2016). Crédito fotos: www.architectmagazine.com

Tabla 16

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: Proyecto de microgranjas de insectos Six-legged livestock (Hanboonsong, Jamjanya y Durst, 2013)

Descripción	Six-legged livestock, es una iniciativa de la FAO, desarrollada por Hanboonsong Y. y sus colegas. Es un manual que ha permitido algunos desarrollos objetuales en Tailandia, con el objetivo de mejorar la disponibilidad de productos alimenticios a base de insectos, además de la utilización de productos derivados de insectos comestibles (i.e. aceites y quitina).
Aporte al proyecto	La propuesta de micro-granjas, es abordada desde la perspectiva social, con las madres cabezas de hogar y los niños como foco principal: se optimiza el tiempo, para que las madres puedan dedicar tiempo a otras labores y se plantean el uso de baja tecnología en el proceso de montaje de las granjas para hacerlo replicable, pero lo más sanitario posible. Es para nuestro proyecto un referente de diseño horizontal (participación del usuario) enfocado en la entomofagia para la subsistencia.
Tecnología y recursos	El desarrollo de micro-granjas de insectos supone la elaboración de contenedores de cría , que pueden ser concretados de distintas maneras: 1. con cilindros de hormigón de 50 a 80 cm de diámetro, en los cuales se pueden producir entre 2 a 4 Kg de grillos. 2. Con bloques de hormigón, rectangulares e interconectados, su tamaño varía según el espacio disponible para la granja, usándose generalmente entre 5 a 100 por granja; cada bloque puede producir entre 25 y 30 Kg de grillos y son adecuados para granjas de mediana y gran escala. 3. Con cajas de madera contrachapada, como un sistema alternativo a los bloques de concreto, pero más económico y con mejor control de condiciones de temperatura, aunque menos séptico. 4. Cajones plásticos; con alrededor de 0.8 x 1.8 x 0.3 metros. Estos cajones son apilados en un estante y puede producir entre 6 a 8 Kg de grillos. Su ventaja es el espacio requerido (es menor que las otras opciones), y su posibilidad de itinerancia. Su desventaja son las altas tasas de mortalidad de grillos, dado el sobrecalentamiento del micro-clima.



Figura 9: Fotos del proyecto:

Microgranjas de insectos Six-legged livestock
(Hanboonsong, Jamjanya y Durst, 2013).

Crédito fotos: Afton Halloran



Tabla 17

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: Granja de moscas FARM 432 (Unger, 2013)

Descripción	FARM-432 es una granja de insectos para uso alimentario (y a escala personal/familiar), diseñada por Katharina Unger. Esta granja doméstica, puede producir 2,4 Kilos de proteína, provenientes de la mosca soldado (<i>Hermetia illucens</i>) (Zolfagharifard, 2013). El artefacto permite la cría de larvas de mosca para ser usadas como alimento; está conformado por un compartimento superior en el que se colocan las larvas iniciales, una cámara de cristal donde vivirán las moscas adultas, una cámara inferior donde se almacenan los sustratos alimenticios de las moscas (agua y residuos orgánicos) y donde las moscas ponen sus huevos. Cuando los huevos eclosionan, convirtiéndose en larvas, trepan instintivamente por una rampa interior que los conduce a un depósito en forma de cajón, en donde el usuario puede recogerlos. Con FARM-432, se obtiene en promedio, medio kilo semanal de proteína de insecto. Partiendo de 1 gramo de huevos de mosca, se obtienen 24 gramos de carne al completarse 432 horas (duración del ciclo).
Aporte al proyecto	Al ser un proyecto a escala doméstica, los datos arrojados dan una idea aproximada en cantidades de producto final, donde la claridad del proceso establece determinantes de diseño imprescindibles para realizar una propuesta objetual loable, además, brinda datos en términos de tiempo, necesarios para establecer ciclos de cría donde se mantenga una producción constante.
Tecnología y recursos	Termoformados, inyección de polímeros y elementos comerciales como mangueras y abrazaderas.



Figura 10: Fotos del proyecto FARM 432 (Unger, 2013). Crédito fotos: <http://www.livinstudio.com/farm432/>

Tabla 18

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: proyecto LIVIN Farms Hive. Unger, Wong, Hinteregger, Kasahara, Chisholm, Cheuk y Tsul (2016)

Descripción	Se trata de una colmena de escritorio familiar donde se puede cultivar 200-500 g de gusanos de harina ricos en proteína. La forma induce a distribuir la granja de manera vertical donde cada piso posee un punto de cría o recolección. Esto reemplaza aproximadamente la misma cantidad de proteína que de otra manera consumiría en 500 g de carne, productos de origen animal u otros alimentos con proteínas. Los gusanos de harina se alimentan de forma sostenible con los restos de vegetales de cocina. En el cilindro de separación, toda la suciedad será filtrada y puede usarse como fertilizante. Las crisálidas filtradas en el cilindro de separación se vuelven a colocar en la parte superior para cerrar el ciclo de vida y para tener una producción continua de alimentos nuevos. El gusano de la harina es la etapa larval del escarabajo de la comida (<i>Tenebrio molitor</i>). Los escarabajos adultos se aparean y ponen huevos de los cuales nacen pequeños gusanos de la harina.
Aporte al proyecto	Un excelente referente de simplificación, donde el proceso de cuidado y mantenimiento requiere un mínimo de esfuerzo y conocimiento, además, se devela una aproximación a lo llamado automatización de procesos, donde cada estación de la colmena realiza un trabajo necesario para la sustentabilidad del ciclo desarrollado por los insectos.
Tecnología	La inyección de polímero es la principal base de desarrollo del objeto, en su interior contiene elementos como mallas en metales inocuos e inoxidable.



Figura 11: Fotos del proyecto *LIVIN Farms Hive* (Unger et al., 2016). Crédito fotos: <https://www.kickstarter.com/projects/1468268424/l-i-v-i-n-hive>

Tabla 19

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: proyecto: ©Aspire Food Group (2016)

Descripción	Su emplea tecnología pionera (incluida la robótica y la recolección de datos automatizada) para los insectos de granja que tienen una calidad de proteína similar a la carne y una huella ambiental más cercana a las plantas. Se usa la "precisión" mediante la implementación de tecnología de sensor patentada en Internet-of-things (IoT) para capturar datos en tiempo real sobre los insectos de hatch-to-batch. Se aplican simulaciones de modelos complejos y enfoques analíticos a los datos para optimizar técnicas y llevar la tecnología agrícola a nuevas alturas. En el proceso de implementar sistemas de cero desechos en toda la granja, se asegura cumplir con rigurosos estándares de sostenibilidad. Se construye de manera autónoma, sistemas de distribución centralizados y ensambles personalizados para cultivar insectos desde el nacimiento, hasta la cosecha. Su tecnología patentada permite una interacción rápida y de alta fidelidad de las técnicas de cultivo. La estandarización resultante del proceso y la modularidad de la granja significa que se pueden construir en cualquier lugar y proporcionar de forma constante rendimiento confiable y de bajo costo.
Aporte al proyecto	La implementación de tecnologías facilita la automatización de procesos y mejora notablemente la calidad del producto final por medio de un riguroso análisis de datos. Esto aumenta el conocimiento acerca del comportamiento de insectos en producción controlada y devela determinantes en pro de un desarrollo sostenible más eficiente.
Tecnología	Tecnología pionera (incluida la robótica y la recolección de datos automatizada), robótica autónoma, sistemas de distribución centralizados y ensambles personalizados.



ASPIRE

— FOOD GROUP —



Figura 12: Fotos del proyecto *Aspire Food Group* (2016).

Crédito fotos: <http://aspirefg.com/tradition.aspx>

Tabla 20

Matriz de análisis de referentes formales sobre entomofagia: proyecto: Coalo Valley Farms, Mermel, Markoe, Haralson, Hamblett, Vasdeboncoeur (2015)

Descripción	Coalo Valley Farms es una empresa de micro granja en el Valle de San Fernando para la producción sustentable y el procesamiento de la proteína premium de Grillo. Coalo Valley Farms atiende a empresas e individuos interesados en comer saludablemente mientras reducen su huella ambiental. Se diferencian de otras granjas de insectos por su sistema de acuaponía interno de vanguardia. Aprovechar la tecnología de acuaponía permite cultivar una dieta completamente orgánica, basada en plantas, para los grillos, minimizando el impacto ambiental y aumentando la transparencia.
Aporte al proyecto	La aplicación de otras tecnologías o procesos como la acuaponía supone la capacidad de tener diferentes tipos de aplicaciones, develando así una horizontalidad interesante al proyecto, integrando otro tipo de cultivos y aprovechando al máximo los recursos necesarios.
Tecnología	Recipientes de aluminio y polímeros, uso de espacios inocuos y adaptación de luz artificial para el correcto desarrollo de plantas criadas bajo el proceso de acuaponía.



Figura 13: Fotos del proyecto
Coalo Valley Farms
Crédito fotos: <http://coalo.farm/>



4.2.1. Análisis del estado de la técnica

En cuanto a materialización y soluciones objetuales dentro de la entomofagia, se pueden encontrar diferentes acercamientos, que pueden tener enfoques sociales y/o industriales (producción en masa). En su mayoría, los abordajes siguen un mismo similar de concreción: un recipiente o contenedor grande que resguarda el sistema de cría, elementos para suministrar agua y comida y soportes para la oviposición (el cual varía dependiendo de la especie).

Por otro lado, desde un punto de vista técnico, se presenta que los grillos de campo (*Acheta domesticus*, por ejemplo), requieren de pocos elementos para poder criarse y subsistir, su mantenimiento es relativamente sencillo y el índice de reproducción es elevado.

Los abordajes a pequeña escala (doméstica), han mostrado resultados prometedores a partir de los referentes funcionales existentes, en ellos se develan características que sobresalen de lo técnico y comienzan a incorporar elementos conceptuales en espacios arquitectónicos.

Se encuentra loable la simplificación de elementos dentro de la materialización de granjas de insectos, así como la posible automatización de procesos que faciliten elementos de mantenimiento, asepsia, alimentación, entre otros.

Si bien los referentes en su mayoría respetan el mismo patrón de concreción en cuanto a la construcción de granjas para insectos, otros por su parte realizan acercamientos más integrales: el uso de Acuaponía para cultivo de vegetales que posteriormente se dan de alimento a los insectos, quienes nuevamente fertilizan la tierra para continuar su ciclo. Otros referentes, incluso incorporan cultivos de peces para aprovechar al máximo el producto de cada ciclo.

Por último, cabe destacar que algunos procesos de cría dependen de ciertas condiciones climáticas, las cuales deben ser tratadas desde la solución objetual, cuando la zona geográfica no presente las condiciones idóneas para el desarrollo y cría de la especie seleccionada.

A continuación, se listan las inferencias puntuales luego de revisar y analizar el estado de la técnica:

- La selección de insectos para consumo humano debe considerar aspectos de cría, estacionalidad y otros aspectos biológicos asociados al desarrollo de la especie en cuestión.
- La cría de insectos para consumo humano puede darse a distintas escalas, dependiendo del manejo y las necesidades a suplir: familiar/individual, para aprovechamientos que requieren espacios menores a un metro cuadrado; e industriales, para instalaciones que requieren un espacio mayor.
- Los elementos básicos para la cría de insectos incluyen: recipientes/instalaciones para alojar y proteger los individuos, sistemas o elementos para la hidratación de los animales, recipientes o espacios para la ubicación de alimento y sistemas para los procesos de apareamiento y/o oviposición de los adultos.
- Los insectos comúnmente criados en la actualidad (ortópteros, coleópteros y dípteros), requieren de procesos sencillos para su mantenimiento, además cuentan con índices de reproducción elevados.
- Los ortópteros de la especie *Acheta domesticus* y del género *Gryllus*, son los más usados para colonias destinadas al consumo humano, por sus facilidades de mantenimiento y cría en comparación con otros grupos de insectos.
- Es importante que los criaderos de insectos sean sencillos (en cuanto a cantidad de elementos del sistema), facilitándose así procesos de mantenimiento, asepsia y alimentación.
- La sencillez en las tecnologías usadas en los sistemas de cría y la facilidad de reproducir ciertas especies aptas para consumo humano, permite procesos de diseño horizontal, donde los recursos objetuales

para la instalación de las colonias pueden provenir directamente de los usuarios finales.

- La automatización de los criaderos permite menos intervención antrópica durante el proceso de cría, lo cual es deseable, pues puede mejorar el crecimiento y viabilidad de las colonias, además de disminuir los riesgos por mala manipulación de las mismas.
- Las condiciones micro climáticas del sistema objetual para la cría de insectos deben mantenerse controladas de manera que se repliquen lo mejor posible las características ambientales típicas del hábitat de la especie a producir.
- La mayoría de insectos usados para consumo humano, son especies euritópicas o cosmopolitas, es decir, con un amplio intervalo óptimo de tolerancia a condiciones medio-ambientales; esto facilita las condiciones de replicabilidad del microclima en el sistema de cría.
- Es importante conocer la biología de la especie a criar para garantizar el éxito de la colonia: principalmente conocer aspectos de alimentación, temperatura, humedad relativa y conducta reproductiva idóneas de la especie.

4.3. Aplicación de Entrevistas

Las entrevistas que se realizaron a dos grupos distintos: por un lado, expertos en el manejo de colonias/criaderos de insectos en ámbitos académicos e investigativos y por el otro, a una vocera de la comunidad Nasa en el municipio de Toribío (psicóloga del lugar), permitieron establecer los parámetros técnicos idóneos además de la pertinencia funcional y de usabilidad de la propuesta a desarrollar.

En los ANEXOS 1, 2 y 3 se muestran las descripciones y referencias dadas por profesionales encargados de colonias de insectos del departamento de biología de la Universidad del Valle, a quienes se les preguntaron los aspectos más relevantes acerca de las condiciones, variables y aspectos a tener en cuenta para el mantenimiento y cría de insectos en condiciones controladas (cautiverio).

Entre los aspectos abordados con los expertos se mencionan características biológicas de los insectos, como dieta, reproducción, microclimas idóneos y particularidades etológicas de cada especie; también riesgos bióticos y abióticos que pueden amenazar los criaderos, además de los aspectos técnicos, requerimientos objetuales, de higiene, mantenimiento y procesamiento.

Por su parte, en el ANEXO 4, se incluye el formato de entrevista, que se realizó a la psicóloga social de la comunidad Nasa de Toribío. Los análisis de ambos abordajes se muestran a continuación.

4.3.1. Análisis e inferencias de entrevistas a expertos en colonias y criaderos de insectos

Desde la experiencia de docentes y especialistas, se devela el potencial de los insectos, no solo como solución loable de seguridad alimentaria, sino además como herramientas de compostaje, reductores de desechos y bacterias,

facilitadores de investigaciones en ciertos campos científicos, entre otros campos aplicados.

La cría en condiciones mínimas de cuidado y mantenimiento es posible para algunas especies, mientras que otras requieren de mayor grado de conocimiento y atención para lograr la perdurabilidad de la colonia.

La viabilidad del consumo de insectos se resalta no sólo por sus características nutricionales, sino también por el impacto que tiene en términos ambientales y uso de recursos, definiéndose esto para algunos autores como **el futuro de la alimentación**.

El procesamiento de insectos se realiza comúnmente para la alimentación de otras especies, mientras que las destinadas a consumo humano requieren de una dieta más específica o controlada para evitar transmisión de patógenos o enfermedades. De preferencia se usan insectos fitófagos.

Por último, se evidencian estudios y casos de empresas que hoy día procesan piensos y proteínas obtenidas de insectos, así como restaurantes que preparan platillos de alto nivel para su consumo.

A continuación, se listan las inferencias puntuales acerca del establecimiento, desarrollo y mantenimiento de colonias de insectos.

- Los insectos destinados a consumo humano deben ser preferiblemente Fitófagos (alimento a base de plantas o material vegetal).
- Los insectos pueden utilizarse como reductores de desechos, productores de compostaje y alimentación de otras especies.
- Es importante el control de la endogamia en colonias artificiales.
- Las etapas o instares de los insectos de una colonia deben separarse en ocasiones, dado que algunas especies pueden tener conductas caníbales (usualmente adultos predando juveniles).
- Las colonias deben mantenerse asépticas para evitar la proliferación de hongos u agentes patógenos y microbianos que conlleven a la destrucción de las mismas.

- Los procesos de cuidado pueden ser automatizados en cierto nivel, pero se requiere de atención humana constante.
- Generalmente, la producción de insectos a escala industrial, no da a cada insecto el espacio óptimo por individuo, hacinándolos con el fin de aumentar el tamaño de la producción.
- El desarrollo de colonias de insectos requiere que se sigan especificaciones puntuales según la etología de los animales, materialidad de sustratos, ángulos y formas para accesos, entre otros, que permitan simular lo mejor posible sus condiciones de vida y hábitats naturales.
- Es importante garantizar la protección de la colonia frente a depredadores: barreras físicas contra parasitoides, mamíferos, aves, artrópodos, etc.
- Se debe evitar el uso de insectos necrófagos (que se alimentan de cadáveres animales) como alimento humano.

4.3.2. Análisis de entrevistas a psicóloga de la comunidad Nasa en el municipio de Toribío (Cauca)

En Toribío más del 90% de la población se reconoce cómo indígena Nasa, se hablaría entonces de familias indígenas, para ellos no es lo mismo que campesinos. Las familias más extensas pueden estar conformadas hasta por 10 personas, pero no son la mayoría. Quizá podría hablarse de 5 o 6 personas por núcleo familiar.

Los crecientes cultivos de uso ilícito han afectado la producción agrícola. Sin embargo, hay desde café hasta hortalizas. Papa, yuca, plátano, café, gulupa, maíz, frijol, etc.

Respecto a la producción pecuaria tienen ganado común, ovejos, gallinas y curíes. Solo la cabecera municipal está estratificada, se estima que el mayor

porcentaje de las familias tienen acceso a servicio de energía y agua de acueductos comunitarios y pozos sépticos. Muy pocos tienen alcantarillado y agua potable.

Con respecto al comercio hay varias tiendas, algunas grandes y comunitarias. Se encuentran empresas propias de transformación de alimentos, lácteos, café y jugos. La autonomía alimentaria se puede denotar en riesgo, dado los conflictos latentes en torno a los cultivos ilícitos.

Hay viviendas de material (construcción común) y en las zonas más dispersas vivienda tradicional indígena, son casas pequeñas, es muy común que padres e hijos compartan habitación e incluso cama, durante la infancia.

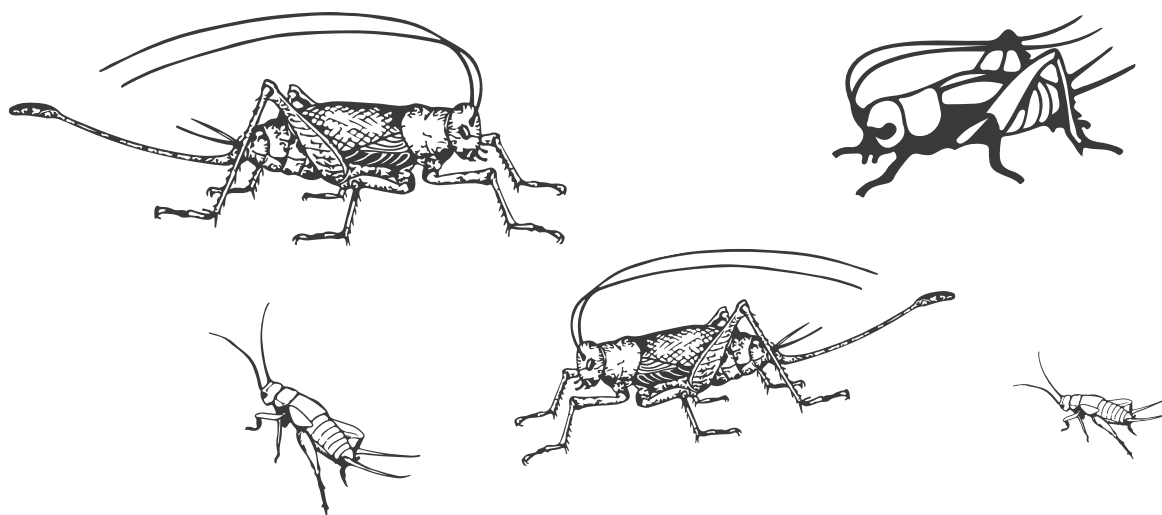
4.4. Requerimientos de diseño

Luego de depurarse las inferencias y conclusiones obtenidas con las revisiones del estado del arte, estado de la técnica y las entrevistas, se interpretaron estas en forma de determinantes de diseño para el desarrollo de la propuesta de diseño. En el ANEXO 5 se muestran las conclusiones y los respectivos determinantes interpretados. Estos permitieron marcar las directrices de diseño de la propuesta final que se describe en el capítulo a continuación.

CAPÍTULO 5.

KRIWE,

la propuesta



5.1 Descripción conceptual de la propuesta

KRIWE se propone como un sistema que permite a familias campesinas y/o indígenas colombianas en condición de vulnerabilidad alimentaria o inseguridad alimentaria, la cría controlada de **grillos** aptos para consumo humano. Este sistema se plantea como una alternativa que contribuye a la seguridad alimentaria de una forma sencilla (en cuanto a número de procesos e interacciones de los usuarios con el sistema), segura (que no represente riesgos para las familias y/o el medio ambiente) y sostenible (que permita la obtención de alimento de manera perdurable en el tiempo).

Pero, ¿por qué grillos?

KRIWE es un sistema que permite la cría de grillos de campo de los géneros *Acheta* y *Gryllus* (i.e. la especie *A. domesticus*), convenientes por características como: Alto valor nutricional, puesto que presentan buen contenido de proteína asimilable (60-70%); son individuos de amplia distribución (cosmopolitas) y buena respuesta a cría en cautiverio. El cuidado de las especies de dichos géneros es factible y relativamente sencillo por los rangos manejables de temperatura adecuada (similar a la temperatura promedio en Colombia), el espacio mínimo por individuo requerido y por su tasa de conversión de biomasa (Van Huis, 2013; Iannacone y Apolo-Arévalo, 2015).

5.2. Descripción del organismo biológico de la propuesta: Grillos de campo

Aunque como se menciona el sistema KRIWE funciona con grillos de campo de los géneros *Gryllus* y *Acheta* (con especies biológicamente similares), se presentan a continuación las características biológicas generales del grillo común *Acheta domesticus*, de mayor tamaño que los otros grillos de campo encontrados en la región según Posso (Posso, C. E., comunicación personal, septiembre de 2018).

Los grillos del género *Acheta* son originarios de Asia, pero se han distribuido mundialmente por acción antrópica. Estos insectos miden en promedio 2 cm de longitud, presentan un cuerpo de color marrón claro, son de hábito nocturno y crepuscular. Los grillos de campo, como los del género *Acheta* (Figura 14), presentan dimorfismo sexual, distinguiéndose la hembra por presentar un tubo ovipositor en la parte distal de su porción abdominal. Los machos adultos presentan órganos estriduladores en sus alas, con los cuales emiten un sonido característico para atraer a las hembras de su especie (durante el proceso de apareamiento) (Bradley & Gibson, 1998).



Figura 14: Dimorfismo sexual de *Acheta domesticus*. Macho (izquierda) y Hembra (derecha). Créditos foto: Smiley (2015), en: www.flickr.com

El rango de temperatura para el crecimiento (y eclosión de huevos) de *A. domesticus* es de 20-30 °C. Cada hembra puede depositar entre 30-100 huevos, para lo cual requiere un sustrato suave y húmedo. El ciclo de vida de la especie mencionada dura entre dos a tres meses (Figura 15): los huevos tardarán en eclosionar entre ocho a veinte días; las ninfas alcanzan la madurez luego de siete mudas, proceso que toma aproximadamente dos meses. Como adultos, los grillos pueden vivir durante dos a tres meses (Blanco & Giraldo, 2016).

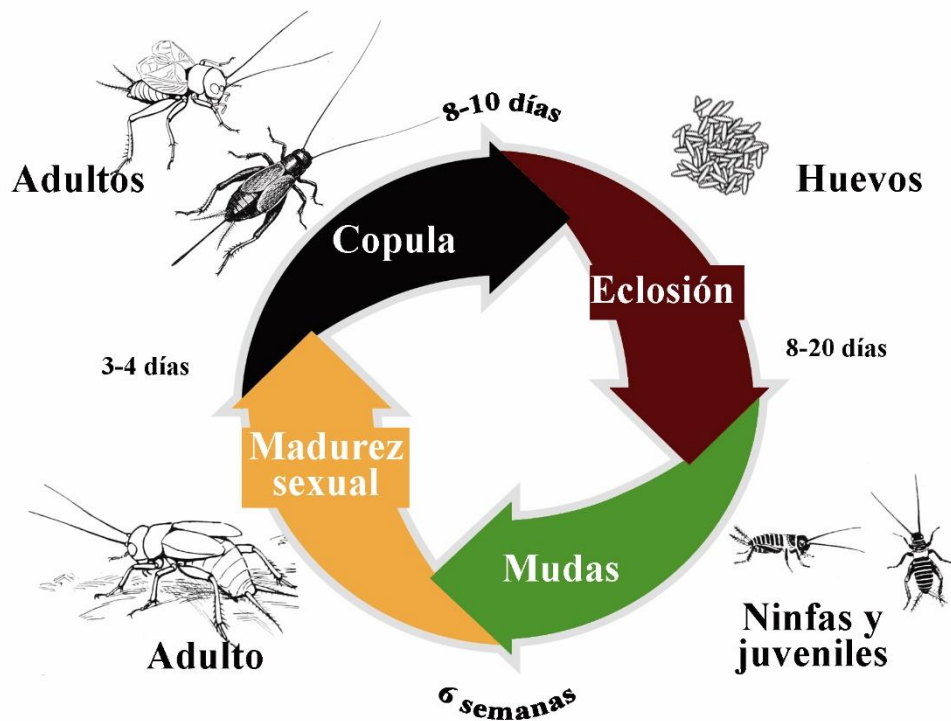


Figura 15: Ciclo de vida del grillo de campo *Acheta domesticus*

5.3. Descripción general de KRIWE

KRIWE es un sistema objetual que se plantea como una alternativa de “pancoger”, para garantizar la ración proteica básica diaria (ayudando además al aporte de otros macronutrientes) de poblaciones en situación de inseguridad alimentaria o de aquellas que requieran un apoyo adicional a sus actividades habituales de cultivo y cría de animales.

El sistema, permite utilizar la entomofagia como alternativa de alimentación al permitir la cría de ortópteros de las especies *Gryllus spp.* y *Acheta domesticus*, conocidos comúnmente como grillos de campo. KRIWE está conformado por tres subsistemas, necesarios para la separación de los principales estadios de desarrollo de los grillos: adultos/reproductores, juveniles o imagos y huevos/ninfas (Figura 15).

¿Y por qué separar los estadios de desarrollo de los grillos de campo?

Los grillos de campo pueden presentar comportamiento canibalista el cual puede ser potenciado por condiciones de hacinamiento (espacio por individuo reducido) o ante insuficiencia de alimentos. Usualmente los individuos adultos pueden alimentarse de huevos, ninfas y grillos más pequeños (ínstares juveniles), por lo cual es importante el uso de barreras físicas que permitan su separación al ser criados en cautiverio (Posso, C. E., comunicación personal, septiembre de 2018), garantizándose así el mantenimiento de la colonia.

5.3.1. Concepto de diseño

Para el desarrollo de KRIWE, se ha recurrido al concepto de ‘LO ANCESTRAL’, que según la Real Academia Española se define como aquello que guarda relación con antepasados remotos (sentimiento ancestral) o que tiene un carácter tradicional u origen antiguo (en cuanto tradiciones y costumbres).

Pero un abordaje, más acorde con el presente desarrollo, tiene que ver con el acercamiento a lo que se denomina “saberes ancestrales o tradicionales”, entendiéndose estos como las formas de flujo y gestión del conocimiento relacionadas con los antepasados de un territorio, particularmente de pueblos y/o nacionalidades indígenas (González-Acosta, 2015).

El concepto de ‘lo ancestral’ sustenta el planteamiento de KRIWE desde varias perspectivas: primero, la correspondencia con el usuario planteado, pues, aunque se pretende que el sistema diseñado sea replicable en distintos contextos, las entrevistas que permitieron el entendimiento de las necesidades puntuales para desarrollar el sistema, se realizaron en una población indígena del sector sur occidental de Colombia. Según Ingold (2000), la relación entre las poblaciones indígenas y la ancestralidad es estrecha, dado que son los descendientes de aquellos que habitaron una región determinada antes que culturas u orígenes étnicos distintos (foráneos) arribaran para alterar sus costumbres. Segundo, el fin del sistema es en últimas la producción sostenible de carne de insecto para suplir las necesidades básicas de dichas poblaciones. Según esto, KRIWE representa además un puente para impulsar la entomofagia como una costumbre alimenticia ancestral (que aún persiste en algunas poblaciones del país). Por último, KRIWE permite que la entomofagia, que es una alternativa de alimento que ayuda con problemáticas sociales y de seguridad alimentaria y nutricional, se use como opción de producción menos perjudicial para el medio ambiente (comparado con la producción ganadera convencional), reforzando la idea de ‘saberes ancestrales’ como medio para relacionar el correcto uso de la tierra y los recursos con las formas de subsistencia de las poblaciones humanas (González-Acosta, 2015).

5.3.2. KRIWE, imagen de marca

El nombre **KRIWE**, proviene de la fusión del vocablo Nasa Yuwe *kiwe*, que significa tierra y la onomatopeya alusiva al canto de los grillos “crí”, que

también corresponde a las primeras letras del nombre de los grillos de campo en inglés: *cricket*.

La imagen de marca (Figura 16) corresponde a un isologo sobre un fondo rectangular como entidad limitante. Sus formas aluden directamente a la vista dorsal de un grillo, aunque la disposición de sus patas saltadoras pretende representar las zonas montañosas y rurales típicas del paisaje caucano donde se ubican las reservas de Toribio.



Figura 16: Isologo del proyecto/marca KRIWE (2019)

Crédito fotos: Autores.

5.4. Configuración y componentes de KRIWE

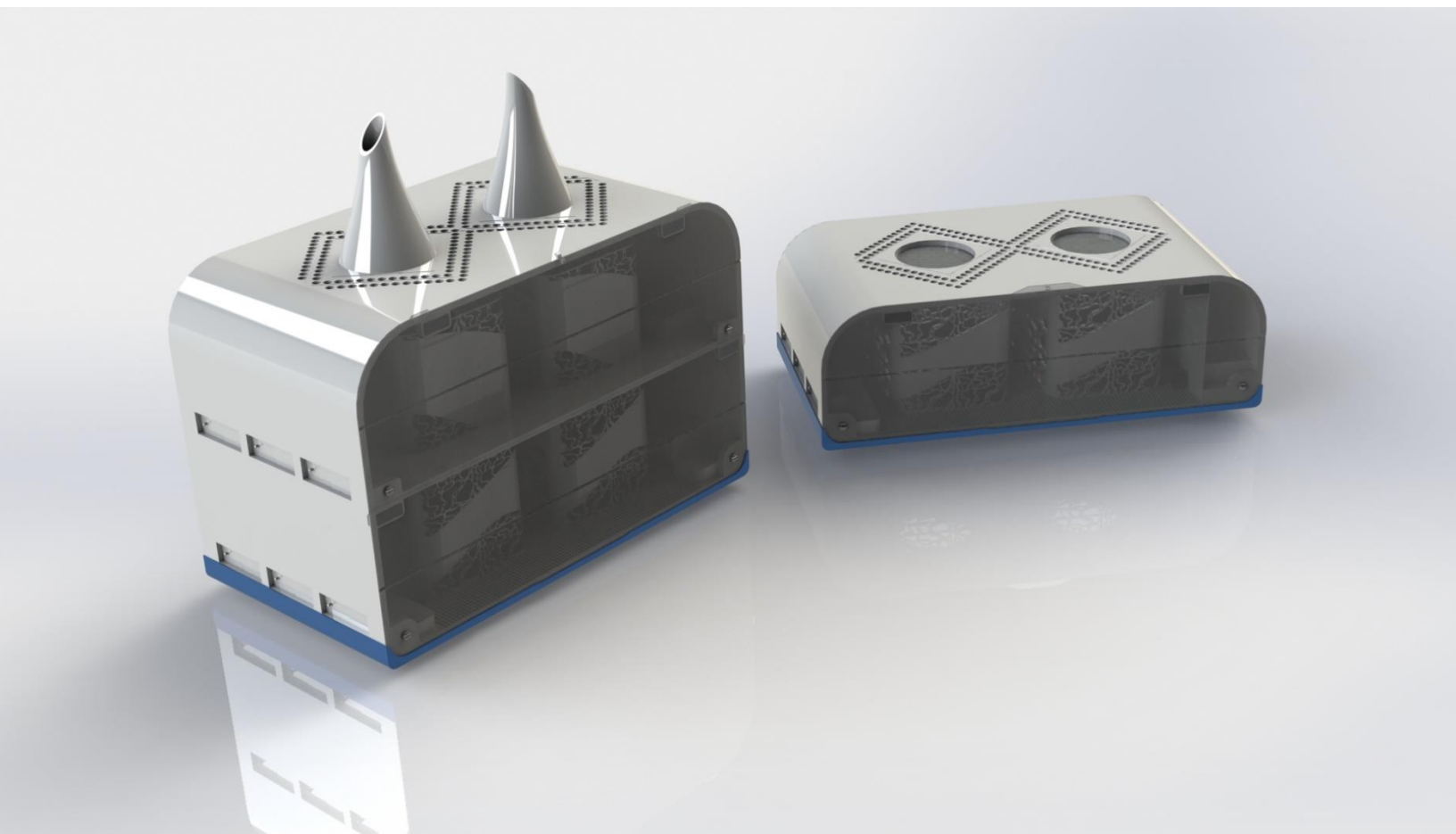


Figura 17: Render módulos proyecto KRIWE (2019)

Crédito fotos: Autores.

5.4.1. Módulo 1: Adultos

De manera modular se configuran entre sí para brindar las condiciones óptimas de desarrollo según su etapa de vida. El módulo principal (adultos/productores) posee todos los elementos necesarios para la contención de grillos (*Acheta domestica*) en ínstar adulto, donde se provee de comederos,

bebederos, sistemas de ovoposición, refugios y recolectores, los cuales a su vez y gracias a su concreción cilíndrica, determinan el volumen exacto de individuos para una ración personal de consumo. En la vista explosionada del módulo (figura 18) se pueden apreciar todos los elementos antes mencionados distribuidos en el espacio.

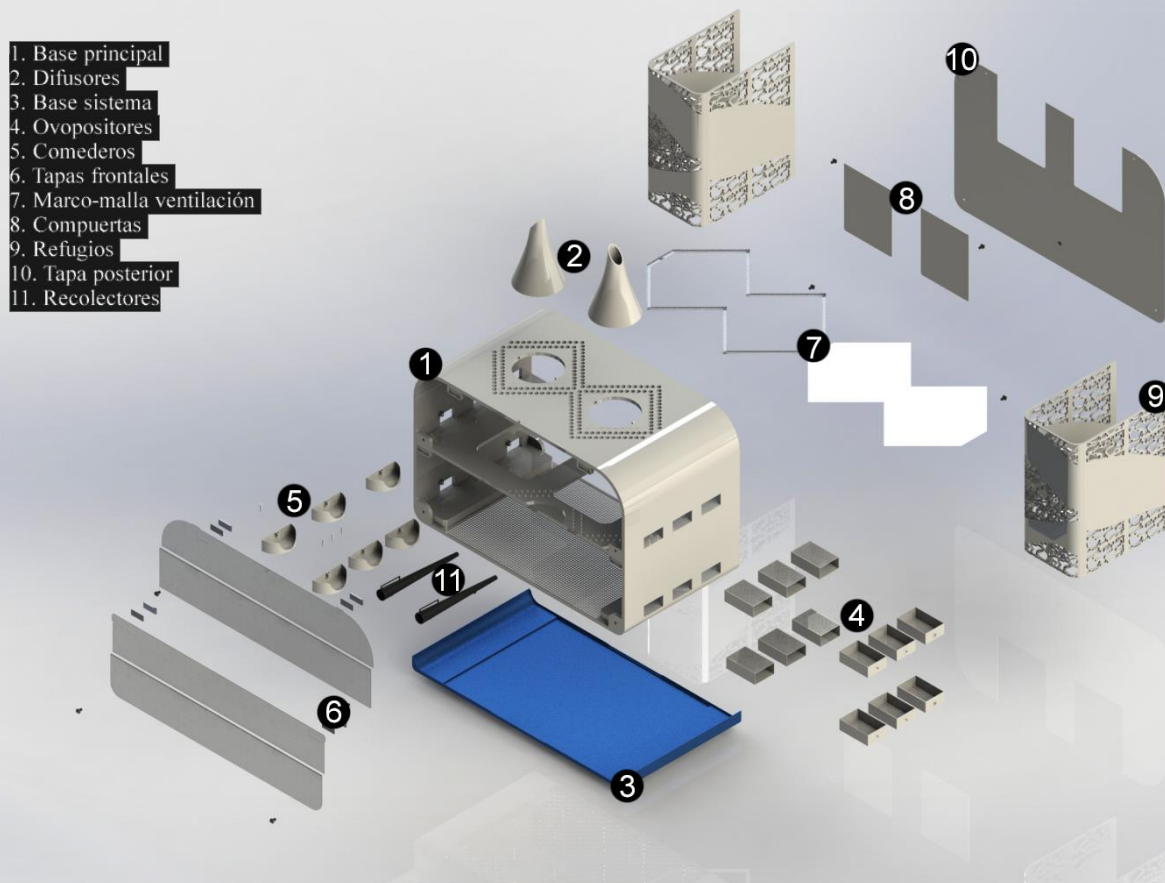


Figura 18: Render vista explosionada, módulo para adultos (2019).

Crédito foto: Autores

Forma: desde su desarrollo se aprovecha el espacio vertical para aumentar la cantidad de individuos en un espacio reducido (sin generar hacinamiento) a través de elementos simples y minimalistas, reduciendo la cantidad de piezas necesarias para su producción y ensamble logrando así que su instalación en el hogar sea más sencilla y requiera del menor espacio posible, teniendo presente aspectos de mantenimiento y limpieza, además de automatizar ciertos procesos que permiten evitar al máximo el contacto con los individuos en su proceso de desarrollo.

Esto se logra por medio de un marco principal con unas medidas aproximadas de 110x60x70 cms (largo-ancho-alto) (ver figura 19), donde se realizan las principales intervenciones a la hora de incluir mecanismos o realizar caladuras y perforaciones necesarias en su estructura, posee dos accesos (posterior y frontal) que permiten la interacción necesaria, hasta la interconexión entre módulos dependiendo del ínstar en que se encuentre el insecto. En su interior se realiza una división a los 35 cm de altura (aprovechamiento vertical), cada piso está dotado de una división acrílica unida por un siliconado central que permite la apertura de la misma. La tapa posterior se fija a la estructura principal y posee dos accesos que dan directamente a los refugios para facilitar su mantenimiento.

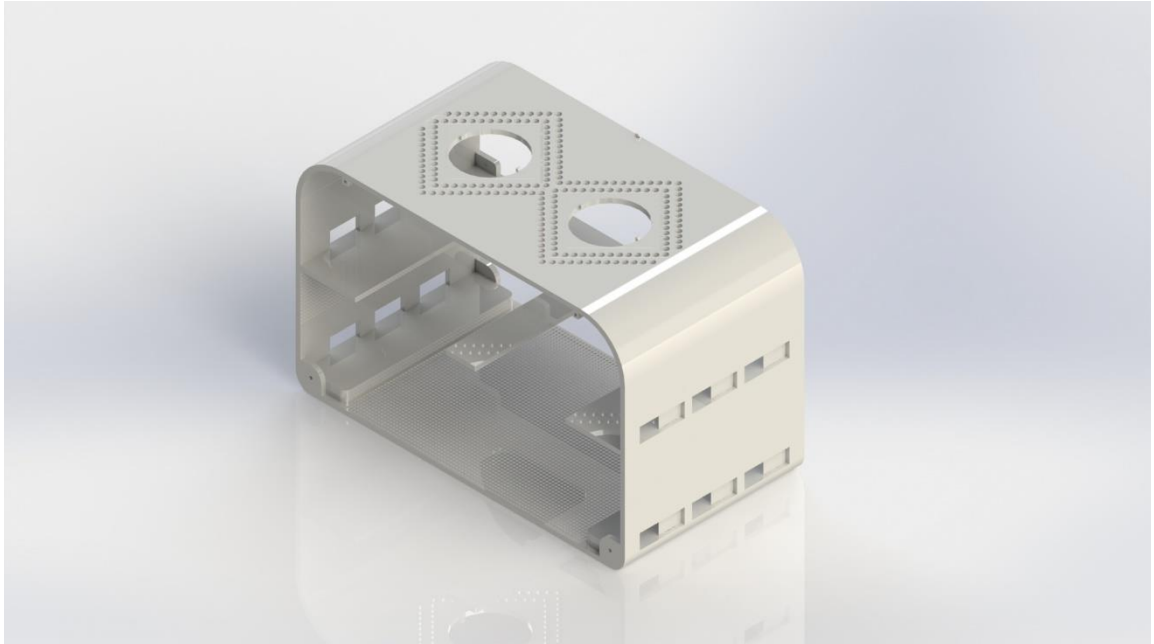


Figura 19: Render Marco Base, Módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

Los pisos se conectan por medio de dos torres verticales que funcionan además como refugios principales (ver figura 20), donde acceden los grillos y se desplazan entre secciones, asegurando el mayor aprovechamiento espacial, a su vez, cada piso está dotado de todos los accesorios necesarios para el desarrollo y crecimiento normal de la colonia. Estos refugios fueron prototipados en cartón y a escala 1:2, comprobándose que efectivamente los grillos se desplazaban por estos espacios y se distribuían por todo el módulo (distintos pisos) (Anexo 6).

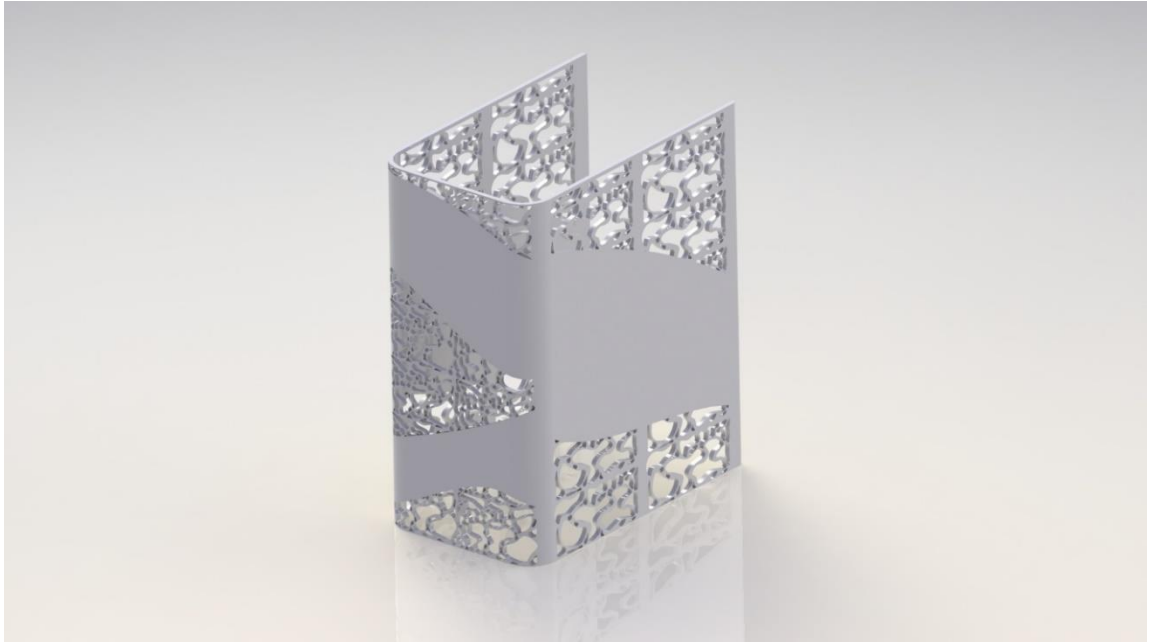


Figura 20: Render Refugio, módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

En la parte superior del módulo de adultos, se ubican dos conos que funcionan como difusores acústicos, sistema de ventilación y trampa para la captura de nuevos individuos que eviten posibles episodios de endogamia (ver figura 21). Alrededor de estos se realizan caladuras para mejorar el ingreso de aire en el sistema.

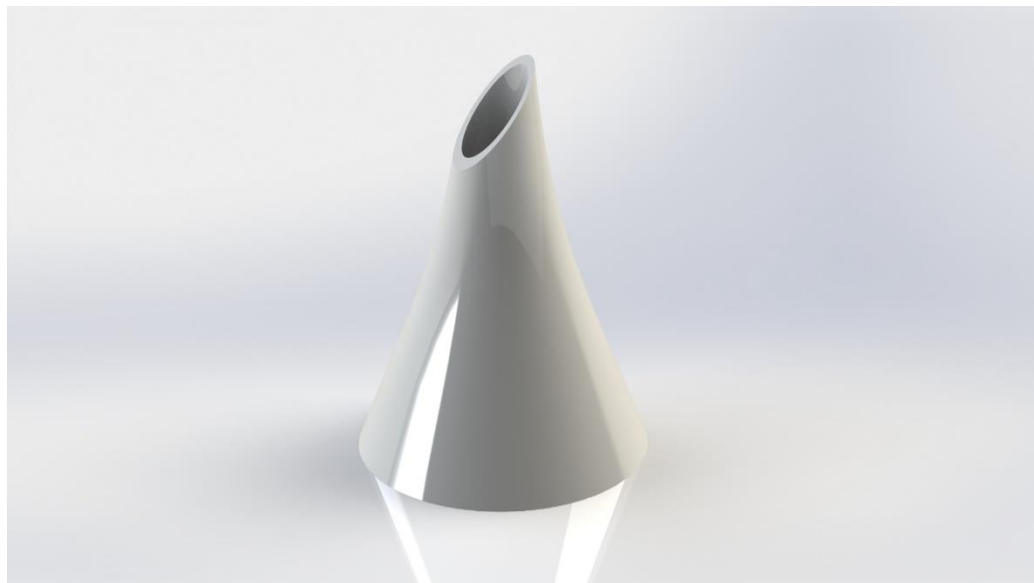


Figura 21: Render Difusor, módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

Materiales: la selección de materiales se realiza a través de estrictos requerimientos establecidos dado que las condiciones internas del sistema se deben controlar al máximo. A partir de esto, para la estructura principal y accesorios, se elige un polímero HDPE (por sus siglas en inglés, High Density Polyethylene) dadas sus características de resistencia, costos y posibilidades de producción, además, la reducida porosidad superficial, permite controlar aspectos de asepsia facilitando el mantenimiento y evitando la proliferación de bacterias y agentes parasitoides que puedan poner en riesgo la salud de la colonia, por otra parte éste material presenta propiedades que facilitan el Reciclaje Mecánico y Térmico.

Para las tapas principales se utiliza una lámina de acrílico llamada Humo por sus propiedades y características como alta resistencia a la intemperie, su resistencia hasta seis veces más alta que el vidrio, costo y peso, el cual es hasta en un 50% menor que el vidrio, además, su superficie opaca evita el ingreso de

luz teniendo en cuenta que los insectos seleccionados presentan características foto-sensibles.

Las caladuras del sistema están cubiertas por una fina malla en fibra de vidrio o angeo (ver figura 22), evitando la fuga de individuos o el ingreso de posibles predadores y/o parasitoides, permitiendo también el correcto flujo de aire para que se mantenga estable la humedad relativa dentro de la colonia. Las mallas de fibra de vidrio están tratadas con un apresto que les confiere resistencia a los medios alcalinos, resistentes a la dilatación y descomposición, reduciendo el riesgo de aparición de grietas y fisuras.

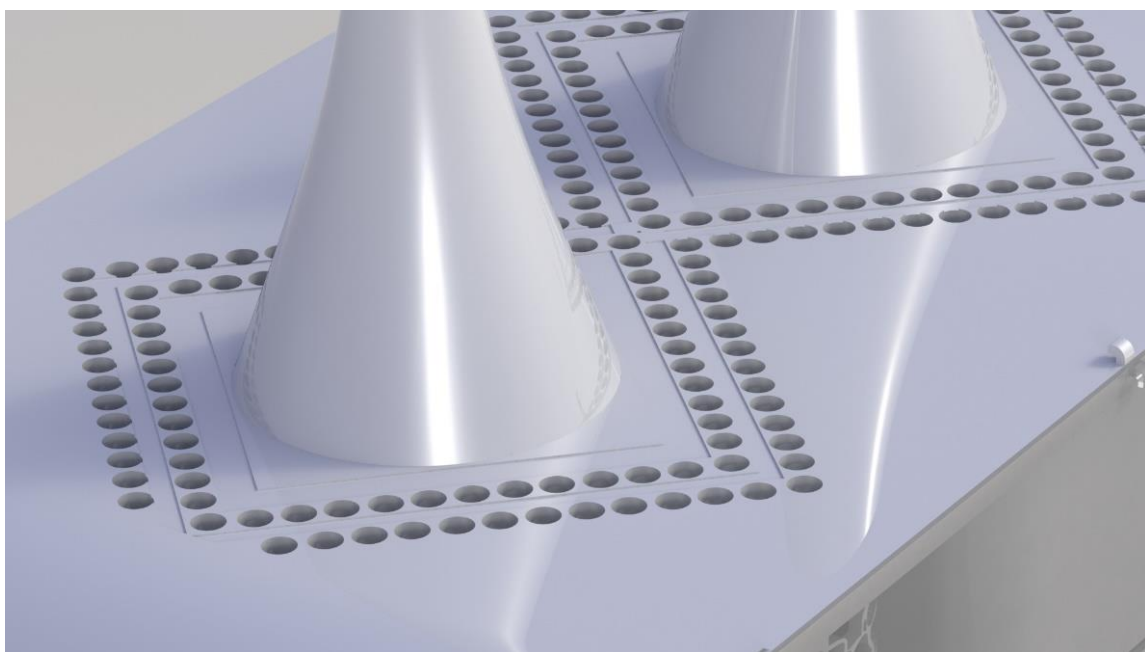


Figura 22: Render detalle caladuras, módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

Los ovopositores están recubiertos por una malla acerada (ver figura 23), de manera que los machos no puedan romperlas o levantarlas con sus mandíbulas para posteriormente comerse los huevos de las reproductoras.

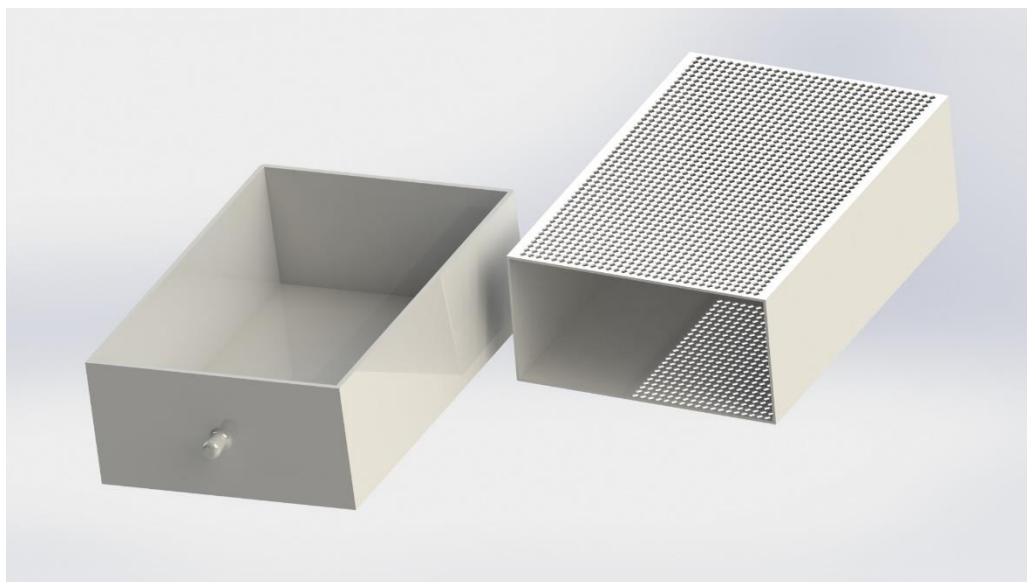


Figura 23: Render Ovopositor, módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

En su base se aplica una espuma de la FDA CE apósito absorbente con “Super Polymer” (Certificación: CE, FDA, ISO13485) un polímero hidrofílico con espuma tridimensional y de estructura que procesa espuma de poliuretano, dado que presenta unas características esenciales como capacidad de absorción y reutilización por mencionar algunas, permitiendo así el control de humedad y residuos dentro del sistema.

Técnico: a través de características específicas de la especie, se tienen en cuenta aspectos técnicos necesarios para la subsistencia de la colonia, por ello, se determina en la base del sistema múltiples caladuras que permiten el leve

acceso de un espumado. Este a su vez tiene la función de absorber humedad y residuos para que el mantenimiento sea mucho más sencillo. Se establecen recolectores cilíndricos (ver figura 24) con un volumen especialmente determinado para la recolección de la cantidad necesaria de insectos para una ración de consumo personal; estos a su vez sirven de refugio para los individuos.

Las caladuras en ciertas zonas permiten el libre flujo de aire para evitar la aparición de hongos u otros aspectos que pongan en riesgo la salud de la colonia, los ovopositores, comederos y bebederos se distribuyen de tal manera que haya un fácil control en términos de consumibles y cambios de sustratos fecundados, teniendo en cuenta cantidades en gramos de alimento y sustrato en las dimensiones finales de los contenedores.

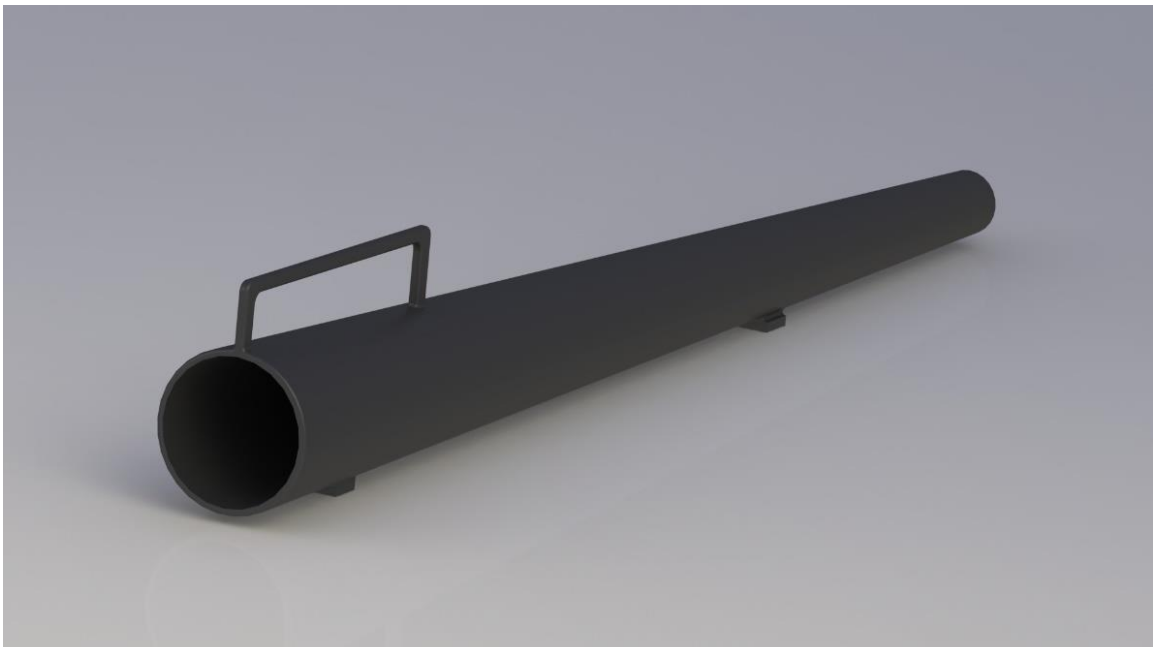


Figura 24: Render de recolector, módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

Mecanismos: las tapas principales poseen un siliconado a una altura aproximada de 15 cms que permite simular la función de bisagras sin necesidad de incluir otros componentes de sujeción mecánica. Por otra parte, a los comederos y bebederos se accede desde el exterior por medio de una rotación sobre el propio eje de estos, evitándose el contacto directo con la colonia (Figura 25).

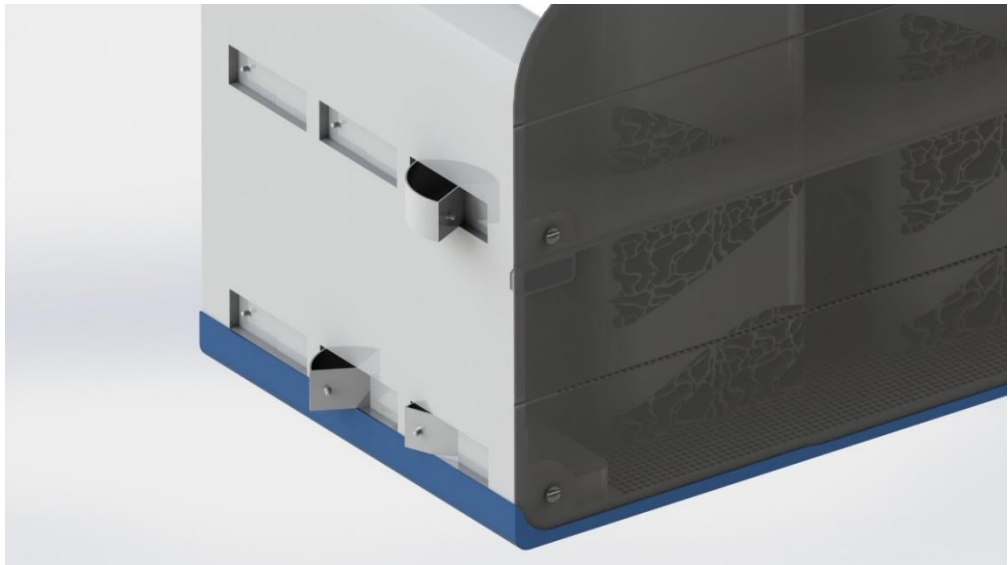


Figura 25: Render detalle mecanismo comederos, módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

Los ovopositores por su parte se desarrollan como cajoneras intercambiables para traslado manual entre el módulo de adultos al de incubación (ver figura 26). La base del sistema se retira independiente para realizar mantenimiento del espumado sin necesidad de retirar los individuos del interior de la colonia; esta se sujeta por medio de seguros de giro simple para facilitar el proceso. Las tapas poseen imanes en su parte superior que simplifican su apertura, pero mantienen el sello necesario para evitar posibles accidentes, mientras que la parte inferior se realiza por medio de sujeción mecánica simple.

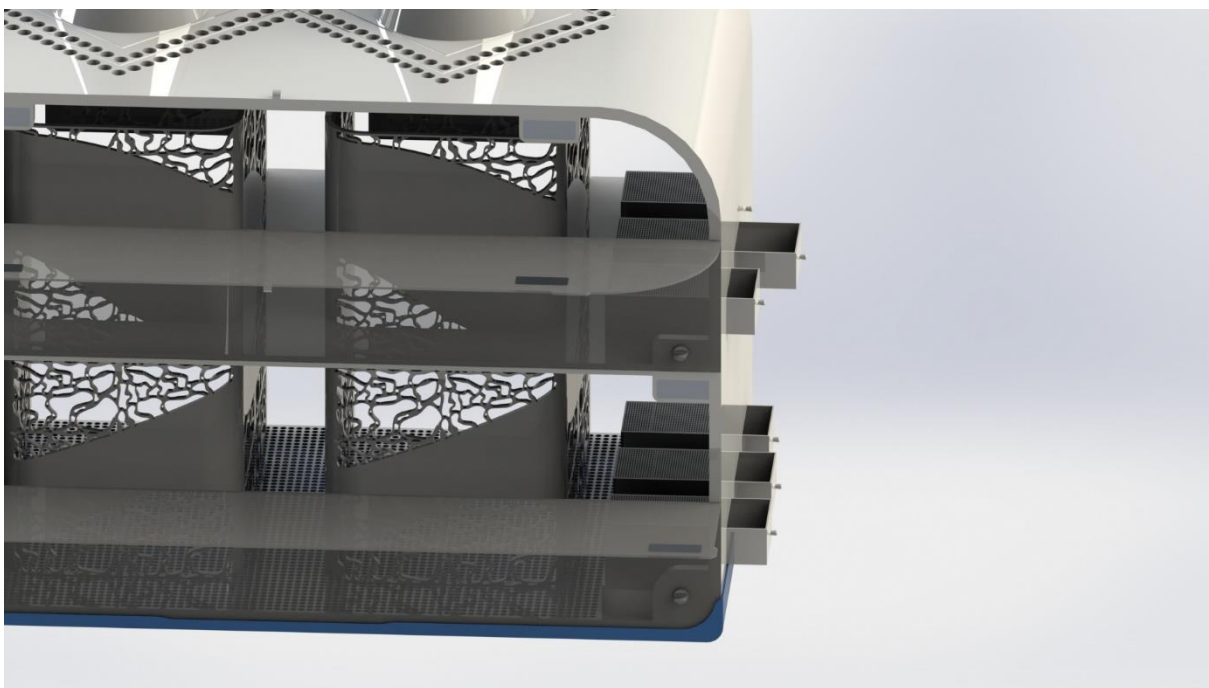


Figura 26: Render detalle interior módulo principal (2019).

Crédito foto: Autores

5.4.2. Módulo 2: Juveniles e incubador

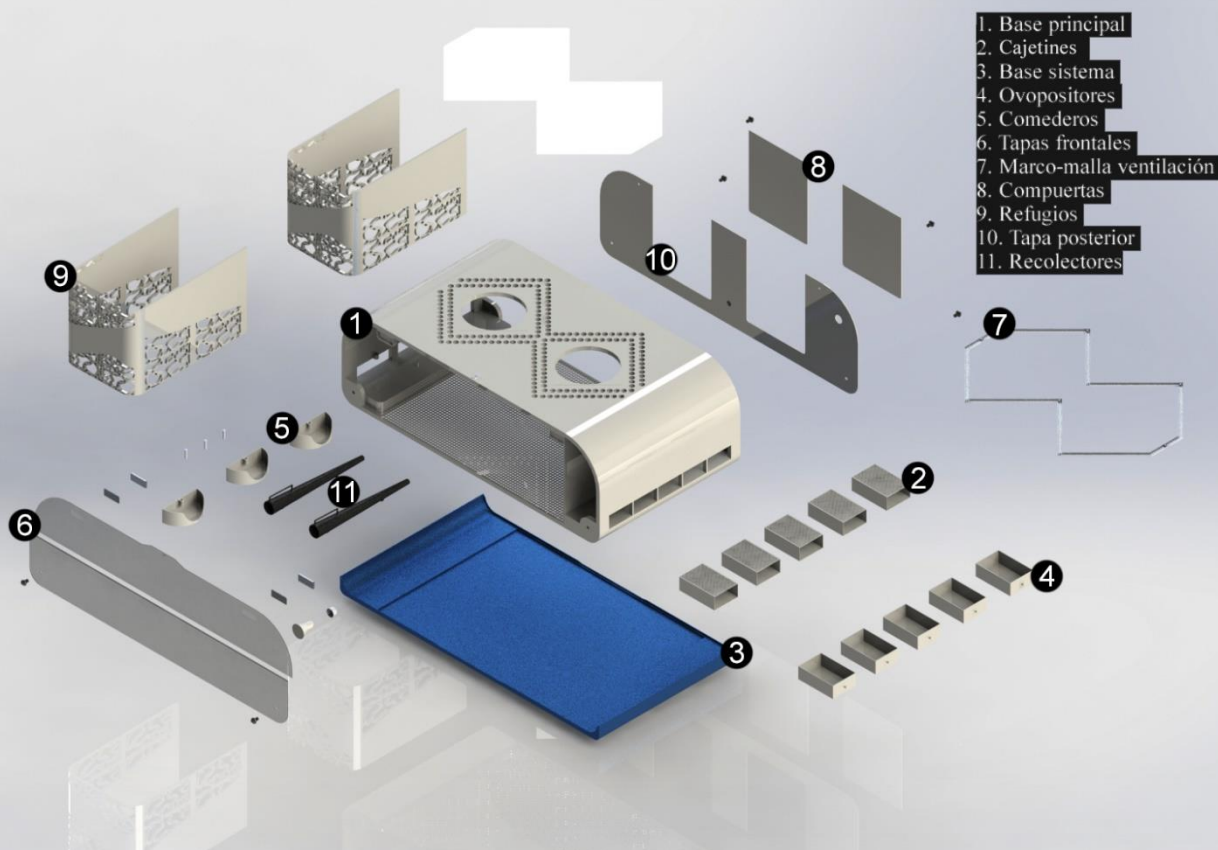


Figura 27: Render vista explosionada, módulo secundario (2019).

Crédito foto: Autores

El módulo secundario (juveniles e incubador) posee todos los elementos necesarios para alojar los grillos antes de su etapa adulta (Figura 27), además de aislar la zona de ovoposición para convertirla en zona de incubación (ver figura 28), ubicándose en esta, una bombilla para control térmico. El módulo se ha depurado en cuanto a aspectos técnicos que no son necesarios para el desarrollo de dichos estadios, como por ejemplo, los recolectores y los conos acústicos.

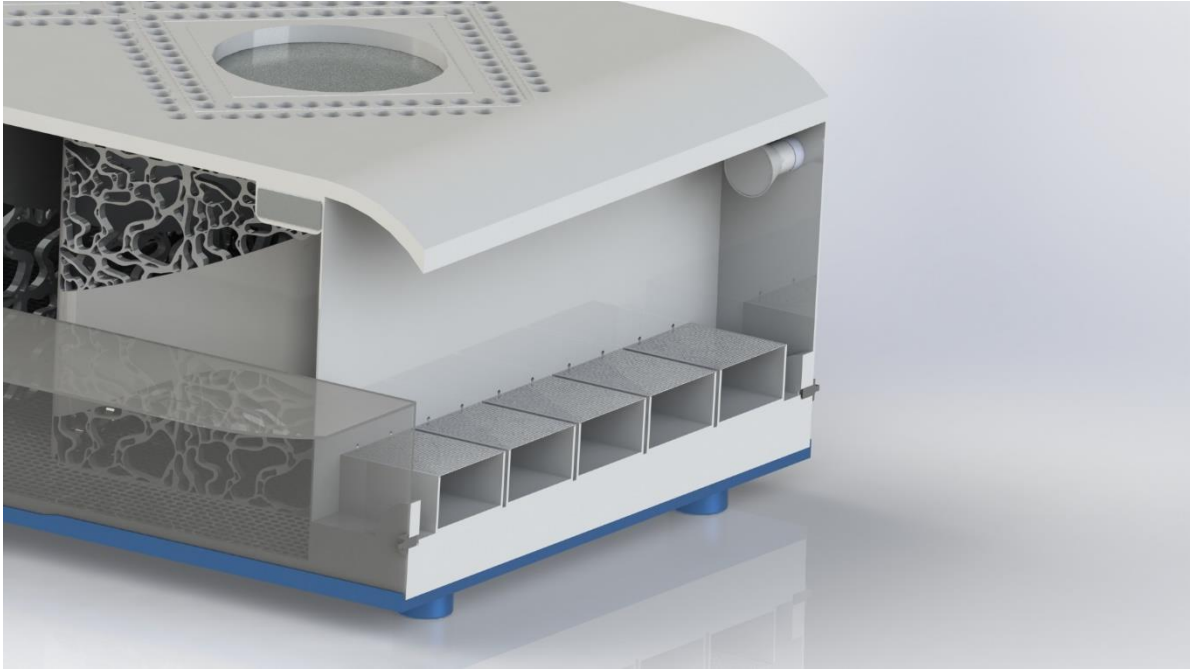


Figura 28: Render detalle partición incubadora, módulo secundario (2019).

Crédito foto: Autores

El módulo dos también cuenta con comederos, bebederos y refugios. Las dimensiones en torno a su altura se reducen a la mitad: 110x35x60 (Largo-Alto-Ancho) (ver figura 29). Además, se replican aspectos formales, materiales, características técnicas y mecanismos del módulo principal, facilitando así su producción industrial en conjunto con el otro módulo. Por otra parte, se incluyen sistemas de interconexión entre módulos para garantizar la transición de cada individuo al módulo de adultos tras completar su madurez.

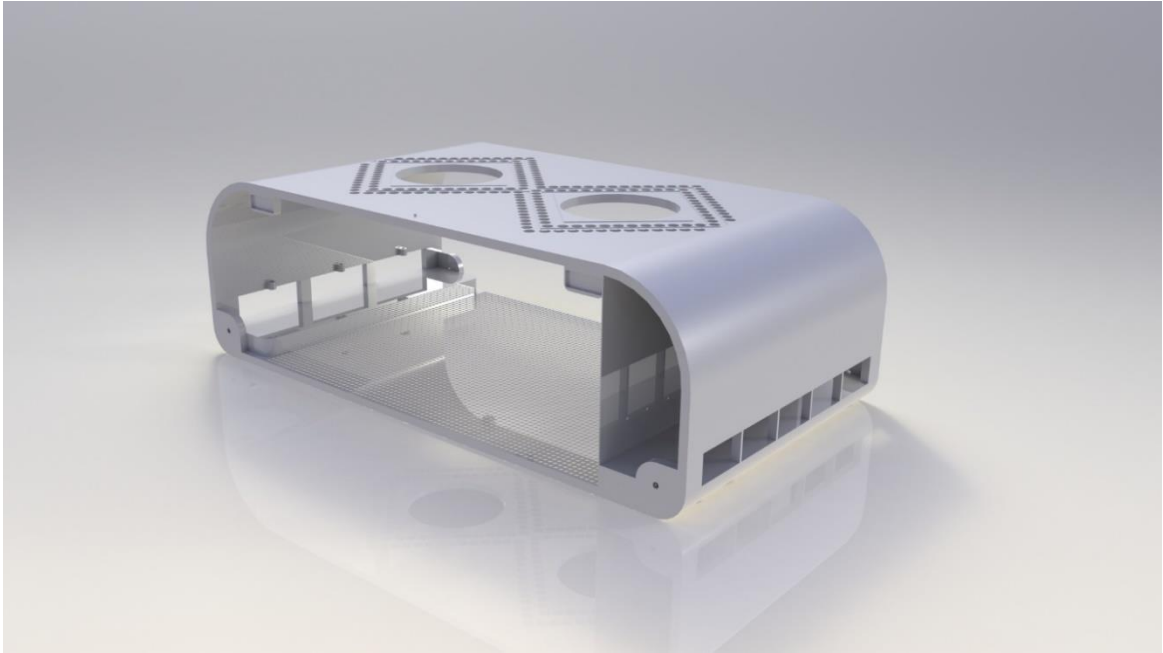


Figura 29: Render marco base, módulo secundario (2019).

Crédito foto: Autores

5.5. Procesos de producción

De acuerdo a lo establecido dentro de los requerimientos, los procesos de producción para la realización del sistema son de fácil concreción dentro de la oferta industrial nacional e incluso local; se tuvieron en cuenta procesos que redujeran costos sin sacrificar acabados finales o vida útil de los componentes. Para el caso de la selección de materiales se tuvo en cuenta aspectos como asepsia, durabilidad y costos.

Marco estructural: se obtiene a través del corte de una lámina de 250x150, de manera que se puedan unir dos piezas que formen una lámina continua de 400x60 cms largo por ancho (LxA) para el módulo de adultos, mientras que para una lámina de 290x60 cms (LxA) en el módulo de juveniles, se obtiene a partir de una lámina base de 180x300 cms. Se realizan caladuras en la parte lateral derecha de 10x5 cms (LxA) para los ovopositores, caladuras en la parte lateral izquierda de 15x5 cms (LxA) para los comederos y bebederos, además de caladuras circulares establecidas en la plantilla de corte. Esta lámina a su vez es doblada con calor, según los planos de construcción con distancias intercaladas de 110x70 cms para el módulo principal y 110x35 cms para el secundario obteniendo un marco final de 110x70x60 cms y 110x35x60 cms (Largo-Alto-Ancho) respectivamente. La unión de las piezas se realiza por medio de un adhesivo especial para polímeros y se añaden pestañas para la sujeción de las tapas acrílicas.

Comederos y bebederos: Su construcción se realiza a partir del corte de una lámina base simulando media circunferencia de radio 15 cm, luego se añade un borde a través de una lámina de 5 cm de alto que abarque todo el radio de la base inicial y finalmente se hace una unión de ambas piezas y se añaden las pestañas por donde pasarán los ejes centrales de rotación. Los comederos y bebederos cuentan con una sustracción de material que describe una curva en la cara semicircular (ver figura 30). Luego de las comprobaciones funcionales con bebederos usualmente empleados en criaderos (como las cajas de Petri), se consideró importante realizar dicha sustracción para facilitar el acceso de algunos grillos de menor tamaño al alimento y el agua (fotos en Anexo 6).



Figura 30: Render Comedero/Bebedero – Módulos principal y secundario (2019)

Crédito fotos: Autores

Ovopositores: Su construcción se realiza a partir del corte de una lámina base de 10x20 cms y otra de 60x5 cm, la cual será doblada y adherida a la base inicial.

Refugios: Estructuras similares a panales de huevo invertidos, son impresas en 3D con materiales resistentes y acabados rugosos que permitan a los grillos escalar a través de ellos sin dificultad, sus medidas son establecidas en el modelo digital.

Recolectores: Estos son cilindros termoformados en un polímero con un volumen especialmente determinado para contener la cantidad necesaria de grillos para una ración de consumo

Tapas: Se realizan en Acrílico Humo (opaco) y se obtienen a través del corte de láminas de 110x35 cms, las cuales en sus centros poseen un siliconado que permite simular la función de una bisagra para su apertura. Cuentan con caladuras en sus esquinas inferiores de radio 5 mm. Se añaden imanes en las esquinas superiores para asegurar el sistema y posteriormente se realizan micro-perforaciones en la lámina superior, la cual se cubre con una fina malla en fibra de vidrio (angeo) y se fusiona por medio de calor al polímero, recubriéndose finalmente los bordes con elastómeros que ayuden a hermetizar el módulo.

5.6. Secuencia de uso

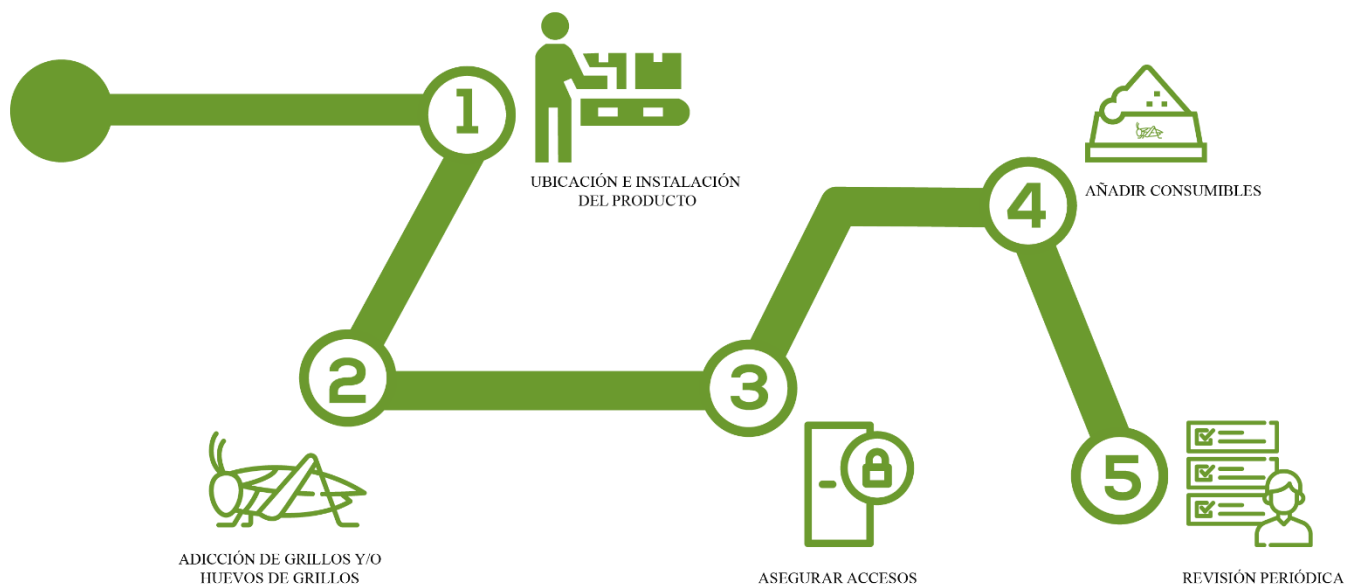


Figura 31: Infografía básica de uso (2019)

Crédito Imagen: Autores

KRIWE, es un sistema pensado para iniciar y mantener el ciclo de vida de grillos de campo de las especies *Acheta domesticus* o *Gryllus sp.*; los cuales como se ha ilustrado en la Figura 14, puede durar entre 66 a 90 días.

Los dos módulos propuestos permiten la separación adecuada de los eventos más importantes del ciclo de vida de los grillos: Adultez/reproducción y eclosión/mudas de juveniles.

El sistema, generalmente será usado en simultáneo (ambos módulos), dado que, durante el ciclo de vida de los especímenes siempre habrá huevos (posturas), juveniles y adultos. Al instalarse el sistema (ambos módulos), podrá iniciarse el proceso de cría.

5.6.1. El inicio de la colonia

Las colonias se inician con los denominados “pies de cría”, que de manera adecuada incluye posturas (huevos) y algunos adultos para acelerar el inicio de la colonia. Aun así puede iniciarse esta con solo una de las dos opciones.

De este modo, si la colonia se instaura solo con posturas, la secuencia de uso iniciará con el módulo de juveniles e incubación, o con el módulo de adultos, en el caso contrario. El inicio de una colonia con solo adultos, requiere que el pie de cría incluya varios machos y hembras (identificables según se ha indicado anteriormente).

5.6.2. El uso del módulo de incubación y juveniles

Este módulo presenta una subdivisión que separa la zona de incubación con la cámara donde se albergan los juveniles y ninfas (grillos recién eclosionados).

1. Si se cuenta con huevos, estos estarán en recipientes de ovoposición base que deben ser puestos en la estructura del ovopositor (mallado) y luego

ubicados en el cubículo para su incubación (ver figura 32). Este módulo cuenta con una fuente lumínica para aumentar la temperatura del sistema, recurso necesario cuando la temperatura ambiente está por debajo de los 20 °C, aunque es ideal que la temperatura siempre este por el rango de los 30 °C para mejores resultados y procesos de eclosión en menor tiempo.

2. El sustrato de los recipientes de ovoposición debe mantenerse hidratado (mediante aspersión de agua), cada que este se note seco, o al menos cada dos días (ver figura 32).

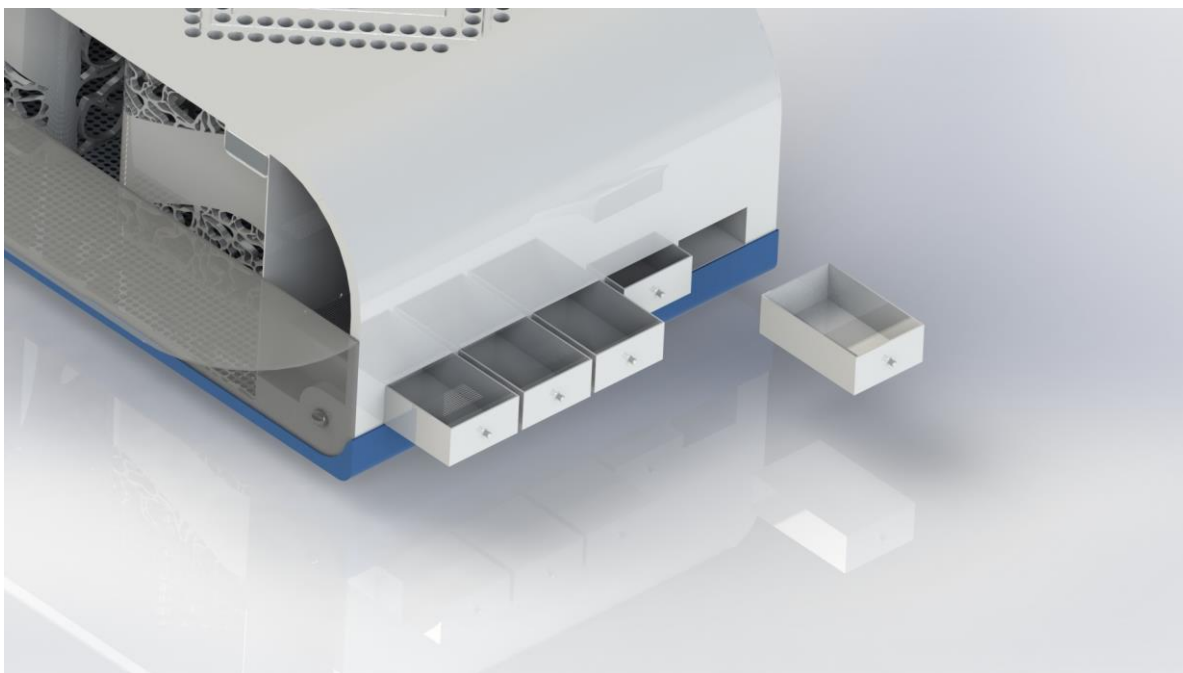


Figura 32: Render detalle ovopositores – Módulo secundario (2019)

Crédito fotos: Autores

3. Los individuos eclosionados, pasarán por si solos a la base principal del módulo. Allí, el usuario debe ubicar alimento y agua en comederos y bebederos ubicados en el lateral del módulo (Figura 33). Se recomienda la limpieza de estos recipientes cada semana. La hidratación en cambio, debe hacerse cada dos días (mojándose el sustrato de los bebederos).

Los individuos que van creciendo pasarán por si solos al módulo de adultos, en busca de mayores fuentes de alimento.

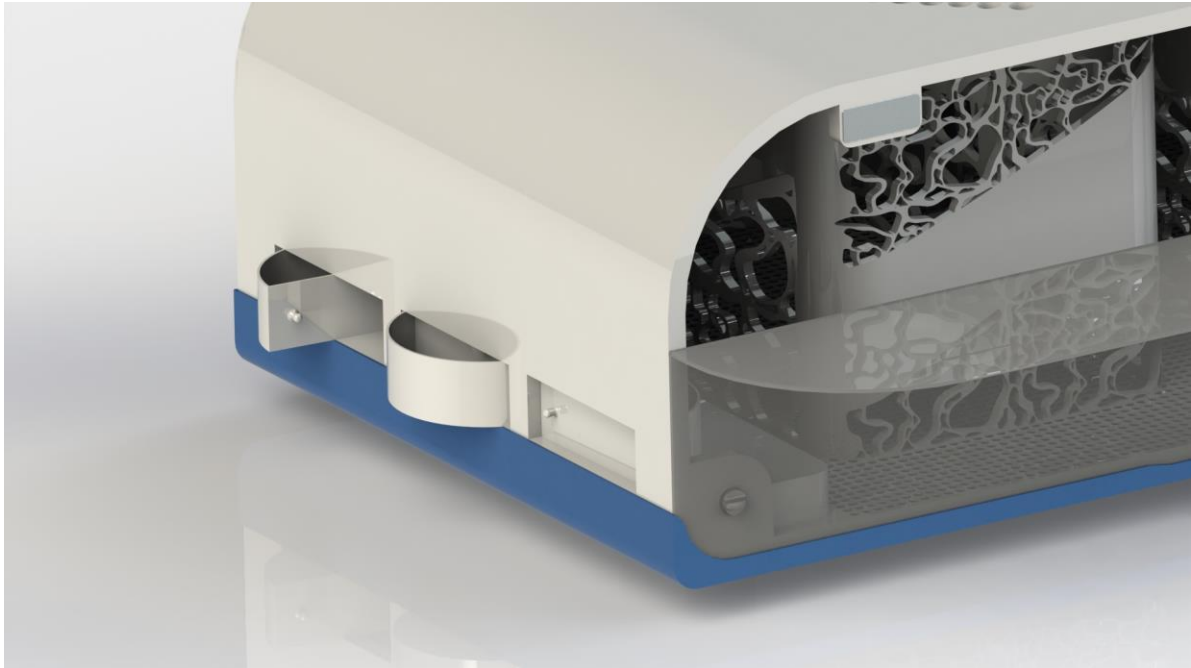


Figura33: Render Comedero/Bebedero – Módulo secundario (2019)

Crédito fotos: Autores

5.6.3. El uso del módulo de adultos

Las principales interacciones de los usuarios con este módulo incluyen:

1. La ubicación, cambio y limpieza de los comederos y bebederos, tal y como se indicó en el módulo de juveniles. La hidratación, debe hacerse de manera más constante, dado que este subsistema, cuenta con un mayor número de especímenes, de mayor tamaño y mayores requerimientos de alimento e hidratación.
2. La ubicación de consumibles; primero en la base del sistema (sustrato base) (ver figura 34) y en los refugios que se ubican en la sección interna

de la base estructural principal (puede ser papel, plásticos de baja densidad, tela, mallas plásticas, etcétera) (ver figura 35).

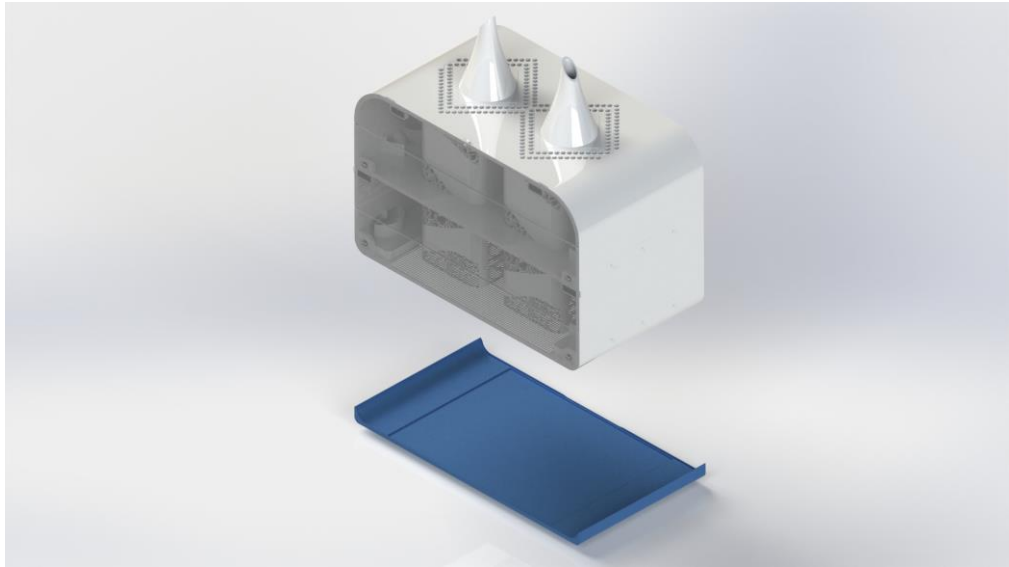


Figura34: Render Ensamble base – Módulo principal (2019)
Crédito fotos: Autores



Figura 35: Render Acceso consumibles de refugios – Módulos principal (2019)
Crédito fotos: Autores

3. Luego de los periodos de copula de los insectos (una semana después, aproximadamente), las estructuras de ovoposición base y su respectiva estructura (malla), deben ser revisados, para evidenciar las posturas y luego puestos en el módulo de incubación (ver figura 36), para esperar la eclosión de nuevos individuos y repetir el ciclo.

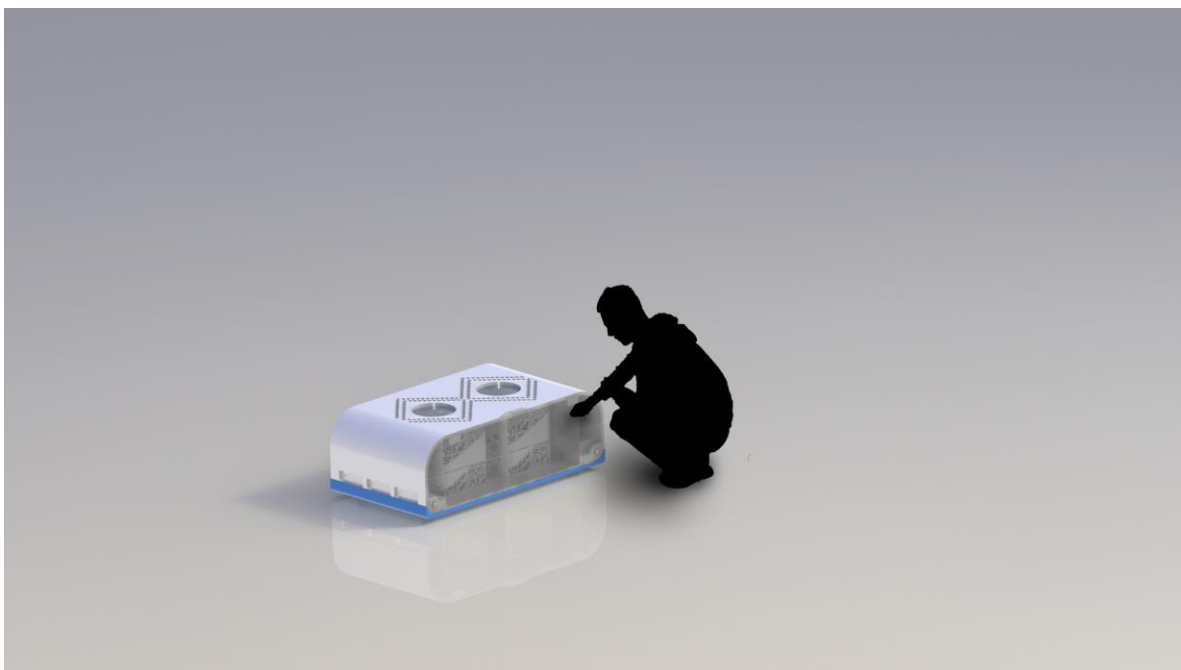


Figura 36: Render acceso a incubadora – Módulos principal y secundario (2019)

Crédito fotos: Autores

4. La estructura principal del módulo, cuenta en su parte superior con los difusores de sonido, que ayudan a atraer nuevos individuos (hembras), atraídos por el “canto” de los grillos (Figura 37). Dado que estos difusores también funcionan como trampas, deben revisarse para buscar nuevos adultos silvestres, que serán puestos en la cámara de adultos (ver figura 38).

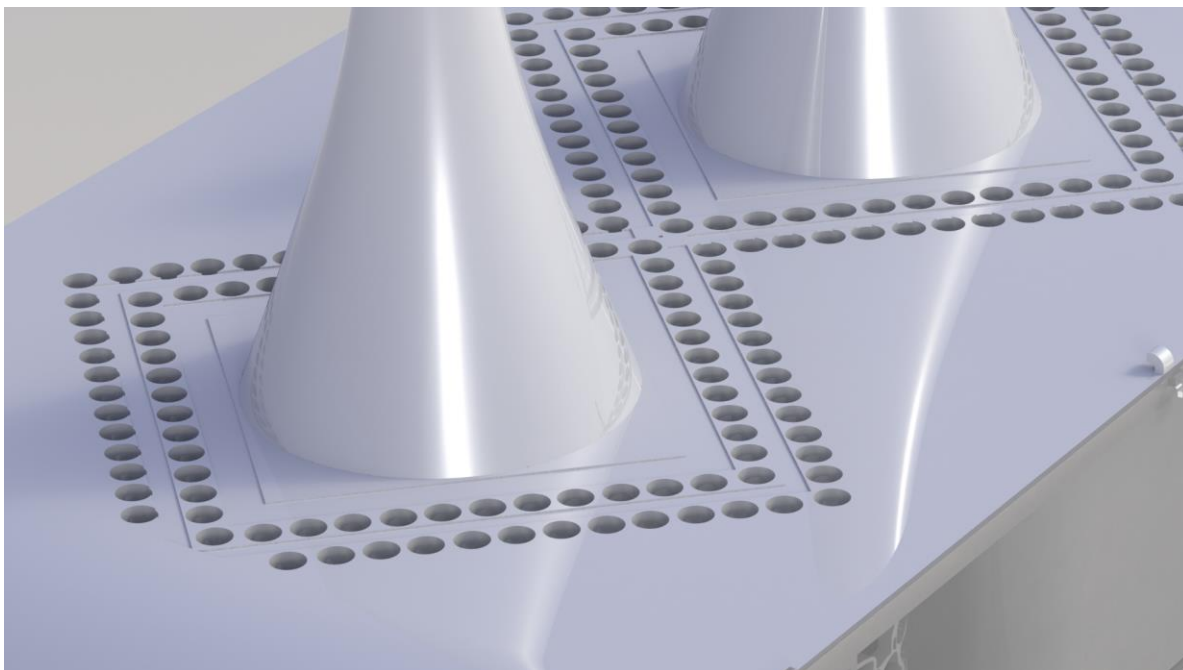


Figura 37: Render Difusores – Módulos principal (2019)

Crédito fotos: Autores



Figura 38: Render acceso a modulo – Módulos principal (2019)

Crédito fotos: Autores

Conclusiones y recomendaciones finales

- La cría doméstica es posible gracias a la versatilidad natural que poseen los grillos en torno a su crianza, además el sistema facilita procesos necesarios para la supervivencia de los mismos.
- Se debe tener especial cuidado con la invasión de hormigas en los ovopositores, así mismo como la aparición de hongos en el sustrato si es el caso.
- En etapas tempranas de desarrollo se puede humedecer el bebedero cada día de por medio, reduciendo la carga de responsabilidad para el usuario quien es el que determina si la colonia sobrevive o perece.
- Es importante humedecer el sustrato de ovoposición con un aspersor manual cada que se denote sequía en el mismo, teniendo especial cuidado de retirar individuos recién nacidos para que estos no mueran por ahogamiento dada su fragilidad en etapas muy tempranas.
- El alimento puede durar varios días sin generar problemas dentro de la colonia, tomando como ejemplo la avena en hojuelas desmenuzada
- La temperatura juega un papel positivo en los tiempos de eclosión de las crías, así que de preferencia se debe optar por mantener los ovopositores en zonas que posean una fuente de calor constante sin llegar a exceder límites de hasta 35°C.
- Se debe evitar el uso de insecticidas cerca de la colonia dado que esto podría destruirla en su totalidad o generar una bio conversión toxica para el consumo humano.

- El sustrato que se utilice para la ovoposición debe estar previamente humedecido para ser óptimo en torno a la selección natural de la hembra como sitio designado para plantar sus huevos.
- La dieta se puede variar con algunos vegetales, teniendo mayor atención por su acelerada descomposición.
- Se debe evitar al máximo la excesiva humedad en el interior del módulo para evitar la aparición de hongos y otros elementos que puedan perjudicar la vida de los individuos contenidos.
- La limpieza del sustrato absorbente debe realizarse entre 3 a 4 días según la cantidad de individuos en estadio adulto.
- El criador debería tener fichas de control donde se lleva un registro diario del proceso diario de cría.
- Se debe tener especial cuidado con personas alérgicas a los crustáceos ya que el consumo de grillos podría representar inconvenientes para aquellos que posean este tipo de alergias.
- Se debe monitorear el índice de mortalidad semanal o mensual según sea el caso y retirar prontamente los individuos caídos.
- El objeto final cumple con las necesidades planteadas en el desarrollo del proyecto, logrando la óptima cría de los insectos en ambientes domésticos.
- Los mecanismos de acceso facilitan la manipulación de alimentos y consumibles de manera práctica y segura.
- Se establece que el producto final soluciona dentro de lo establecido la problemática planteada dentro del proyecto, proporcionando los recursos necesarios para asegurar una nutrición mínima entre otros aspectos positivos no establecidos como necesidades principales.
- Se logra determinar la exitosa supervivencia de los individuos en las pruebas realizadas dentro de los prototipos construidos.
- Se comprueba que la materialidad seleccionada no presenta ningún riesgo para el óptimo desarrollo de los individuos.

Referencias

bibliográficas

Acosta, O. L. (2009). Pobreza: concepto y medida. In C. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Ed.), *Curso “Nuevas políticas sociales para la reducción de la pobreza y modelos de protección social”* (p. 55). Cartagena: NACIONES UNIDAS.

Alcaldía municipal Toribio. (2008). *Plan de desarrollo del municipio de Toribio, departamento del cauca 2008-2011 1*.

Ashour, M., Mott, G., Shobhita, S., Selby, D., Boehm, D., Jaffer, U.,... Gardon, K. (2013). Aspire Food Group Creates Insect Farming Technology and Automation. Retrieved November 21, 2018, from <http://aspirefg.com/about-us.aspx>

Azoteas Verdes, C. (2012). *Manual de Agricultura Urbana*. (C. A. Verdes, Ed.). Guadalajara, México.

Barenes, H., Phimmasane, M., & Rajaonarivo, C. (2015). Insect consumption to address undernutrition, a national survey on the prevalence of insect consumption among adults and vendors in Laos. *PLoS ONE*, 10(8), 1–17.

Blanco, D. A., & Giraldo, D. F. (2016). *Desarrollo de una barra tipo granola a base de harina de grillo Acheta domesticus como principal fuente proteica*. Universidad de La Salle.

Bradley, L., & Gibson, R. (1998). *Cricket management. Publication AZ 1004*. Tucson, Arizona.

Calisto Friant, M. (2016). Comercio justo, seguridad alimentaria y globalización: construyendo sistemas alimentarios alternativos. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, (55), 215.

- Castaño López, J. A. (2016). La presión demográfica sobre la tierra en Toribío, Cauca (Colombia). *Rev. Colomb. Soc.*, 39(2), 263–280.
- Cereceda Fernández, C., González, I., Antolín Juárez, F. M., García, P., Terrazo Espiñeira, R., Suárez Cuesta, B.,... Manso Deibe, R. (2003). Detección de malnutrición al ingreso en el hospital. *Nutrición Hospitalaria*, 18(2), 95–100.
- Choo, J. (2008). Potential ecological implications of human entomophagy by subsistence groups of the Neotropics. *Terrestrial Arthropod Reviews*, 1, 81–93.
<https://doi.org/10.1163/187498308X345442>
- CISAN, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, M. F. (2012). *Plan Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (PNSAN) 2012 - 2019*. (G. nacional de Colombia, Ed.).
- Colombia Gobierno Digital. (15 de noviembre de 2018). *Alcaldía Municipal de Toribío-Cauca*. Obtenido de <http://www.toribio-cauca.gov.co/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, C. (2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, una oportunidad para América Latina y el Caribe. NACIONES UNIDAS.
- Costa-Neto, E. M. (2002). Manual de Etnoentomología. Vol. 4. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España.
- DeFoliart, G. R. (1999). INSECTS AS FOOD: Why the Western Attitude Is Important. *Annual Review of Entomology*, 44(1), 21–50.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ento.44.1.21>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005). Necesidades básicas insatisfechas (NBI) [Conjunto de datos]. Recuperado 15 noviembre, 2018, de <http://www.dane.gov.co/>
- Dominguez, J. A. (1997). Los artrópodos como fuente de alimentación. *Bol. S.E.A.1*, (20), 259–263.
- Fajardo, A. (2016). *El diseño como construcción de paz y país en Toribio, Cauca*. Santiago de Cali.
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2006). *Seguridad alimentaria. Informe de políticas FAO* (Vol. 13).
[https://doi.org/10.1016/S1138-0322\(09\)73425-X](https://doi.org/10.1016/S1138-0322(09)73425-X)
- Flores, A. B., & Figueroa, M. I. (2016) Tips saludables. *DIRECTORIO 9*, México.
- Flores, C. E. (2010). Buenas prácticas de manufactura (BPM). *Revista Electrónica*

Ingeniería Primero-ISSN, 2076, 3166.

- Frenk, J. (1985). El concepto y la medición de accesibilidad. *Investigación En Salud Pública*, 438–453.
- García Rodríguez, M., García Vilaú, O., & Odio Collazo, A. (2017). Metodología para el diagnóstico de la seguridad alimentaria y nutricional desde los gobiernos locales en un municipio. *Retos de La Dirección*, 11(2), 22–37.
- Gómez, C., & Cos-Blanco, A. (2001). *Nutrición en atención primaria*.
- González Acosta, M. (2015). La emergencia de lo ancestral: una mirada sociológica. *Espacio Abierto, Cuaderno Venezolano de Sociología*, 24(3), 5–21.
- Granados, C., Acevedo, D., & Guzmán, L. E. (2013). Tostado y harina de la hormiga santandereana “*Atta laevigata*”. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(1), 68–74.
- Guzmán-Mendoza, R., Calzontzi-Marín, J., & Salas-Araiza, M. D. (2016). La riqueza biológica de los insectos : análisis de su importancia multidimensional Insects biological richness : analysis of their multidimensional importance. *Acta Zoológica Mexicana*, 32(3), 370–379.
- Halloran, A., & Vantomme, P. (2015). La contribución de los insectos a la seguridad alimentaria, los medios de vida y el medio ambiente. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Hanboonsong, Y., Jamjanya, T., & Durst, P. B. (2013). *Six-legged livestock: Edible insect farming, collecting and marketing in Thailand* (RAP Public). Bangkok: FAO Regional Office for Asia and the Pacific.
- Hendriks, S. L. (2015). The food security continuum: a novel tool for understanding food insecurity as a range of experiences. *Food Security*, 7(3), 609–619. <https://doi.org/10.1007/s12571-015-0457-6>
- Hermi, M. (2011). *Agricultura urbana: algunas reflexiones sobre su origen e importancia*. Barcelona.
- Iannacone, J., & Apolo-Arévalo, L. (2015). Crianza Del Grillo (*Acheta domesticus*) Como Fuente Alternativa de proteínas para el consumo humano. *Scientia*, 17(17), 161–173.
- Ingold, T. (2000). Ancestry, generations, substance, memory, land. In Psychology Press (Ed.), *The Perception of the Environment: Essays on Livelihood, Dwelling and Skill* (p. 465). London: Routledge.

- ISO. (2010). *GUIDE 71 Guidelines for standards developers to address the needs of older persons and persons with disabilities ISO/IEC GUIDE 71:2001(E) ISO/IEC GUIDE 71:2001(E)*. Vernier. Retrieved from https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_iec_guide_71_2001.pdf
- Jaramillo-Villanueva, J. L., Morales-Jimenez, J., & Dominguez-Torres, V. (2017). Importancia económica del traspaso y su relación con la seguridad alimentaria en comunidades de alta marginación en Puebla, México. *Agroproductividad*, 10(7), 27–32.
- Jeavons, P. J., & Cox, C. (2016). *El Huerto Sustentable*.
- Jones, K., & Madsen, D. (1991). Further experiments in native food procurement. *Utah Archaeology*, 4, 68-77.
- Lipton, M. (2006). Can small farmers, prosper or be the key channel to cut mass poverty? *Electronic Journal of Agricultural and Development Economics*, 3(1), 58–85.
- López Muñoz, P. (2015). *Arte y Comida a través de la Entomofagia*. Universidad de Málaga.
- Macedo, B. (2005). El concepto de sostenibilidad. *Recuperado el*, 22.
- Macías, A. I., Quintero, M. L., Camacho, E. J., & Sánchez, J. M. (2009). The three-dimensionality of the nutrition concept : its relationship with health education. *Rev. Chil Nutr*, 36(4), 1129–1135.
- Mekonnen, D. A., & Gerber, N. (2017). Aspirations and food security in rural Ethiopia. *Food Security*, 9, 371–385.
- Mermel, E., Markoe, P., Haralson, L., Hamblett, S., & Vasdeboncoeur, H. (2015). The Team Coalo Farms. Retrieved November 21, 2018, from <http://coalo.farm/the-team/>
- Miller, W. I. (2007). *Anatomía del asco*, Grupo Santillana Ediciones, Madrid.
- Miranda Román, G., Quintero Salazar, B., Ramos Rostrol, B., & Olguín-Arredondo, H. A. (2011). La recolección de insectos con fines alimenticios en la zona turística de Otumba y Teotihuacán, Estado de México. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 9(1), 81–100.
- Mittenmeier, R. E. (1988). Several working papers for the Biodiversity Task Force of the World Bank.
- Muñoz Sánchez, L. P., Vanegas Gómez, D., Molina Lasprilla, K., Londoño Echeverry, Á. M., Martinez, J. W., Muñoz Valencia, J. Castaño, M. I. (2014). Food security in some

- families from rural population at Risaralda Colombia. *Rev. Investigaciones Andina*, 16(29), 1016–1029.
- Nowak, V., Persijn, D., Rittenschober, D., & Charrondiere, U. R. (2016). Review of food composition data for edible insects. *Food Chemistry*, 193, 39–46.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.114>
- Otis, J. (16 de Julio de 2011). Colombia's guerrillas: The rebellion that would not die. *TIME Inc.* Obtenido de <http://content.time.com/time/world/article/0,8599,2082791,00.html>
- Paz García, A. P., Imhoff, D., Vieyra, C., & López, N. (2017). Tratamineto de los temas soberanía y seguridad alimentarias en medios de comunicación hegemónicos y alternativos (Córdoba, Argentina, 2012-2015). *Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*, 1–35.
- Pijoan, M. (2001). El consumo de insectos, entre la necesidad y el placer gastronómico. *Etnofarmacia*, 150–161.
- Pimentel, D., Dritschilo, W., Krummel, J., & Kutzman, J. (1975). Energy and land Constraints in food protein production. *Science*, 190(4216), 754-761.
- Pinto Fontanillo, J. A., & Carbajal Azcona, Á. (2003). *La dieta equilibrada, prudente o saludable* (Nutrición). Madrid.
- Pizarro, R. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. (C. Comisión Económica para América Latina y el Caribe & (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). FAO, Eds.) (Serie Estu). Santiago de Chile.
- Quirce, C., Filippini, V., & Micó, E. (2013). La utilización de los insectos en la gastronomía, un taller nutritivo. *Cuadernos de Biodiversidad*, 43, 11–21.
- Ramos-Elorduy, J. (2004). La etnoentomología en la alimentación, la medicina y el reciclaje. In: Llorente, J. B., J. Morrone, O. O. Yañez & I. F. Vargas (ed). *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento*. Vol. 4. México: UNAM, p. 329-413.
- Ramos-Elorduy, J., Costa-Neto, E. M., Pino, J. M., Cuevas Correa, M. del S., García-Figueroa, J., & Zetina, D. H. (2007). Conocimiento de la entomofauna útil en el poblado La Purísima Palmar de Bravo, Estado de Puebla, México. *Biotemas*, 20(2), 121–134.
- Ramos-Elorduy, J., González Avila, E., Hernández Rocha, A., & Pino, J. M. (2002). Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95(1), 214–220.

- Ramos-Elorduy, J., & Pino, J. M. (2001). Contenido de vitaminas de algunos insectos comestibles de México. *Revista de La Sociedad Química de México*, 45(2), 66–76.
- Ramos-Elorduy, J., Pino Moreno, J. M., Escamilla Prado, E., Alvarado Pérez, M., Lagunez Otero, J., & Ladron de Guevara, O. (1997). Nutritional Value of Edible Insects from the State of Oaxaca , Mexico. *Journal of Food Composition and Analysis*, 10, 142–157.
- Ramos-Elorduy, J., & Viejo Montesinos, J. L. (2007). Los insectos como alimento humano: Breve ensayo sobre la entomofagia, con especial referencia a México. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Biol.*, 102(1–4), 61–84.
- Ratcliffe, B. C. (1990). The significance of scarab beetles in the Ethnoentomology of non-industrial indigenous peoples. In *Proceedings of the First International Congress of Ethnobiology* (Vol. 1, pp. 159-185).
- Rodríguez, D. R. (2017). *Agricultura Urbana en Bogotá : aporte para el cambio cultural*. Universidad Nacional de Colombia.
- Rumpold, B. A., & Schlüter, O. K. (2013). Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 17, 1–11.
- Sáenz, A. (2010). *La agricultura y su evolución a la agroecología*. (O. Propia, Ed.). Valencia. Retrieved from <http://www.nefsis.com/Best-Video-Conferencing-Software/applications-telemedicine.html>
- Sanchez, P., Jaffé, K., & Heiva, P. (1997). Consumo de insectos: Alternativa alimentaria del Neotropico. *Boletín de Entomología Venezolana*, 12(1), 125–127.
- Sancho, D. (2012). *Rhynchophorus palmarum* (Coleoptera: Curculionidae) en la Amazonía, un insecto en la alimentación tradicional de las comunidades nativas. *Revista Amazónica de Ciencia y Tecnología*, 1(1), 1–30.
- Schejtman, A. (2008). *LA AGRICULTURA FAMILIAR EN AMÉRICA LATINA*. (P. D. T. Rurales, Ed.) (Documento). Santiago de Chile.
- Shapiro, G. F. (2016). Award: Cricket shelter, modular edible insect farm. Retrieved November 21, 2018, from https://www.architectmagazine.com/awards/r-d-awards/award-cricket-sheltermodular-edible-insect-farm_o
- Sibhatu, K. T., & Qaim, M. (2017). Rural food security, subsistence agriculture, and seasonality. *PLoS ONE*, 12(10), 1–16.
- Sojo, A. (2003). Vulnerabilidad social, aseguramiento y diversificación de riesgos en América Latina y el Caribe. *Revista de La CEPAL*, 80, 121–140.

- Spicker, P. (2009). Definiciones de Pobreza: Doce grupos de significados. In P. Spicker, S. Alvarez, & D. Gordon (Eds.), *Pobreza: Un glosario internacional* (1a Ed, pp. 291–306). Buenos Aires.
- Telfser, K. (2015). *Creating a market for a more sustainable alternative: entomophagy businesses in Europe*. Aalto University.
- Unger, K. (2013). FARM 432, Protein Bred in 432 hours. Retrieved November 21, 2018, from <http://www.livinstudio.com/farm432>
- Unger, K., Wong, C., Hinteregger, M., Kasahara, S., Chisholm, S., Cheuk, J., Tsul, I. (2016). LIVIN FARMS. Retrieved November 21, 2018, from
- Valdez, C., & Utiveros, G. (2010). Extracción y caracterización del aceite de las larvas del *Tenebrio molitor*. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 76(4), 407–414.
- Van Huis, A. (2013). Potential of Insects as Food and Feed in Assuring Food Security. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 563–583.
- Van Huis, A., Van Itterbeeck, J., Klunder, H., Mertens, E., Halloran, A., Muir, G., & Vantomme, P. (2013). *Edible insects Future prospects for food and feed security*. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). FAO, Ed.). Roma.
- Viesca González, F. C., & Romero Contreras, A. T. (2009). La entomofagia en México. Algunos aspectos culturales. *El Periplo Sustentable*, (16), 57–83.
- Wynne, J. (2016). Esta granja de insectos quiere alimentarnos con grillos criados éticamente. Retrieved November 21, 2018, from <https://munchies.vice.com/es/article/z4g733/esta-granja-de-insectos-quiere-alimentarnos-con-grillos-criados-eticamente>
- Yates-Doerr, E. (2015). The world in a box? Food security, edible insects, and “One World, One Health” collaboration. *Social Science and Medicine*, 129, 106–112.

Anexos

ANEXO 1. Sistematización de entrevistas a expertos encargados de colonias y/o criaderos de insectos en la Universidad del Valle, sede Meléndez: Colonia de moscas soldado, *Hermetia illucens* a cargo de Karen Granobles (9 de abril de 2018)

Descripción General de colonia		Colonia de mosca soldado, <i>Hermetia Illucens</i> . Esta colonia es usada para procesos de bio-conversión, es decir, convertir residuos orgánicos en tierra abonada.
Características biológicas	Descripción de organismos	La mosca soldado es una especie de díptero de la familia stratiomyidae, originaria de América, pero extendida a África, sur de Europa, Asia e islas del pacífico.
	Dieta	Se alimentan de residuos orgánicos, en el caso de esta colonia, residuos de café. Se alimentan aproximadamente cada 72 horas (cambio del sustrato de alimentación). Las larvas se alimentan en sustratos superficiales (no muy profundos).
	Aspectos reproductivos	Requieren de luz (preferiblemente solar), debe haber una población numerosa de individuos. En esta colonia los adultos están libres, se aparean y depositan sus huevos en la colonia. Las posturas son entre 300 a 600 huevos. Para la oviposición los adultos no deben estar cerca al larvero, pero requieren el olor de las larvas para fomentar el proceso.
	Condiciones micro climáticas	Preferiblemente entornos cálidos, ya que se puede ver comprometido su proceso reproductivo.
	Biología/Etología	Los adultos no se alimentan, solo requieren agua y/o azúcares para alargar el periodo reproductivo. El estadio adulto dura aproximadamente 15 días. Se ha comprobado que su producto bio-convertido, tiene menos poblaciones bacterianas en comparación con otras especies, además presentan competencia alelopática con otras moscas (por lo cual las otras moscas evitan llegar a la colonia). Son más eficientes en el proceso de bio-conversión que las lombrices de tierra.

Riesgos	Factores bióticos	Micro-hymenopteros parasitoides, gekos, roedores, hormigas y aves.
	Factores abióticos	La poca iluminación, hace que los adultos entren en letargo y baja la tasa de reproducción. Por otro lado, debe tenerse cuidado con los requerimientos técnicos objetuales de la colonia (i.e. ángulo de canal de salida de larvas).
Aspectos técnicos de mantenimiento	Recursos objetuales	Terrario de 2x3 metros, hecho en hormigón. Cuenta con rampas y canales para la salida de las larvas. Con mallas de protección y listones de madera seca para la oviposición. Los adultos permanecen libres, mientras que las larvas permanecen en el sustrato alimentario (terrario). Las larvas migran (pasando por una rampa que debe tener 30° de inclinación) y entran a un canal, para empupar, momento en el que son recogidas para diferentes procesos (eclosión de nuevos adultos o post-procesamiento).
	Higiene/asepsia	Manipulación con guantes. Al terrario se le hace un mantenimiento general cada tres meses.
Aspectos de procesamiento		En experimentos, las pupas se han secado en hornos, y se han molido para producir piensos.
Fuente		Karen Tatiana Ospina Granobles, Estudiante de maestría en biología.
Ubicación		Inicialmente en la Universidad del Valle, pero se trasladó a un espacio privado en la Buitrera, Cali (Valle del Cauca).
Observaciones/otros		Las larvas pueden ser usadas también para consumo humano (usando una dieta especial), para extracción de grasas y de quitina. La estabilidad de una colonia depende de: mantener siempre los distintos estadios y evitar la monogamia (traer nuevos individuos salvajes ocasionalmente).

ANEXO 2: Sistematización de entrevistas a expertos encargados de colonias y/o criaderos de insectos en la Universidad del Valle, sede Meléndez: Colonia de grillos de campo, *Acheta domesticus* a cargo de Sebastián Forero (9 de abril de 2018)

Descripción General de colonia		Colonias de grillos de la especie <i>Acheta domesticus</i> . La colonia se usa principalmente para suplir los laboratorios de docencia en las prácticas de cursos relacionados con entomología. Además, los adultos se usan para alimentar otros organismos/colecciones del departamento (herpetología, zoología, etc.).
Características biológicas	Descripción de organismos	<i>Acheta domesticus</i> , conocido como grillo doméstico, es una especie de Ortóptero originario del sudeste de Asia, pero de extensión cosmopolita. Son criados comercialmente como alimento para animales domésticos y/o humano. El cuerpo de los adultos llegan a medir entre 25-30 milímetros y sus antenas alcanzan la longitud de su cuerpo.
	Dieta	Son omnívoros. En la colonia, son alimentados con vegetales, comida para perros/gatos (triturada), frutas y avena. La comida es retirada aproximadamente cada tres días (cuando hay heces en el terrario).
	Aspectos reproductivos	Presentan dimorfismo sexual, siendo los machos más pequeños y con un par de apéndices al final del abdomen, mientras las hembras, de mayor tamaño, cuentan en su abdomen con un ovipositor de hasta 20 milímetros. Los machos generan un sonido por la fricción de sus alas. Las hembras ponen 30 huevos por puesta, cuya incubación dura entre 2 a 3 semanas.
	Condiciones micro climáticas	Las condiciones óptimas de temperatura van de los 18-32° C. Los huevos no eclosionan en temperaturas inferiores a los 18 °C.
	Biología/Etología	Son animales nocturnos, por lo cual se deben mantener en la oscuridad. Muestran predilección por temperaturas elevadas y buscan zonas oscuras para refugiarse. Son sociales y menos territoriales que otras especies de grillos. Cuando su alimento es escaso o hay hacinamiento, pueden presentar conductas caníbales. El grillo tarda siete semanas en ser adulto, y pasa por siete mudas.
Riesgos	Factores bióticos	Pueden sufrir de ácaros, hongos, especialmente de entomopatógenos como <i>Chordiceps sp.</i> Los estadios deben mantenerse separados, para evitar problemas de canibalismo. Pueden ser predados por arañas pequeñas.

	Factores abióticos	Las condiciones de humedad deben controlarse: evitándose el exceso de agua, para evitar la proliferación de hongos y bacterias.
Aspectos técnicos de mantenimiento	Recursos objetuales	Recipiente de 30x50 centímetros con una profundidad de 40 cm aprox. Cada terrario cuenta con una base de cisco, bebederos (recipientes con algodón húmedo), caja de oviposición (aserrín humedecido protegido con malla metálica) y panales de huevo para que los adultos se oculten. Con malla en la tapa superior, que tiene una capa adicional de muselina (respiración y protección contra predadores).
	Higiene/asepsia	Limpieza del terrario cada cuatro meses aproximadamente. Sistema de bebedero se cambia cada dos semanas para evitar proliferación de hongos.
Aspectos de procesamiento		No aplica.
Fuente		Sebastián Forero, Monitor de la colonia de <i>Acheta domestica</i> , de la Universidad del Valle.
Ubicación		Universidad del Valle, Sede Meléndez, departamento de Entomología.
Observaciones/otros		Es importante incorporar individuos silvestres, para evitar la endogamia.

ANEXO 3: Sistematización de entrevistas a expertos encargados de colonias y/o criaderos de insectos en la Universidad del Valle, sede Meléndez: Colonia de escarabajos de la familia Dermestidae, a cargo del Doctor Wilmar Bolívar (9 de abril de 2018)

Descripción General de colonia		Colonia de escarabajos de la familia Dermestidae. Estos escarabajos son necrófagos, por lo que son aprovechados en las colecciones zoológicas para el aclaramiento de huesos, es decir, para que se alimenten de tejidos adheridos a los huesos.
Características biológicas	Descripción de organismos	Los derméstidos son una familia de coleópteros con cerca de 1000 especies descritas. Entre estas, algunas son usadas en colecciones zoológicas para la limpieza de tejidos; principalmente el género <i>Dermestes</i> .
	Dieta	Necrófagos estrictos. Son alimentados con pescado (secado en horno), aproximadamente cada 2 semanas como dieta regular además de los animales que requieren ser preparados.
	Aspectos reproductivos	Se introducen individuos silvestres eventualmente para garantizar la variabilidad genética.
	Condiciones micro climáticas	A temperatura ambiente y sin condiciones especiales.
	Biología/Etología	Adultos e inmaduros, se mantienen en el mismo terrario (no hay separación).
Riesgos	Factores bióticos	La endogamia, que se evita con la introducción de adultos o inmaduros silvestres.
	Factores abióticos	Sin cuidados especiales.
Aspectos técnicos de mantenimiento	Recursos objetuales	Terrario de vidrio, cubierto con tapa de vidrio. Sustrato de algodón, con cajas-bebederos con algodón humedecido con agua. Panales de huevo sobre los cuales se deposita alimento.
	Higiene/asepsia	Cada 2 o 3 meses. Cambio de algodón y retiro de individuos muertos.
Aspectos de procesamiento		N/A
Fuente		Wilmar Bolívar, PhD., Profesor titular, sección de zoología, Universidad del Valle.

Ubicación	Sección de Zoología, departamento de biología, Universidad del Valle, sede Meléndez.
Observaciones/otros	Terrario mantenido sin condiciones especiales, y sin cuidado minucioso, solo para el propósito mencionado.

ANEXO 4: Formato de entrevista. Cuestionario realizado a la psicóloga social de la comunidad Nasa en Toribío (Cauca), Daliana López Gutiérrez (14 de Septiembre de 2018).

1. ¿Cuántas personas conforman una familia típica campesina en Toribío?
2. ¿Cuáles son sus actividades económicas principales?
3. ¿Es importante el cultivo de autoabastecimiento para la comunidad Nasa? Si sí,
¿Que alimentos cultivan comúnmente?
4. ¿Es importante la cría de animales para el autoabastecimiento en la comunidad Nasa? Si sí, ¿Que animales se crían comúnmente?
5. ¿Qué dieta poseen normalmente?
6. ¿Están estratificadas las casas/hogares de la comunidad Nasa? ¿Cuál es el estrato socio-económico predominante?
7. ¿Tienen acceso a servicios básicos como energía, agua, alcantarillado o gas natural?
8. ¿Hay acceso a productos de la canasta familiar (tiendas o supermercados)?
9. ¿Qué tan fácil es el abastecimiento de productos de la canasta familiar?
10. ¿Hay alguna evidencia de inseguridad alimentaria?

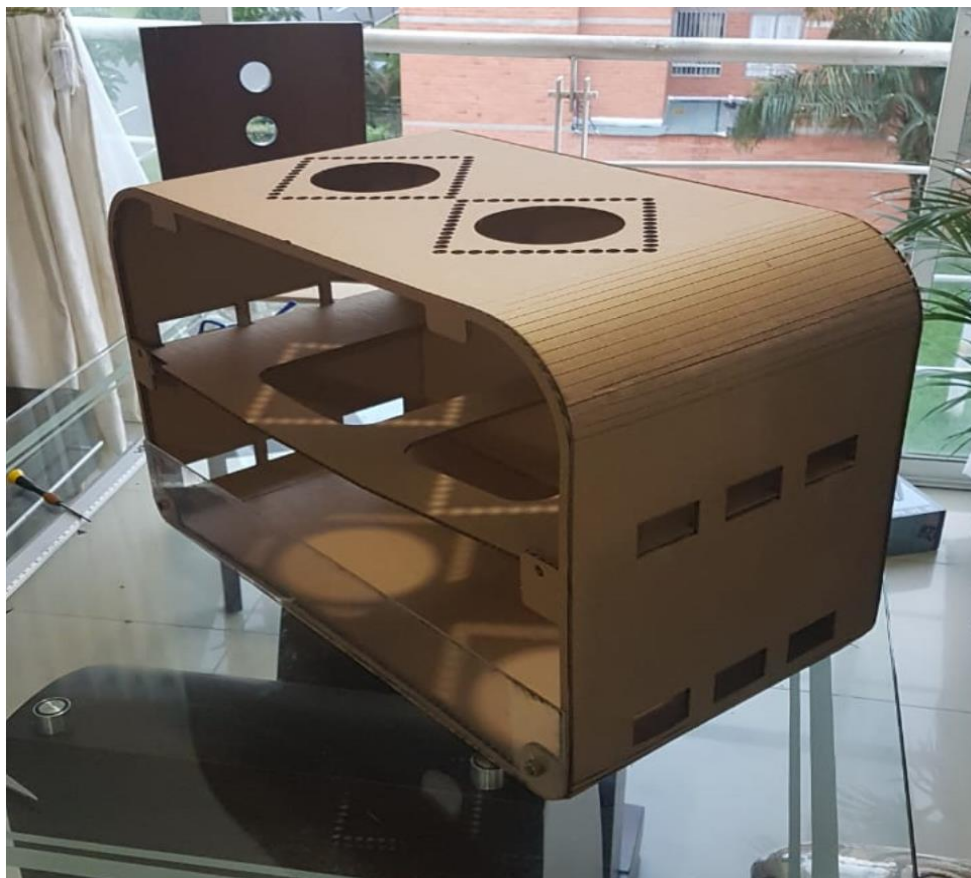
ANEXO 5: Matriz interpretación conclusiones en requerimientos y determinantes (DE).

Conclusión	Requerimiento/ Determinante
Es posible el desarrollo de colonias de insectos de manera artificial	El sistema debe permitir la cría de insectos, replicando lo mejor posible las condiciones micro climáticas naturales del insecto. (DE)
La cría de insectos puede ser destinada no sólo a consumo humano y animal, sino además para elaboración de productos cosméticos y medicinales.	El sistema debe permitir la producción de carne de insectos para consumo humano. (DE) Es deseable, que se puedan aprovechar los insectos para otros fines productivos (aprovechamiento óptimo) (DESEO).
La cría de insectos requiere menor cantidad de recursos para su sostenibilidad.	El sistema permite la cría de insectos, usando el mínimo de recursos posibles (agua, alimento y energía) (DE).
Existe posible aversión al consumo de insecto sin procesamiento.	El sistema permite el pos-procesamiento de los insectos criados (i.e. piensos) (DE).
Algunos insectos son criados en cautiverio, la facilidad de crianza depende de la especie, de las condiciones medioambientales y de aspectos técnicos.	Es deseable que el sistema sea flexible respecto a las especies a usar en la cría (que no solo funcione para una especie de insecto) (DESEO).
La mayoría de insectos comestibles se desarrollan en entornos tropicales.	El sistema debe ser replicable (permitir la cría) por lo menos, en ecosistemas tropicales y neotropicales (DESEO).
Su uso en cadenas de producción en masa depende de características tales como la robustez y contenido proteico del animal, además del tiempo para alcanzar su máximo de biomasa.	El sistema debe posibilitar que el insecto alcance su mejor tasa de biomasa (mayor robustez y contenido nutricional posible) (DE).
Es necesario un cambio en el paradigma del consumo de insectos.	El sistema debe desde sus componentes funcional-operativo, técnico-productivo y estético-comunicativo potenciar y facilitar el consumo final de insectos (DE).
La resistencia a enfermedades y la eficiencia en la transformación de material vegetal en proteína animal, convierte a los insectos en una excelente alternativa alimenticia.	El sistema debe garantizar las condiciones óptimas de vida y reproducción de la colonia.
La cría de insectos para consumo humano puede darse a distintas escalas dependiendo del manejo y las necesidades a suplir: familiar/individual,	El sistema puede ser usado en entornos familiares y/o personales, para suplir las necesidades de alimentación básicas (SAN) (DE).

para aprovechamientos que requieren espacios menores a un metro cuadrado; e industriales, para instalaciones que requieren un espacio mayor.	
Los elementos básicos para la cría de insectos incluyen: recipientes/instalaciones para alojar y proteger los individuos, sistemas o elementos para la hidratación de los animales, recipientes o espacios para la ubicación de alimento y sistemas para los procesos de apareamiento y/o oviposición de los adultos.	El sistema debe contar con los elementos básicos para la cría de insectos (DE).
Los insectos comúnmente criados en la actualidad (ortópteros, coleópteros y dípteros), requieren de procesos sencillos para su mantenimiento, además cuentan con índices de reproducción elevados.	El sistema permite la producción de colonias de insectos de manera sencilla y fácil de mantener y permite altos índices de reproducción de los individuos (DE).
Los ortópteros de la especie <i>Acheta domesticus</i> y del género <i>Gryllus</i> , son los más usados para colonias destinadas al consumo humano, por sus facilidades de mantenimiento y cría en comparación con otros grupos de insectos.	El sistema objetual debe permitir al usuario tener la claridad sobre el tipo de insecto idóneo para el que se ha planteado el sistema (DE).
Es importante que los criaderos de insectos sean sencillos (en cuanto a cantidad de elementos del sistema), facilitándose así procesos de mantenimiento, asepsia y alimentación.	El sistema debe estar compuesto por el mínimo de elementos (ser sencillo), de manera que se facilite el mantenimiento, la asepsia y el uso (DE).
La sencillez en las tecnologías usadas en los sistemas de cría, y la facilidad de reproducir ciertas especies aptas para consumo humano, permite procesos de diseño horizontal, donde los recursos objetuales para la instalación de las colonias, pueden provenir directamente de los usuarios finales.	El sistema debe contar con piezas fáciles de conseguir en el contexto para el cual se plantea o permitir la posibilidad de ser reemplazadas de manera horizontal (por el usuario) (DE).
La automatización de los criaderos, que permita menos intervención antrópica durante el proceso de cría, es fundamental para mejorar el crecimiento y viabilidad de las colonias, además de disminuir los riesgos por mala manipulación de las mismas.	El sistema permite mantener las condiciones óptimas de la colonia, aminorando lo más posible el contacto entre el usuario y los insectos (DE).
La cría de insectos para consumo humano, puede integrarse con sistemas cíclicos donde se aprovechan de forma sustentable los recursos (acuaponía).	Es deseable, que el sistema pueda integrarse con otros procesos de sostenimiento de los usuarios (i.e. aprovechamiento de residuos orgánicos, producción de abonos, etcétera) (DE).

Es importante conocer la biología de la especie a criar, para garantizar el éxito de la colonia: principalmente conocer aspectos de alimentación, temperatura, humedad relativa y conducta reproductiva idóneas para la especie a criar.	El sistema debe permitir la crianza, permitiendo el control (por parte del usuario), de las condiciones idóneas para el mantenimiento y desarrollo de la colonia desde factores bióticos y abióticos: alimentación, temperatura, humedad relativa y aspectos de reproducción (DE).
Los insectos destinados a consumo humano deben ser preferiblemente Fitófagos (Alimento a base de plantas).	El sistema debe permitir al usuario comprender cuál es el insecto que debe criar (para qué especie está hecha el sistema), y poder identificarlo fácilmente (evitar confusiones interespecíficas) (DE).
Es importante el control de la endogamia en colonias artificiales.	El usuario del sistema debe tener la posibilidad de renovar los individuos de la colonia (generaciones nuevas).
Las etapas de cría en algunas especies se deben controlar por presentarse conductas caníbales dentro de las colonias.	El sistema debe permitir la separación de estadios de los insectos, que puedan presentar conductas antagonistas (DE).
La asepsia es de importante cuidado ya que puede conllevar a la total destrucción de una colonia por proliferación de hongos u otros agentes patógenos o microbianos.	El sistema debe evitar al máximo la proliferación bacteriana y fúngica dentro de la colonia (DE).
Los tiempos de alimentación varían según especie y están supeditados al tamaño de la colonia.	El usuario debe comprender bien el funcionamiento del sistema y la forma de mantenimiento de las condiciones técnicas y operativas del sistema (tiempos de limpieza, alimentación, etcétera) (DE).
Los procesos de cuidado pueden ser automatizados en cierto nivel, pero se requiere de atención humana constante.	El sistema debe ser lo más automatizado posible (DESEO).
La producción industrial no presta gran atención al espacio necesario para el óptimo desarrollo del insecto, buscando solo la cantidad de producto producido.	El sistema debe presentar las dimensiones espaciales mínimas para el mantenimiento y desarrollo de la colonia (espacios adecuados por individuo) (DE).
Algunas especies dependen de especificaciones técnicas puntuales en el desarrollo de su hábitat (materialidad de los sustratos, ángulos respecto a accesos, entre otros) según conductas etológicas.	La forma y elementos que constituyen el sistema, deben permitir el mantenimiento y desarrollo adecuados de la colonia (DE).
Es importante garantizar la protección de la colonia frente a depredadores (parasitoides, mamíferos, aves, artrópodos, etc.)	El sistema debe aislar de manera efectiva los individuos de la colonia para evitar la predación por parte de otros animales (DE).

ANEXO 6: Fotos de maquetas, prototipos y ensayos para comprobaciones funcionales y formales del sistema KRIWE.



Construcción de prototipo en cartón. Foto por: Autores



Construcción de puertas frontales en Acrílico. Foto por: Autores

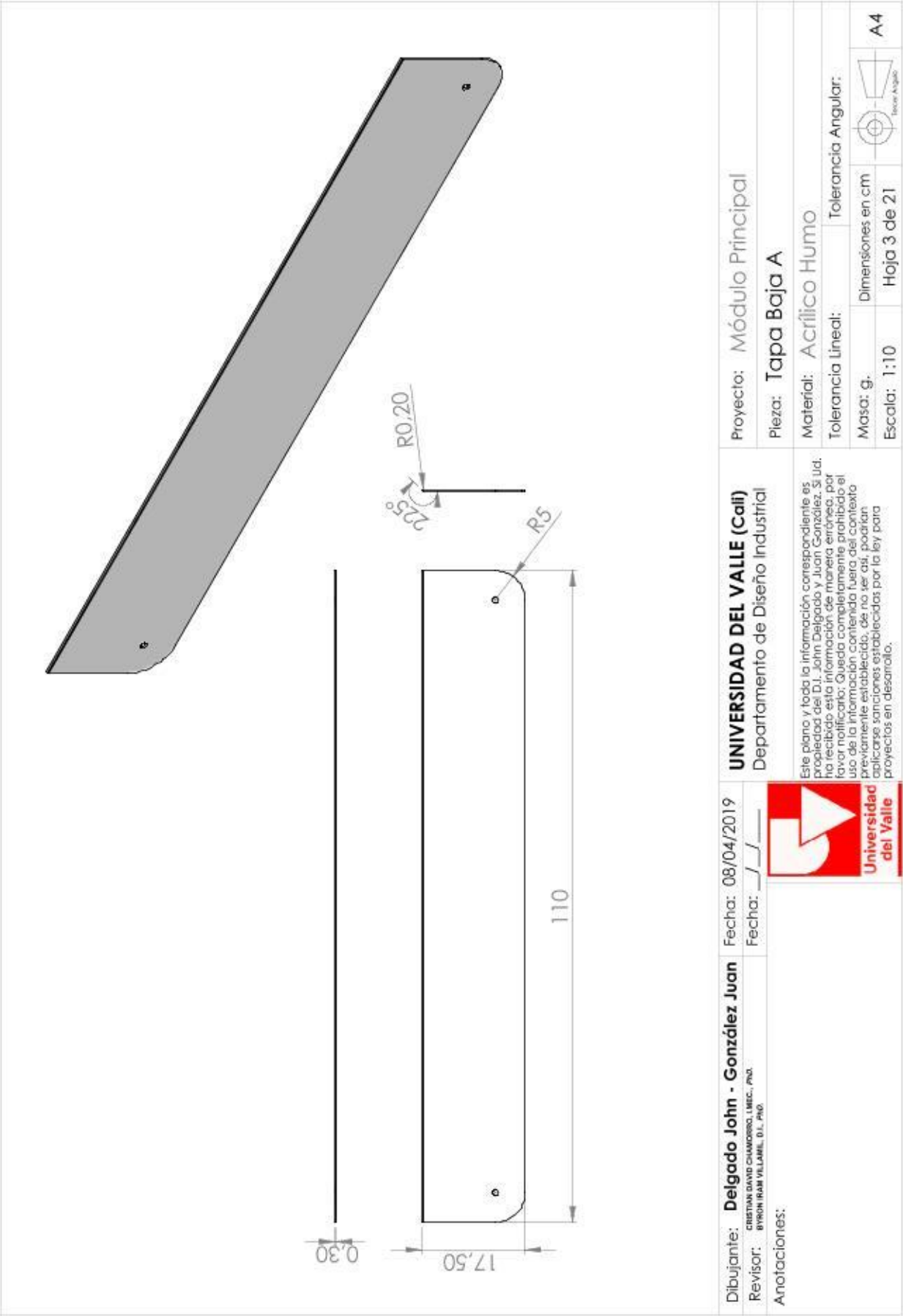


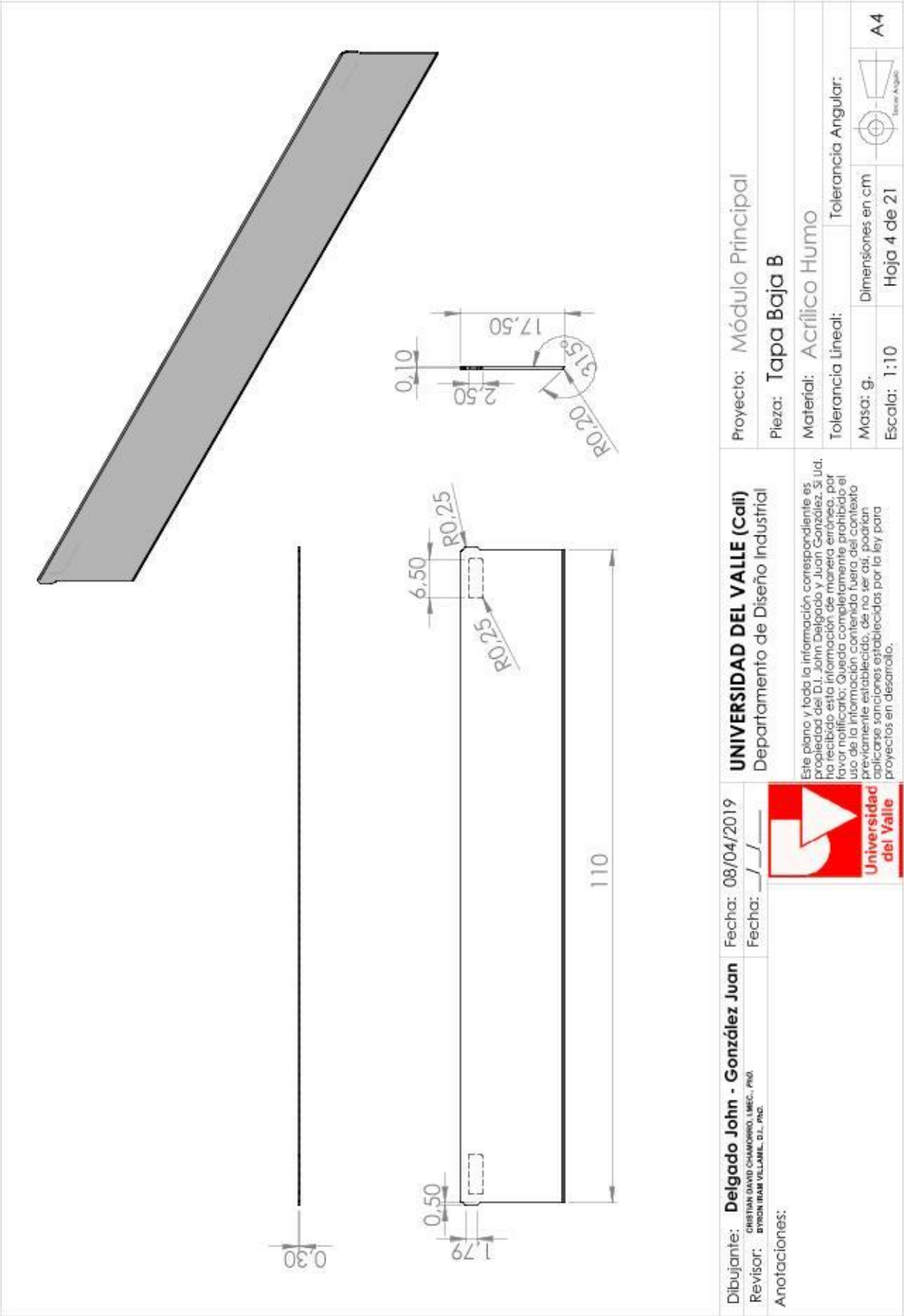
Construcción de Refugios en cartón. Foto por: Autores

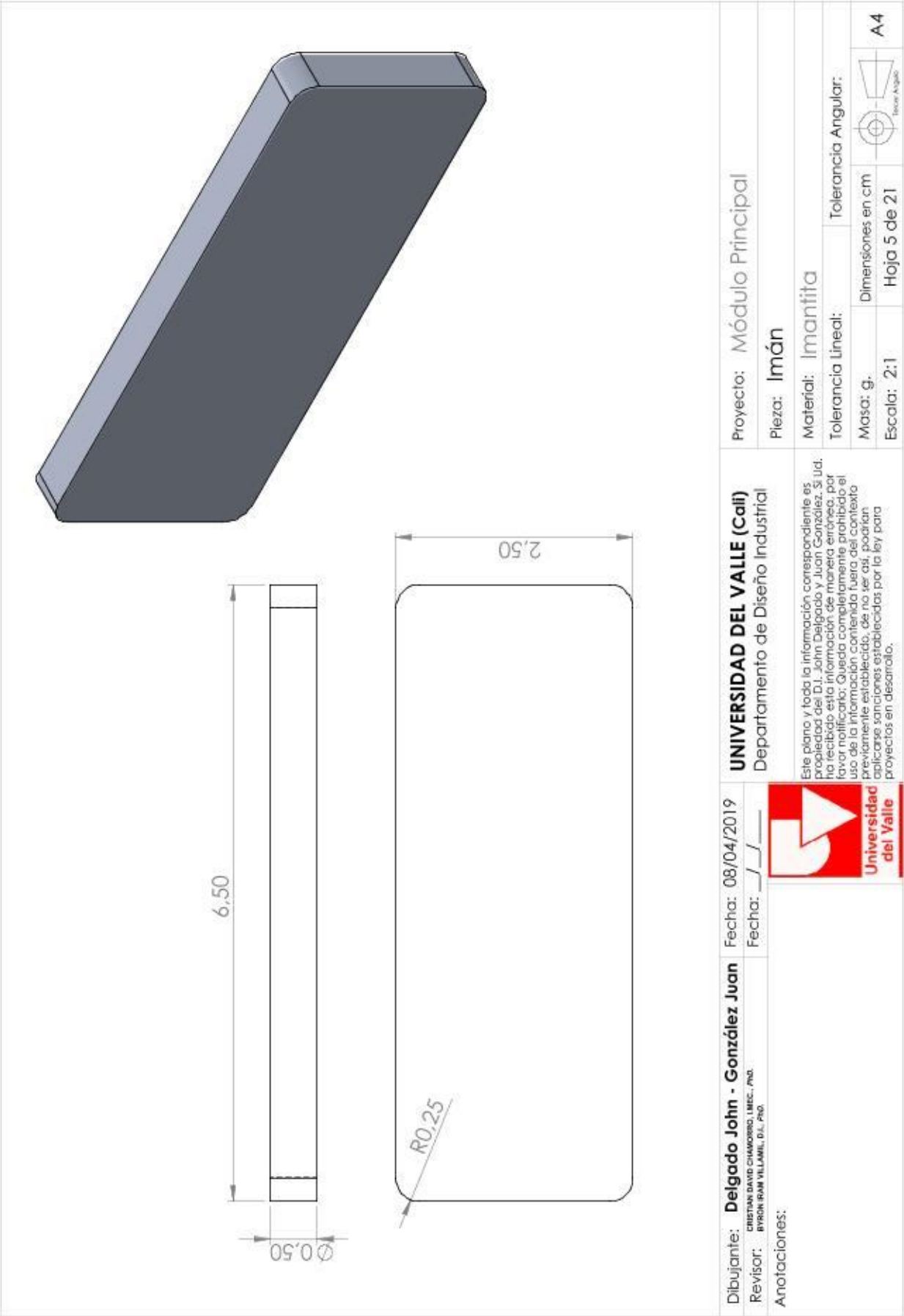


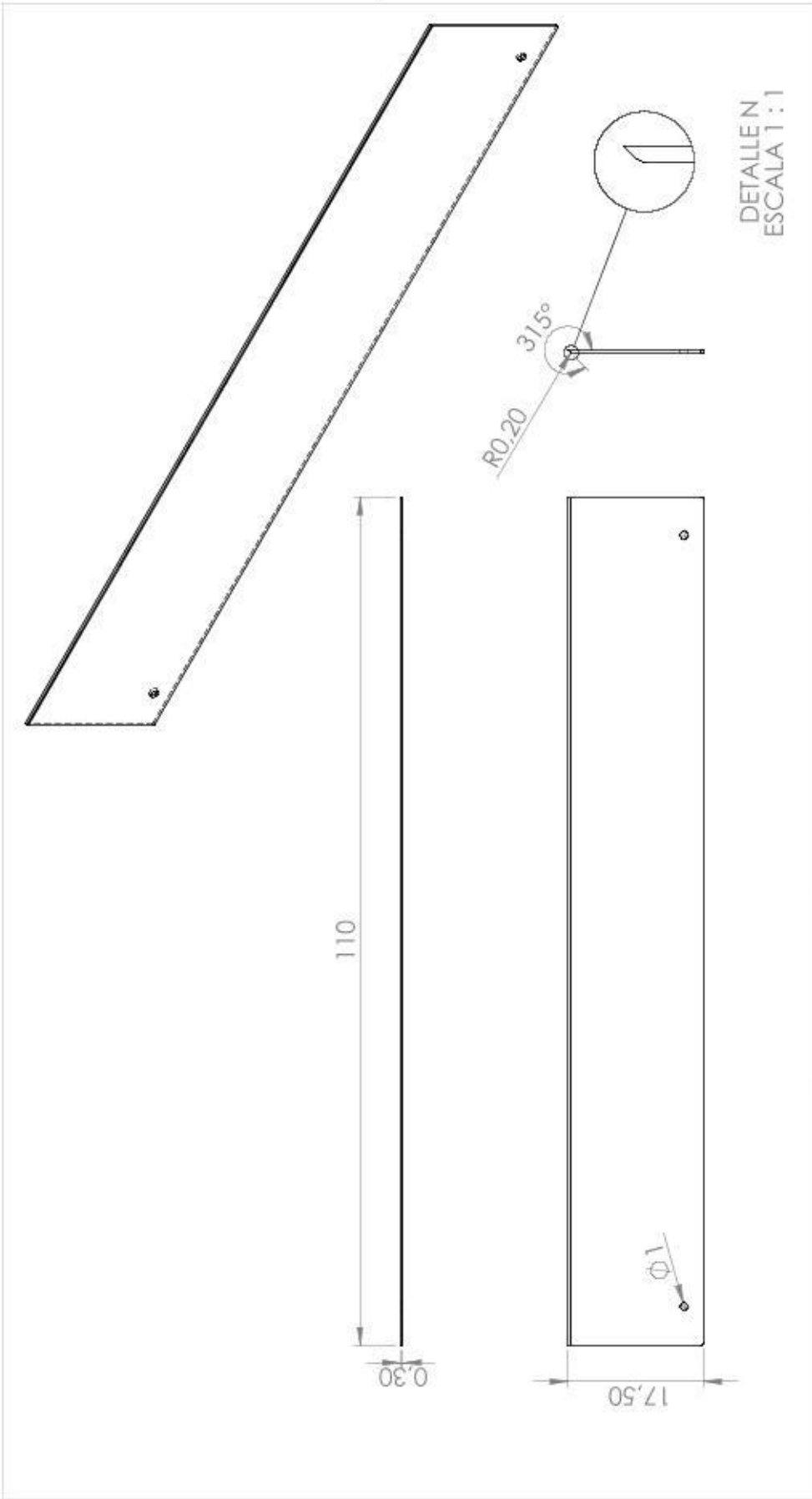
Construcción de Comederos en cartón. Foto por: Autores

ANEXO 7: Planos técnicos de diseño industrial (continúa en página siguiente).

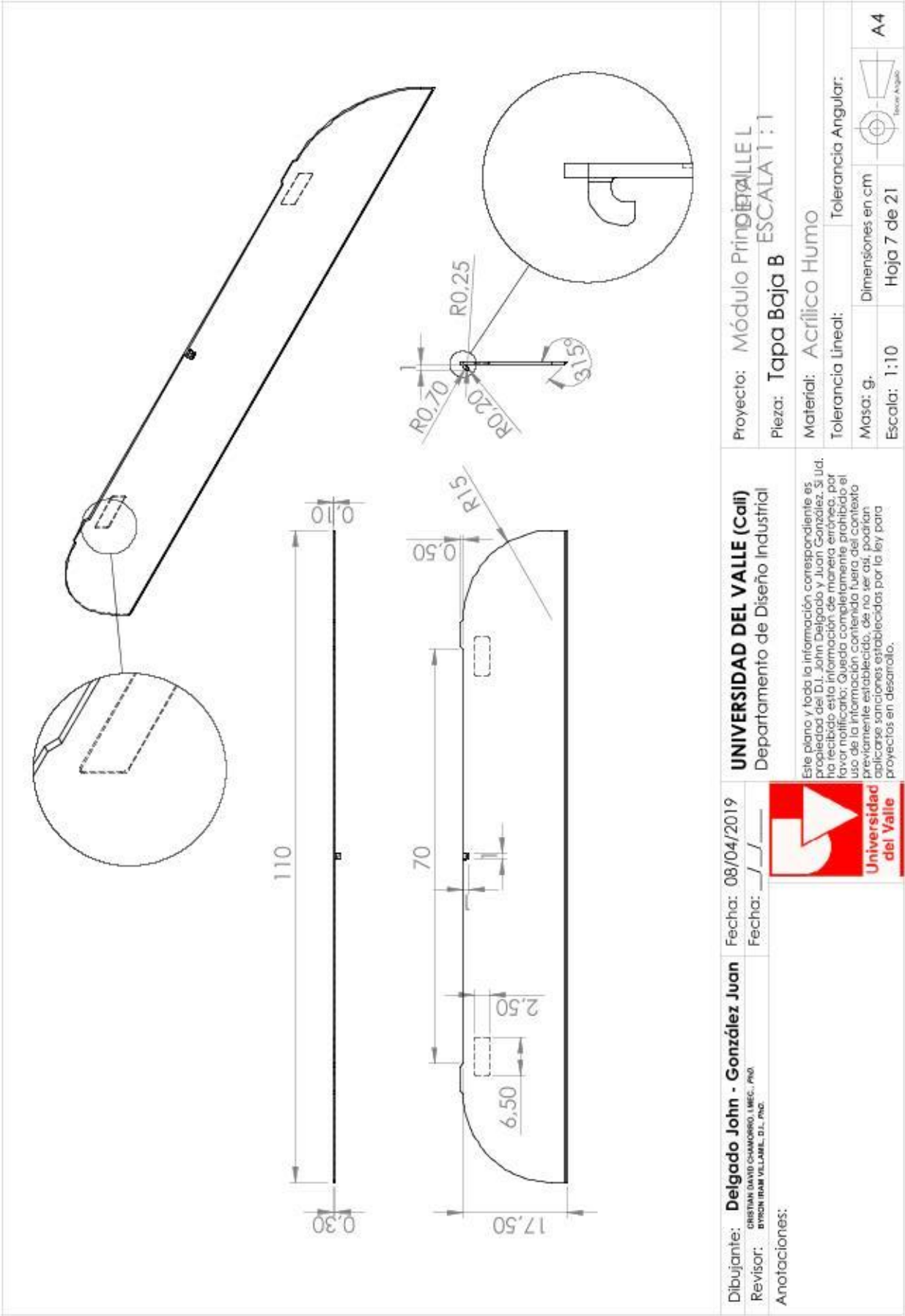


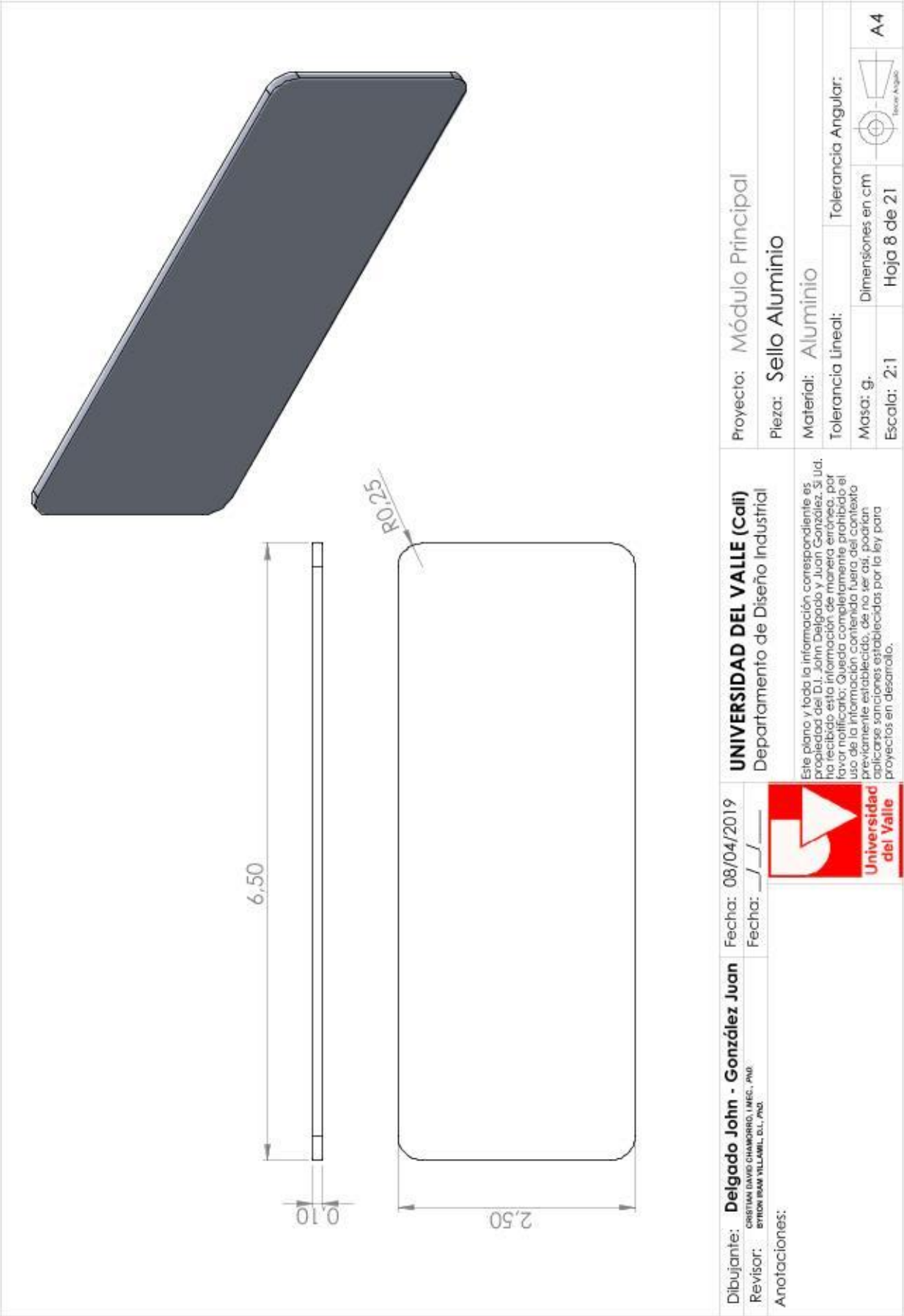


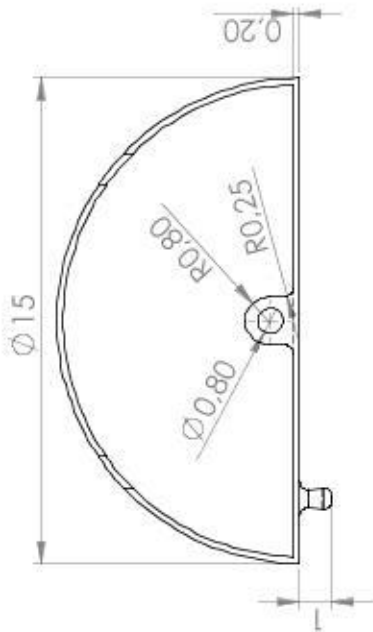
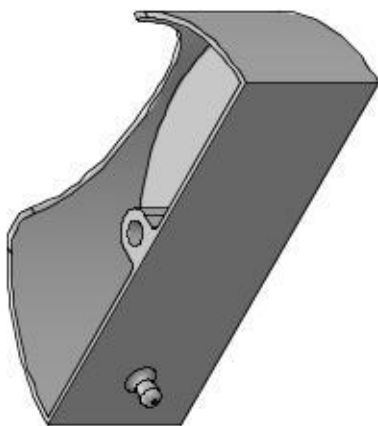




Dibujante: Delgado John - González Juan CRISTIAN DAVID CHAMORRO, L.MEC., PND. BYRON IRAM VILLAMIL, D.L., PND.	Fecha: 08/04/2019 Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial		Proyecto: Módulo Principal
Revisor: Anotaciones:		Pieza: Tapa Alta A		
		Material: Acrílico Humo		
		Tolerancia Lineal:	Tolerancia Angular:	
		Masa: g:	Dimensiones en cm	 A4
		Escala: 1:10	Hoja 6 de 21	



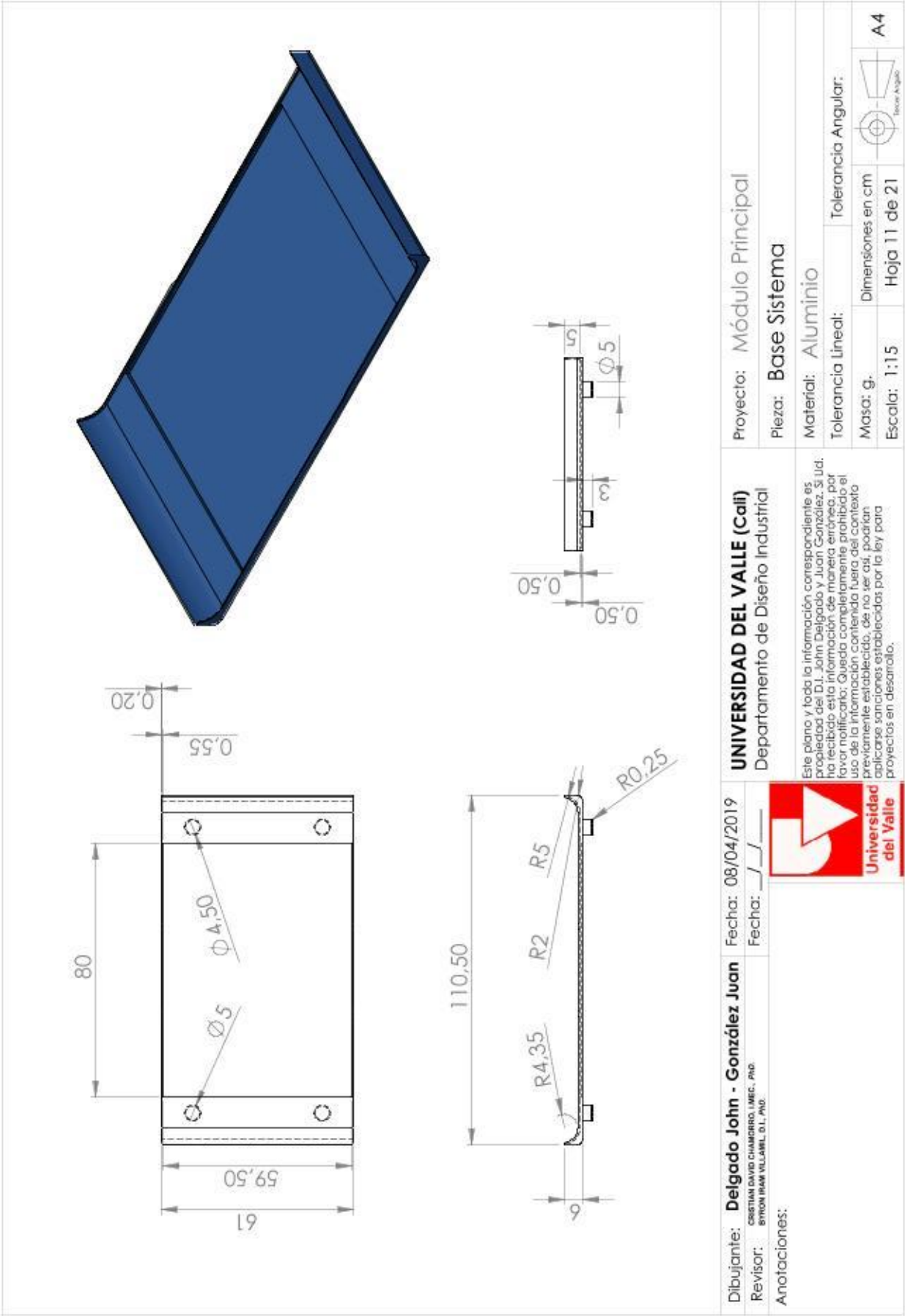


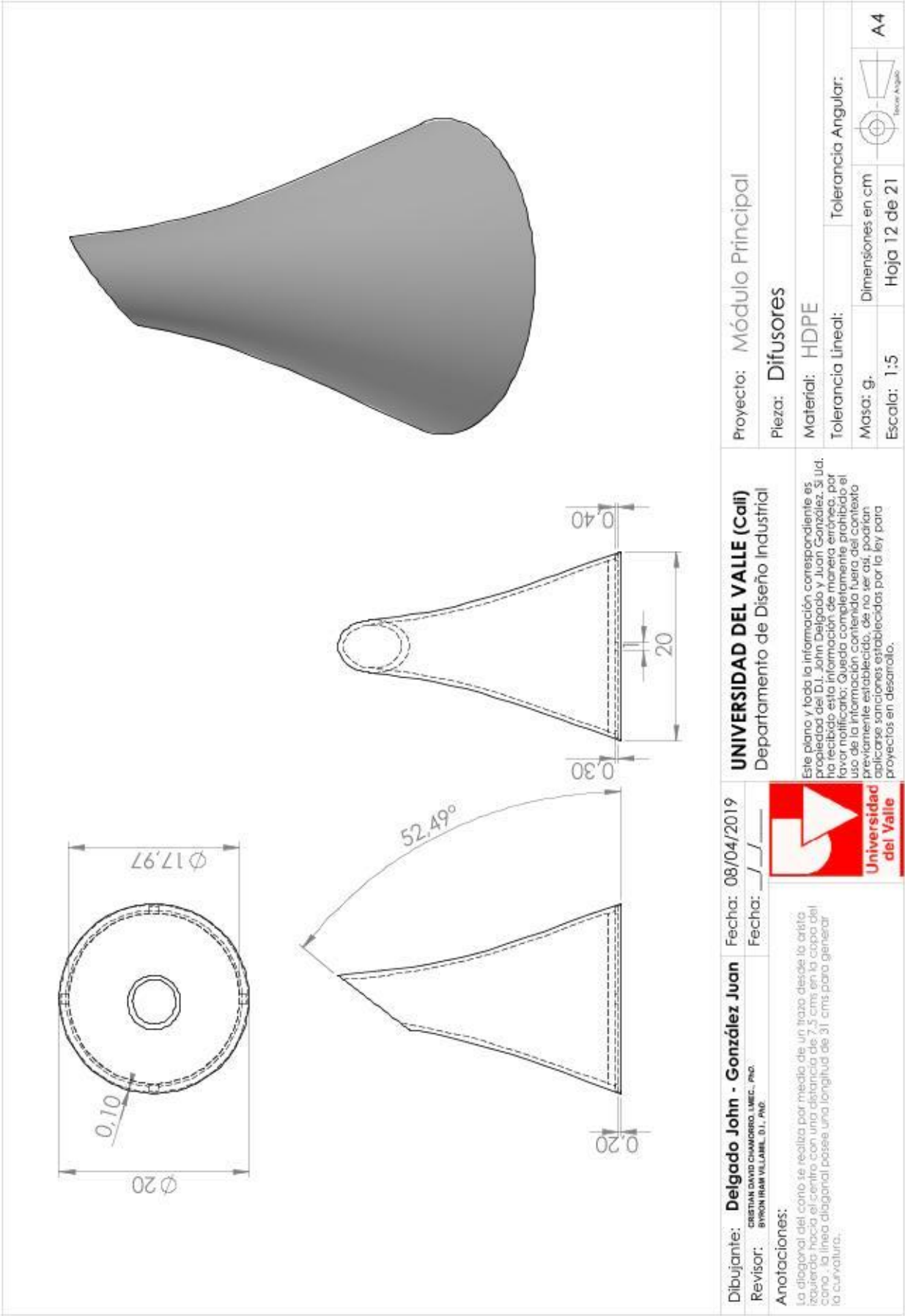


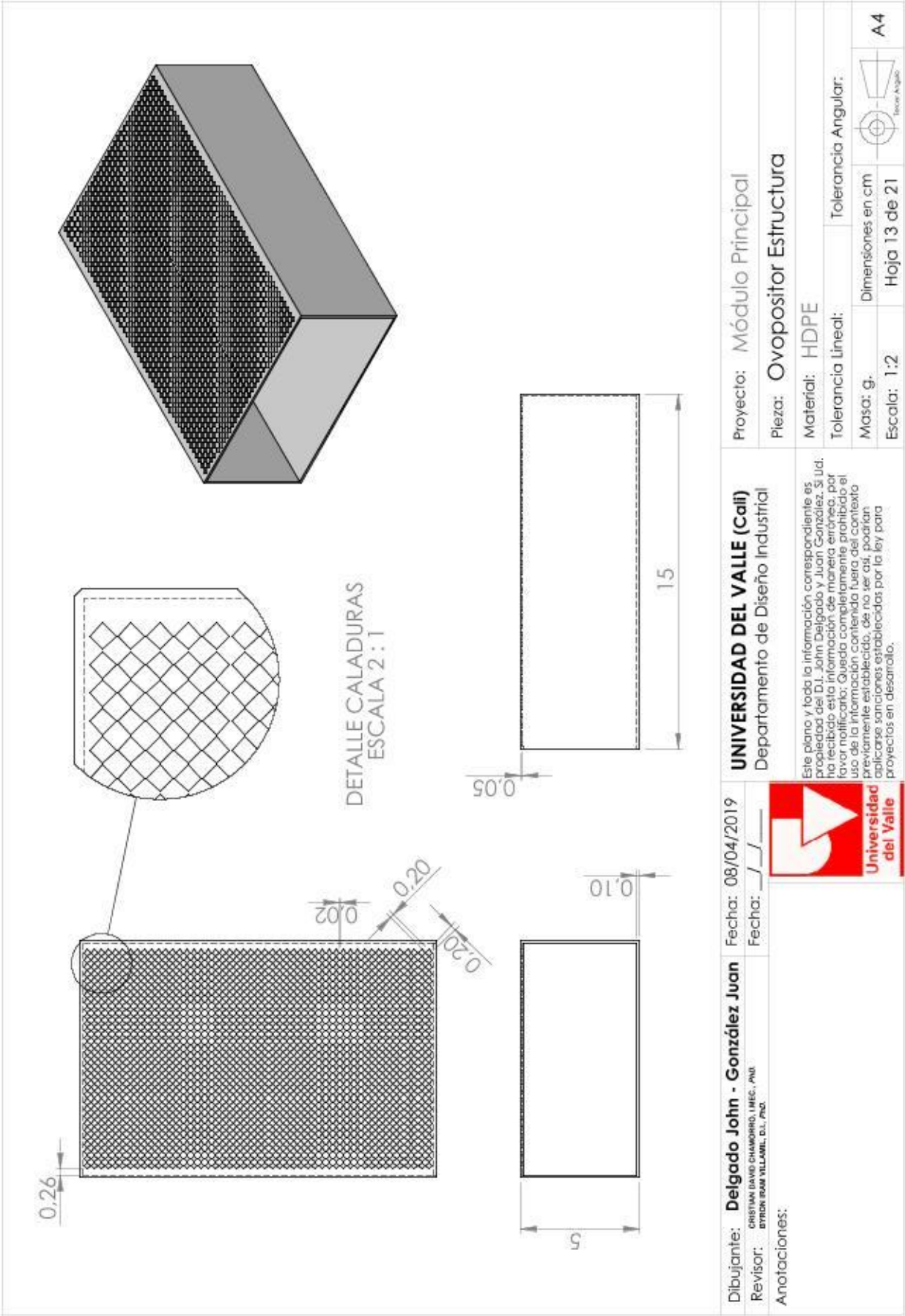
Dibujante: Delgado John - González Juan Cristian David Chamorro, I.MEC., PNO. Byron Ivan Villamil, D.L., PNO.	Fecha: 08/04/2019 Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial	Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.L. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo; Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrían aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.	Proyecto: Módulo Principal	
Revisor:				Pieza: Comederos/Bebederos	
Anotaciones:				Material: HDPE	
				Tolerancia Lineal:	Tolerancia Angular:
				Masa: g.	Dimensiones en cm
		Escala: 1:2	Hoja 9 de 21	 Tercer Angulo	A4

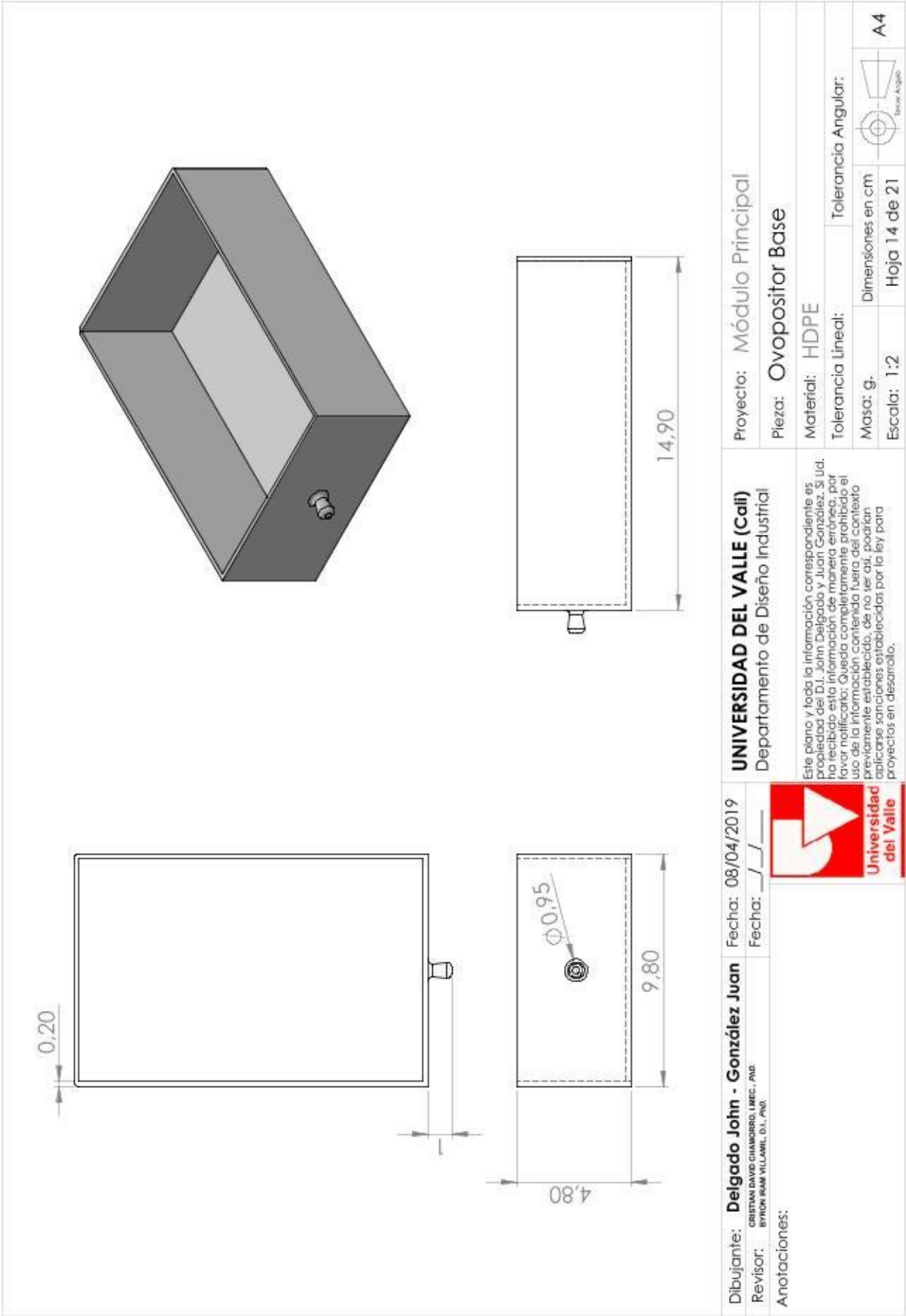
Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.L. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.











Dibujante: Delgado John - González Juan Fecha: 08/04/2019

Revisor: CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I.MEC., AND. BYRON RAM VILLAMIL, D.I., AND. Fecha: / /

Anotaciones:

UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali)
Departamento de Diseño Industrial

Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.I. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.



Proyecto: Módulo Principal

Pieza: Ovopositor Base

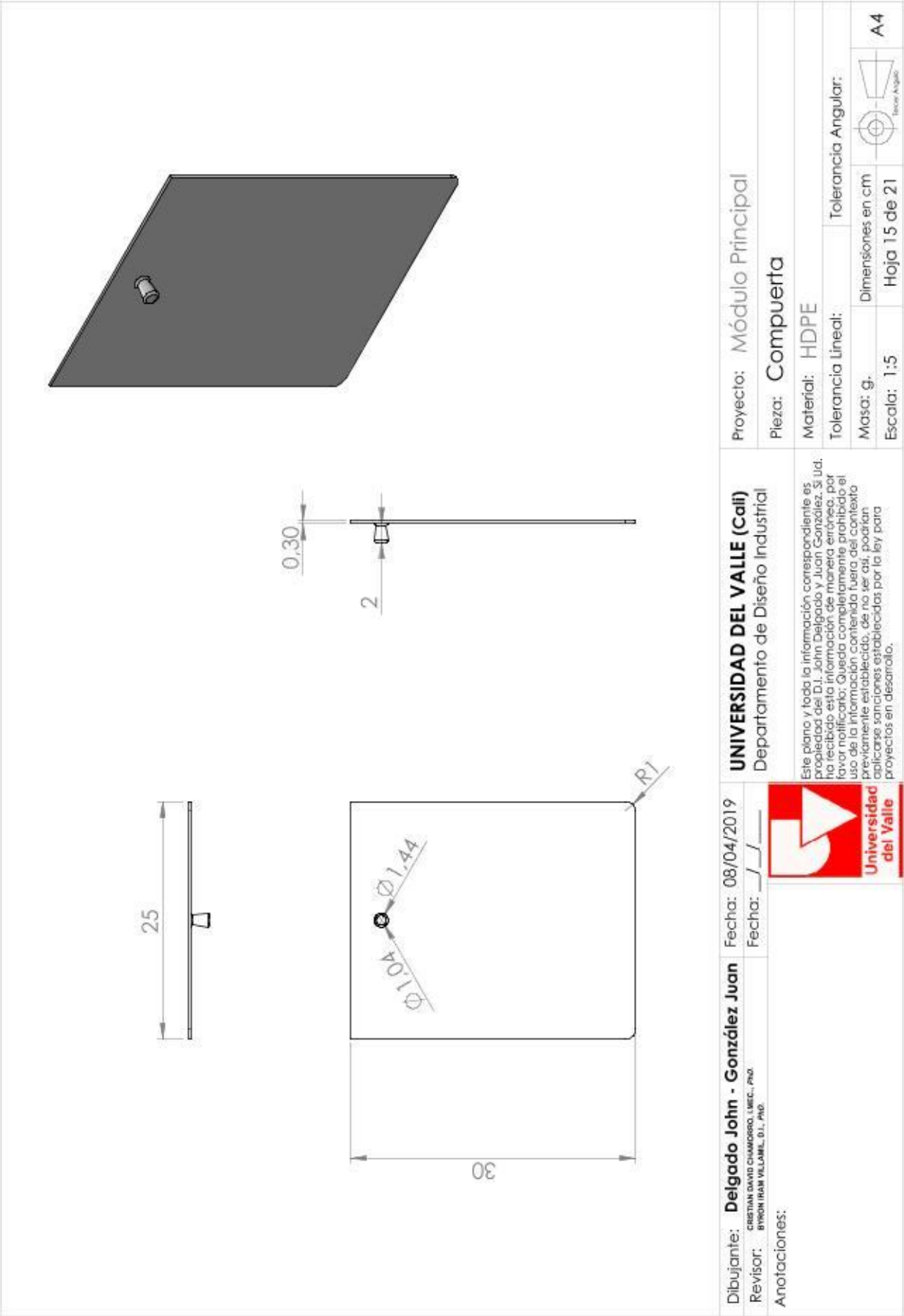
Material: HDPE

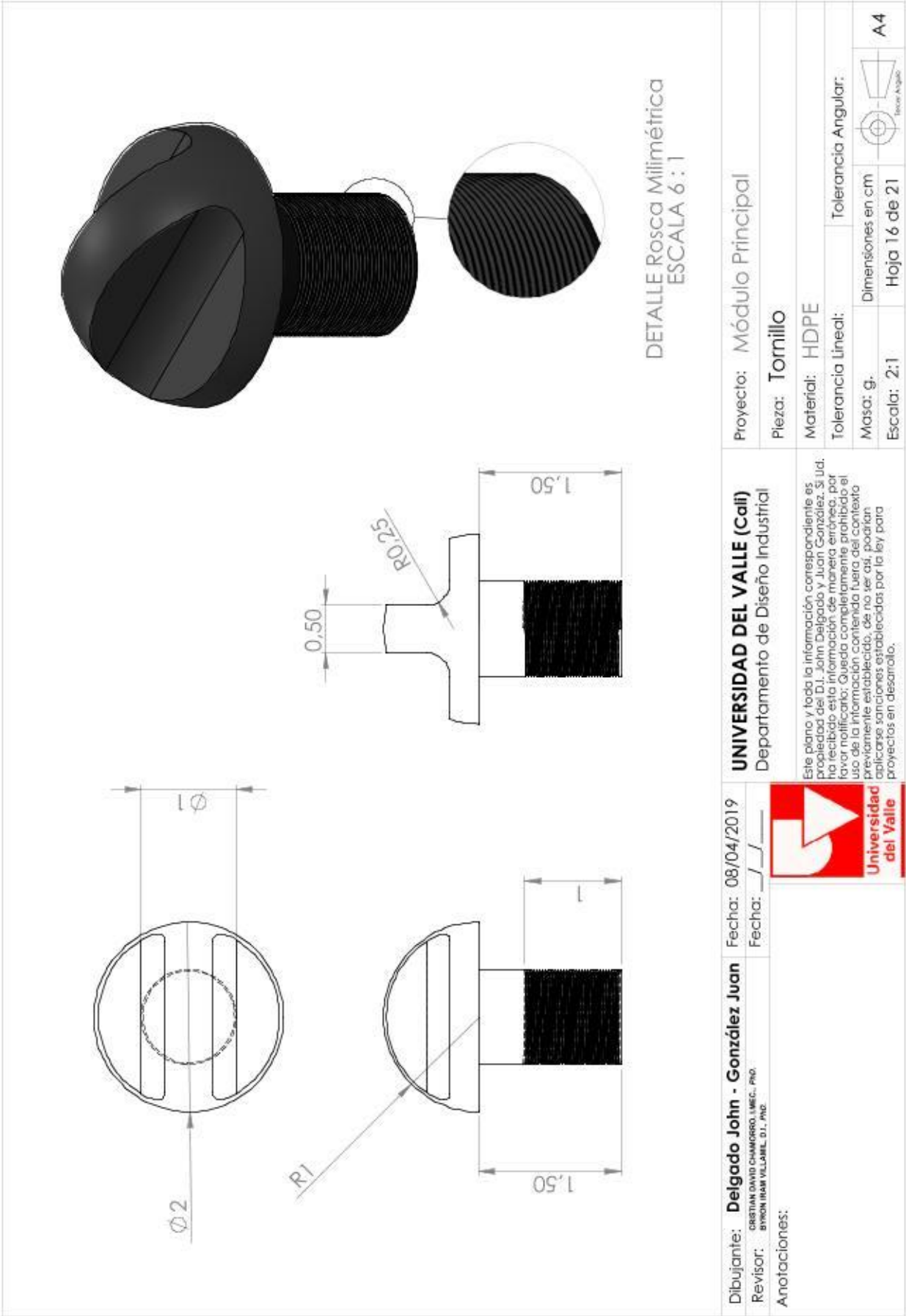
Tolerancia Lineal: Tolerancia Angular:

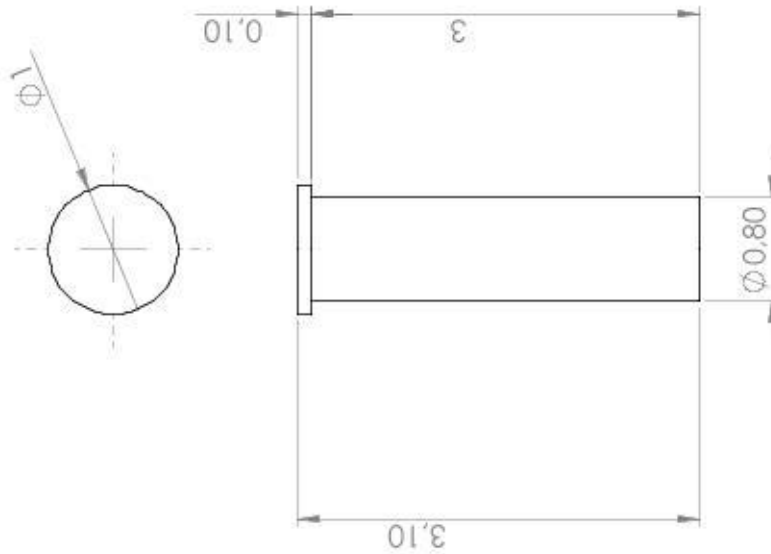
Masa: g: Dimensiones en cm

Escala: 1:2 Hoja 14 de 21

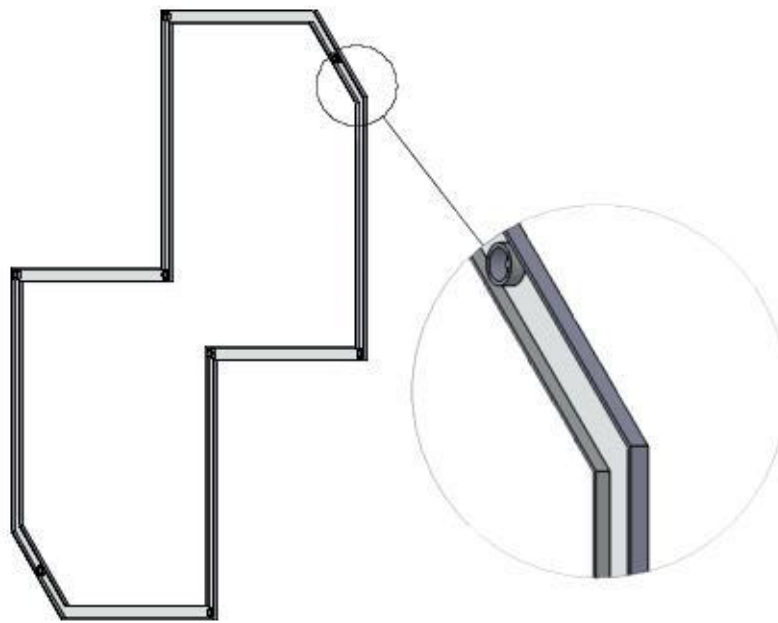




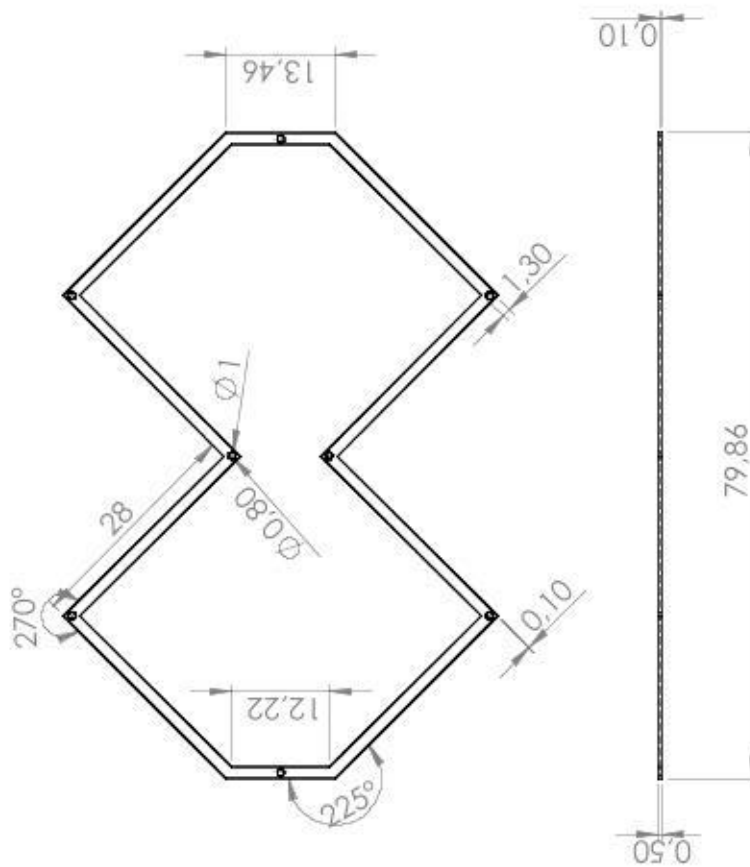




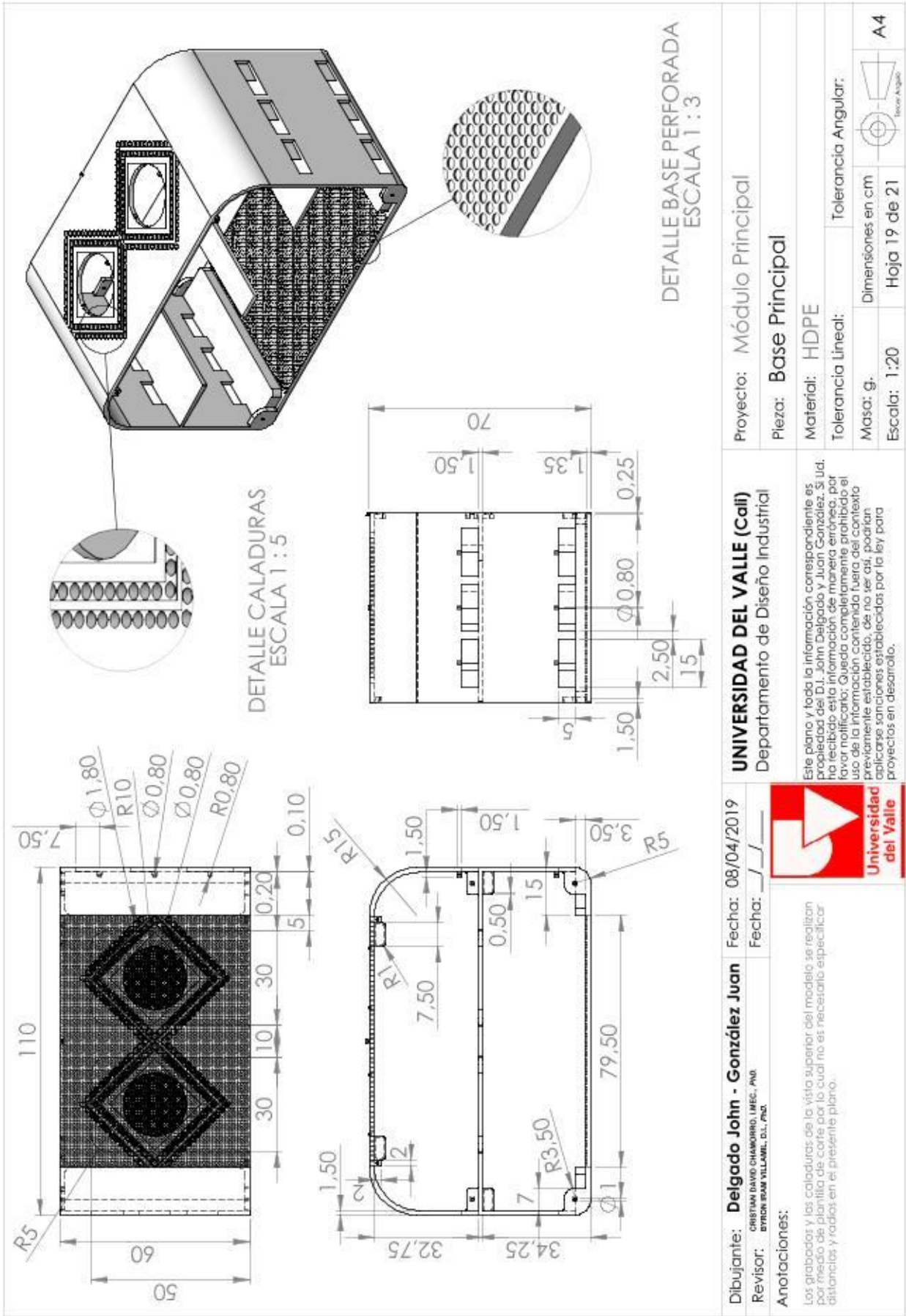
Dibujante: Delgado John - González Juan Revisor: CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I.MEC., PND. BYRON IRAM VILLAMIL, O.I., PND. Anotaciones:	Fecha: 08/04/2019 Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	 Universidad del Valle	UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial			
	Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.I. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.					
	Proyecto: Módulo Principal					
	Pieza: Eje central					
	Material: HDPE					
		Tolerancia Lineal:		Tolerancia Angular:		
		Masa: g.	Dimensiones en cm		 Toler. Angular	
		Escala: 2:1	Hoja 17 de 21			
						

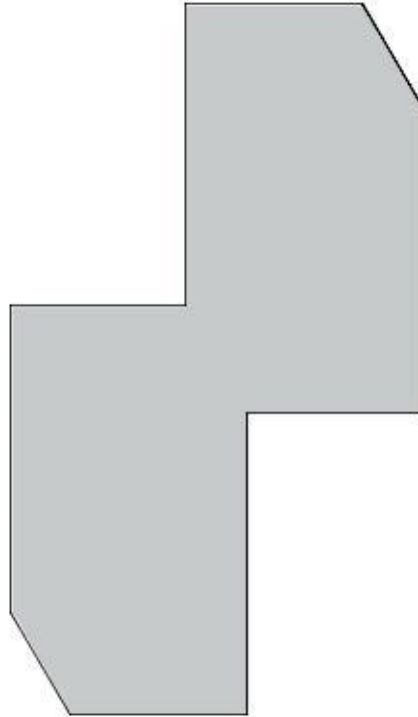
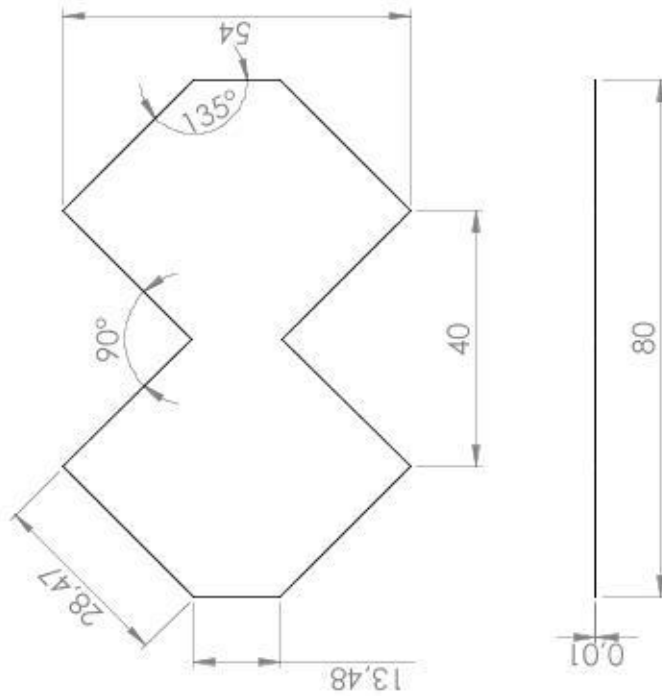


DETALLE MARCO
ESCALA 2:3

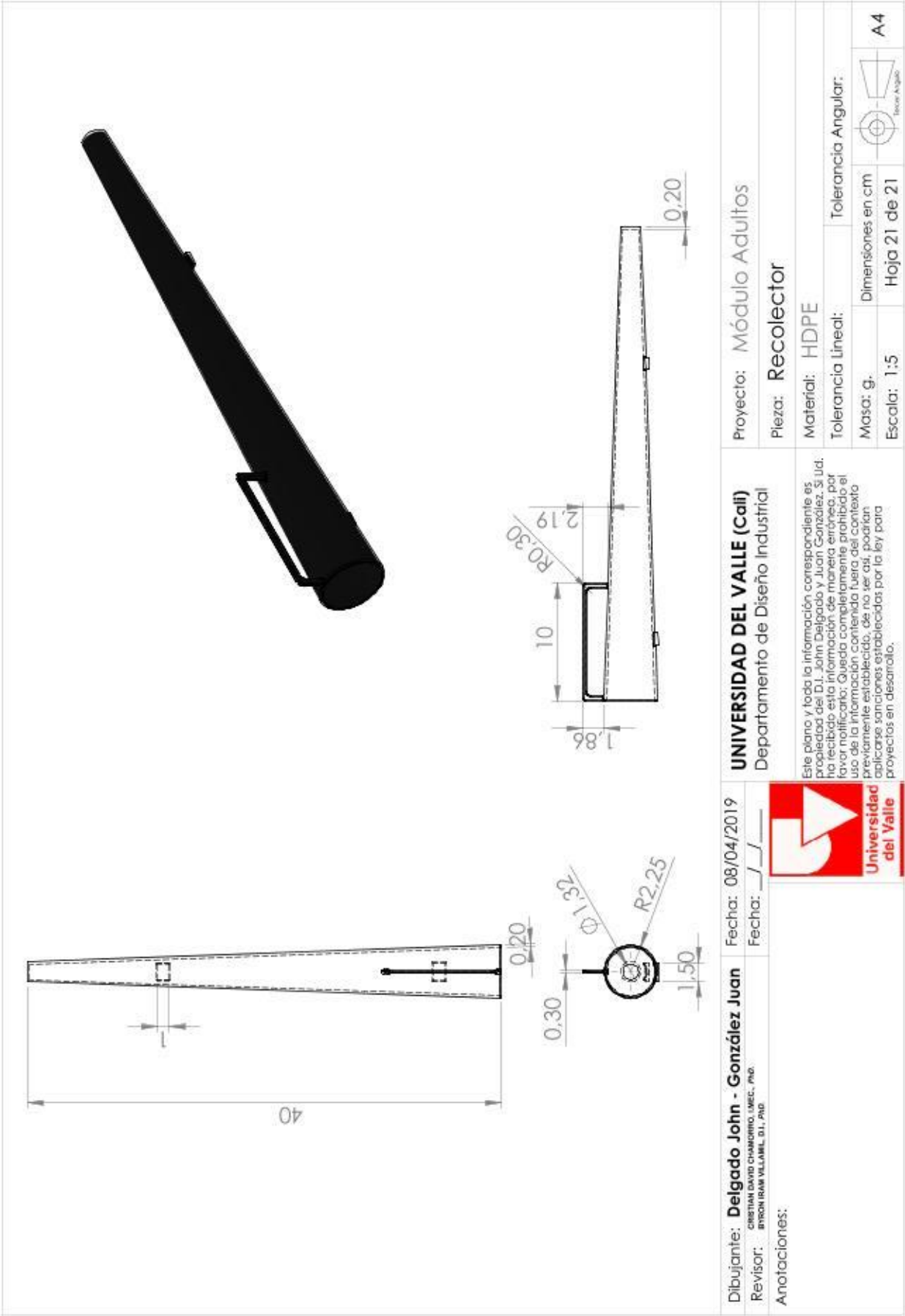


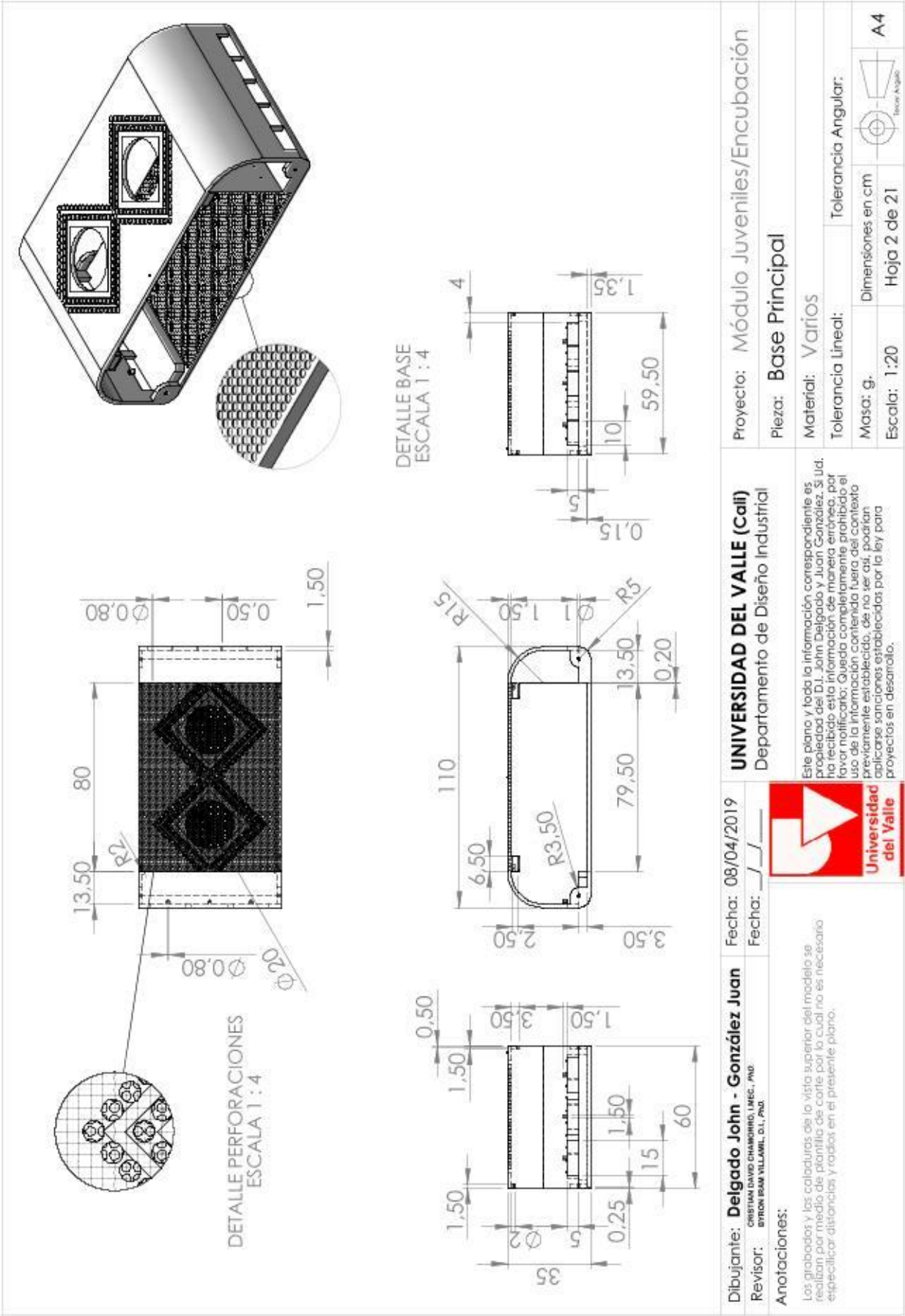
Dibujante: Delgado John - González Juan CRISTIAN DAVID CHAMORRO LIMEC., INC. RYSON INAB VILLAMIL D.L. PRO Revisor: _____ Anotaciones:	Fecha: 08/04/2019 Fecha: <u> </u>/<u> </u>/<u> </u>	 Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.L. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarla. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.	UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial	Proyecto: Módulo Principal Pieza: Marco Malla Material: HDPE Tolerancia Lineal: _____ Tolerancia Angular: _____	 A4
			Masa: g. _____	Dimensiones en cm	
			Escala: 1:10	Hoja 18 de 21	

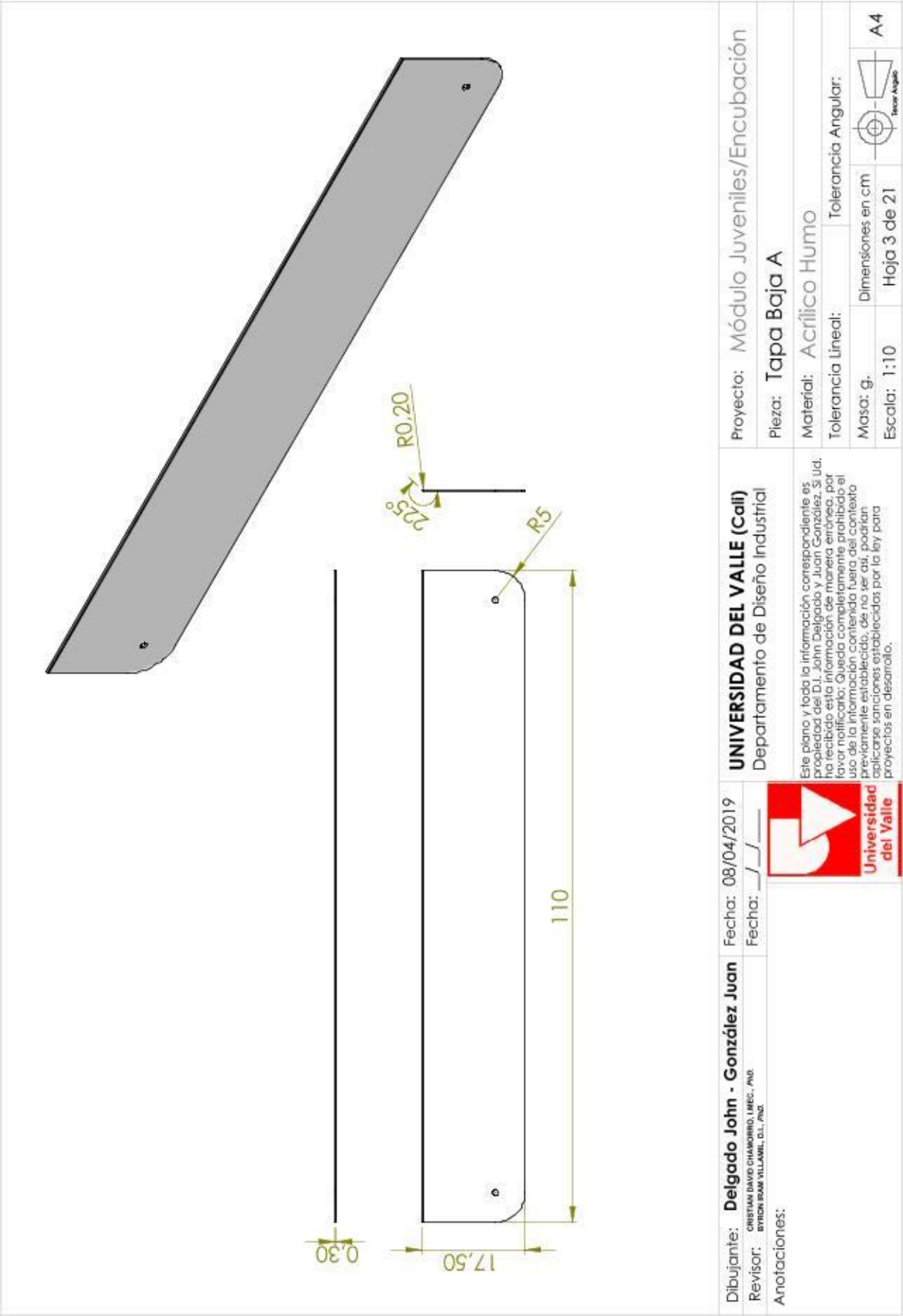


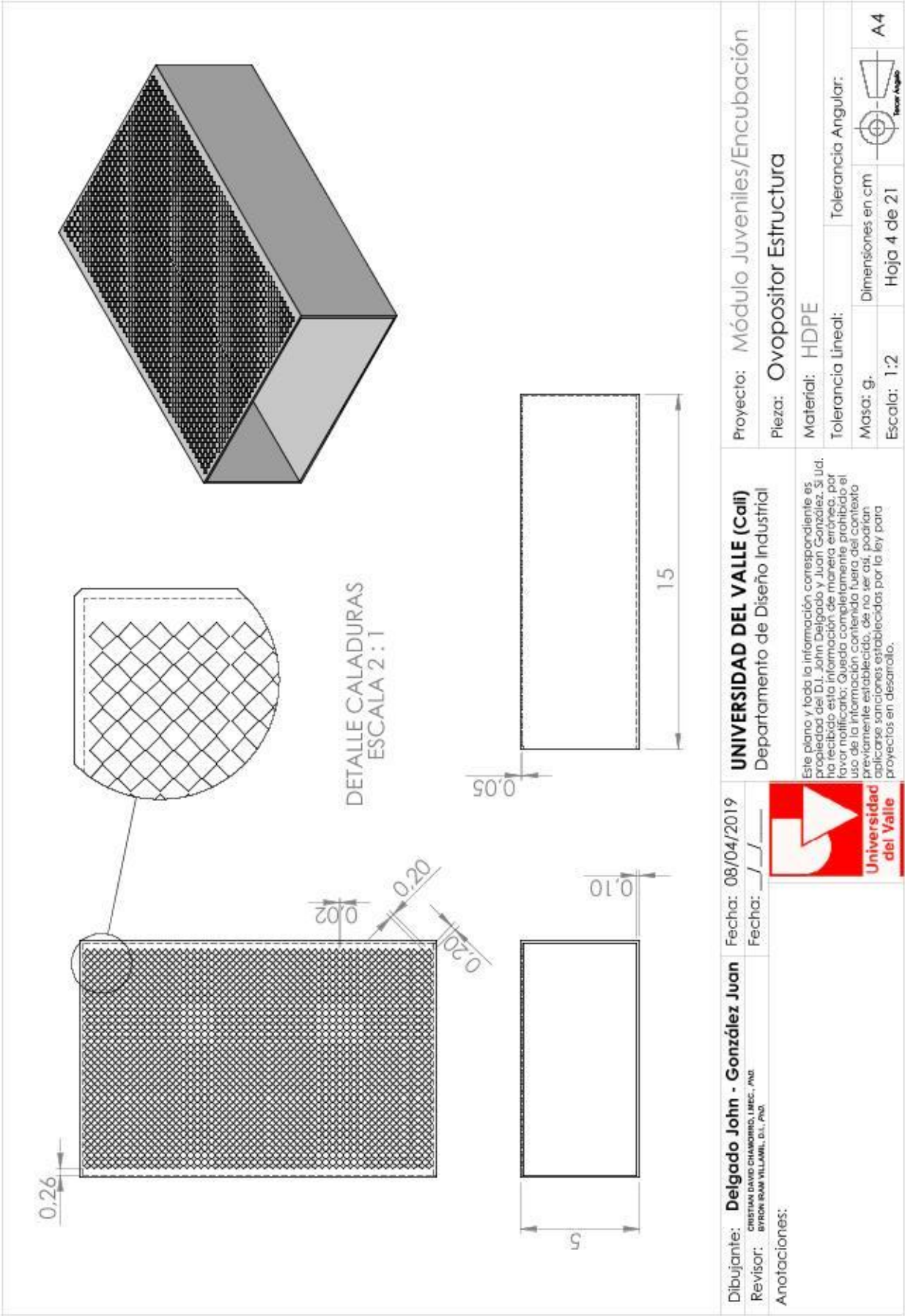


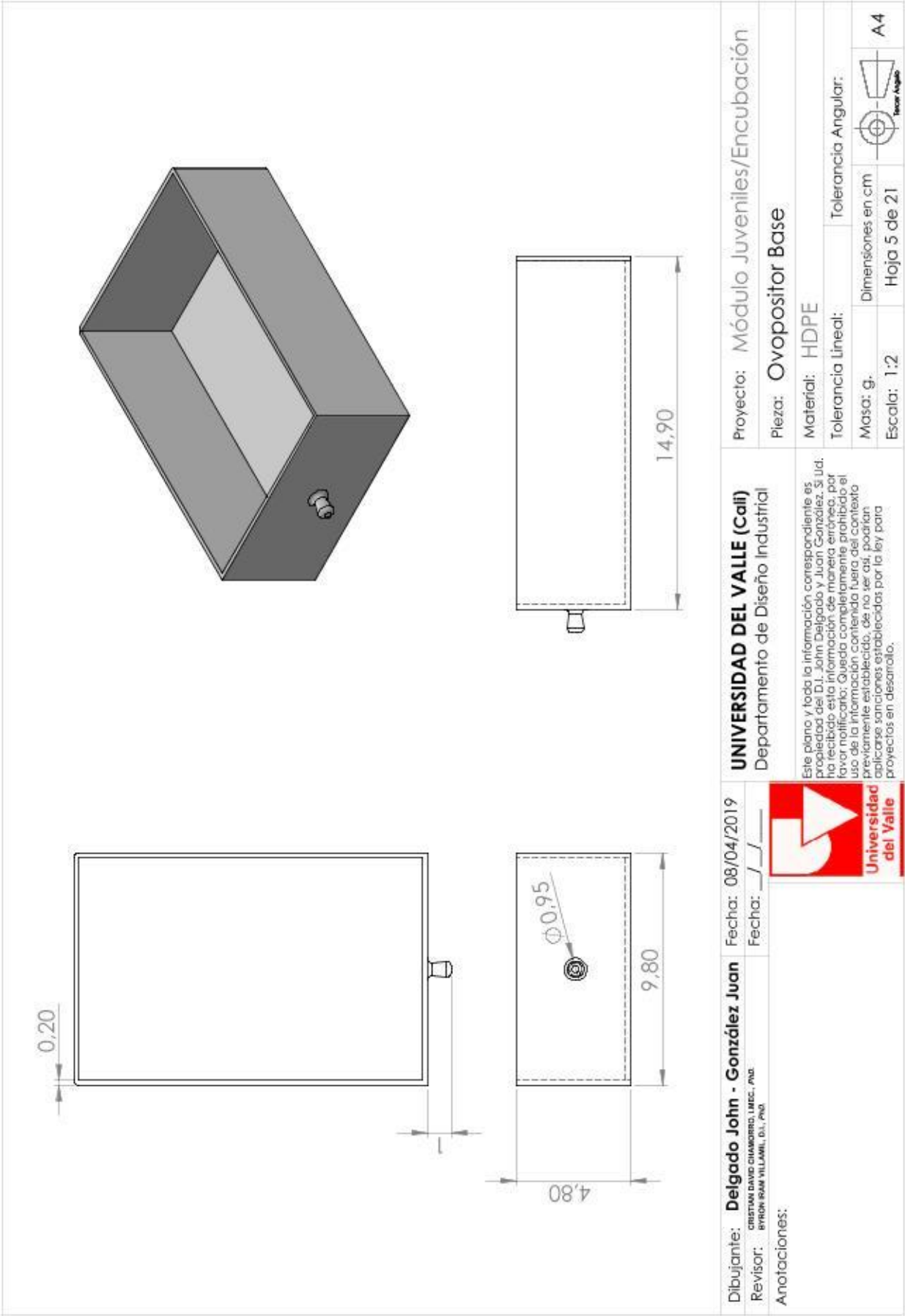
Dibujante: Delgado John - González Juan		Fecha: 08/04/2019		UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial	Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.I. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.
Revisor: CRISTIAN DAVID CHAMORRO, LMIC - PND. BYRON RAM VILLALBA, O.L. - PND.		Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>			
Anotaciones:					
Proyecto: Módulo Principal			Pieza: Malla		
Material: Fibra de vidrio			Tolerancia Lineal:		
Tolerancia Angular:			Dimensiones en cm		
Masa: g.			Escala: 1:10		
Hoja 20 de 21					
A4			Tamaño Angular		

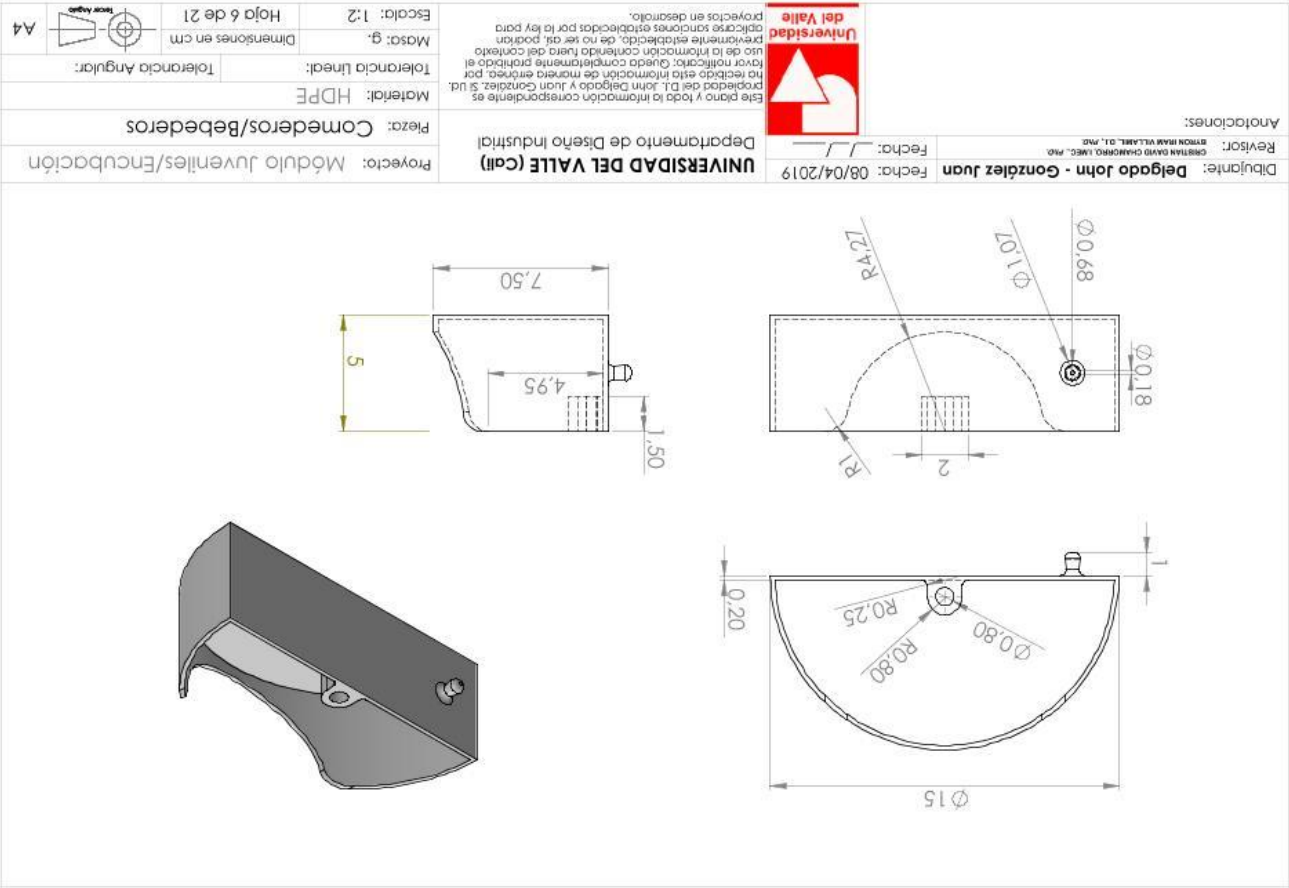


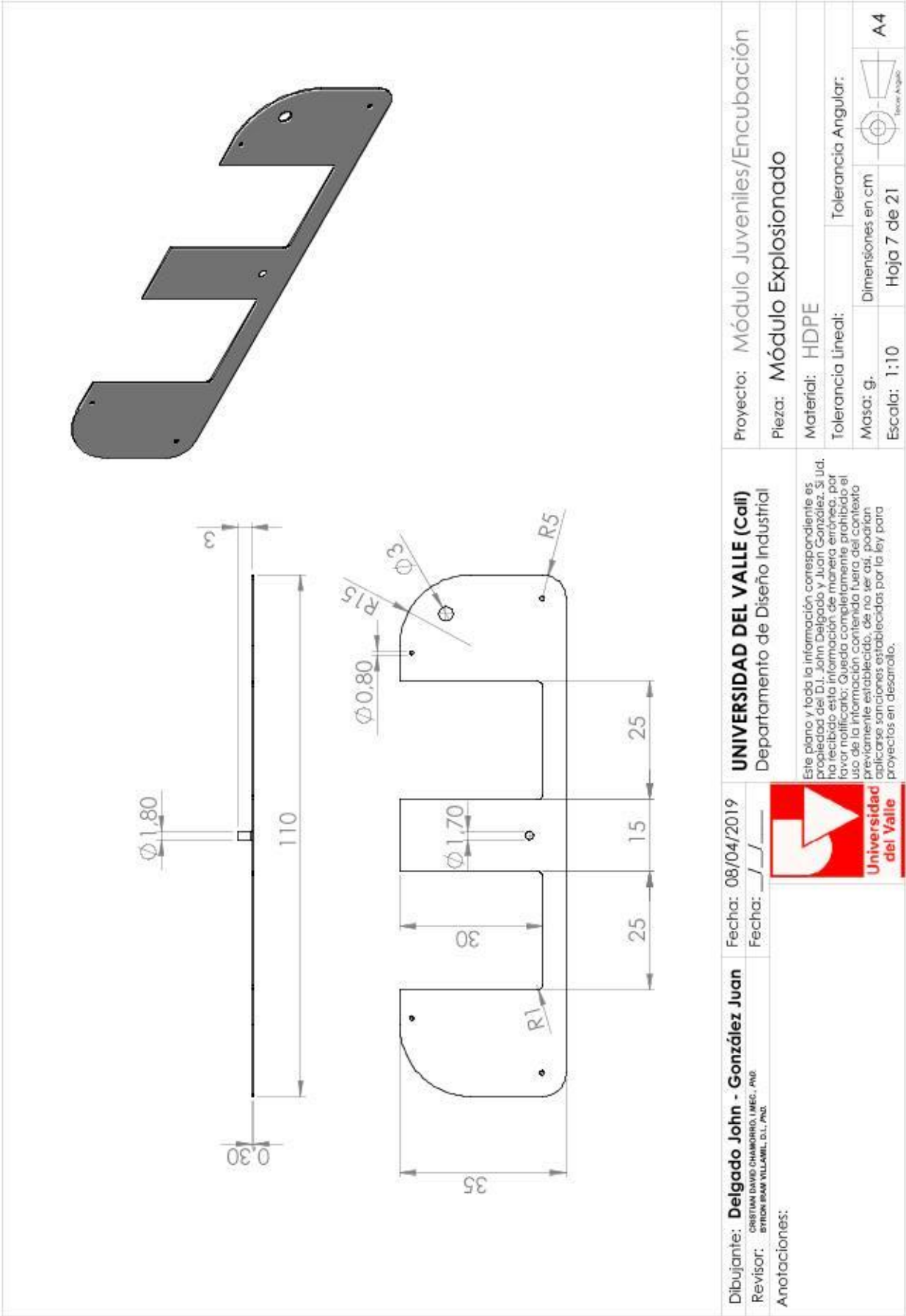


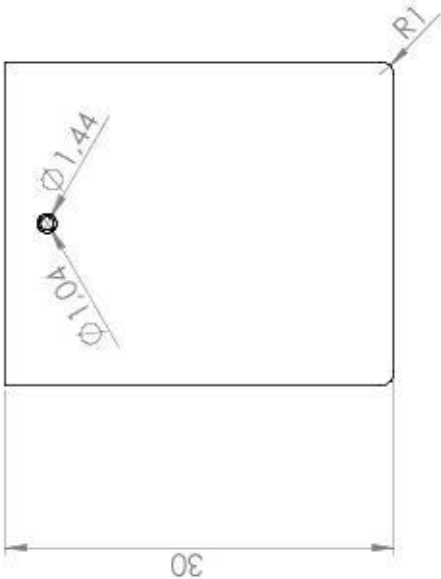
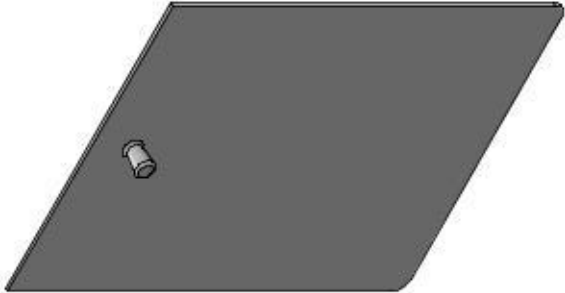


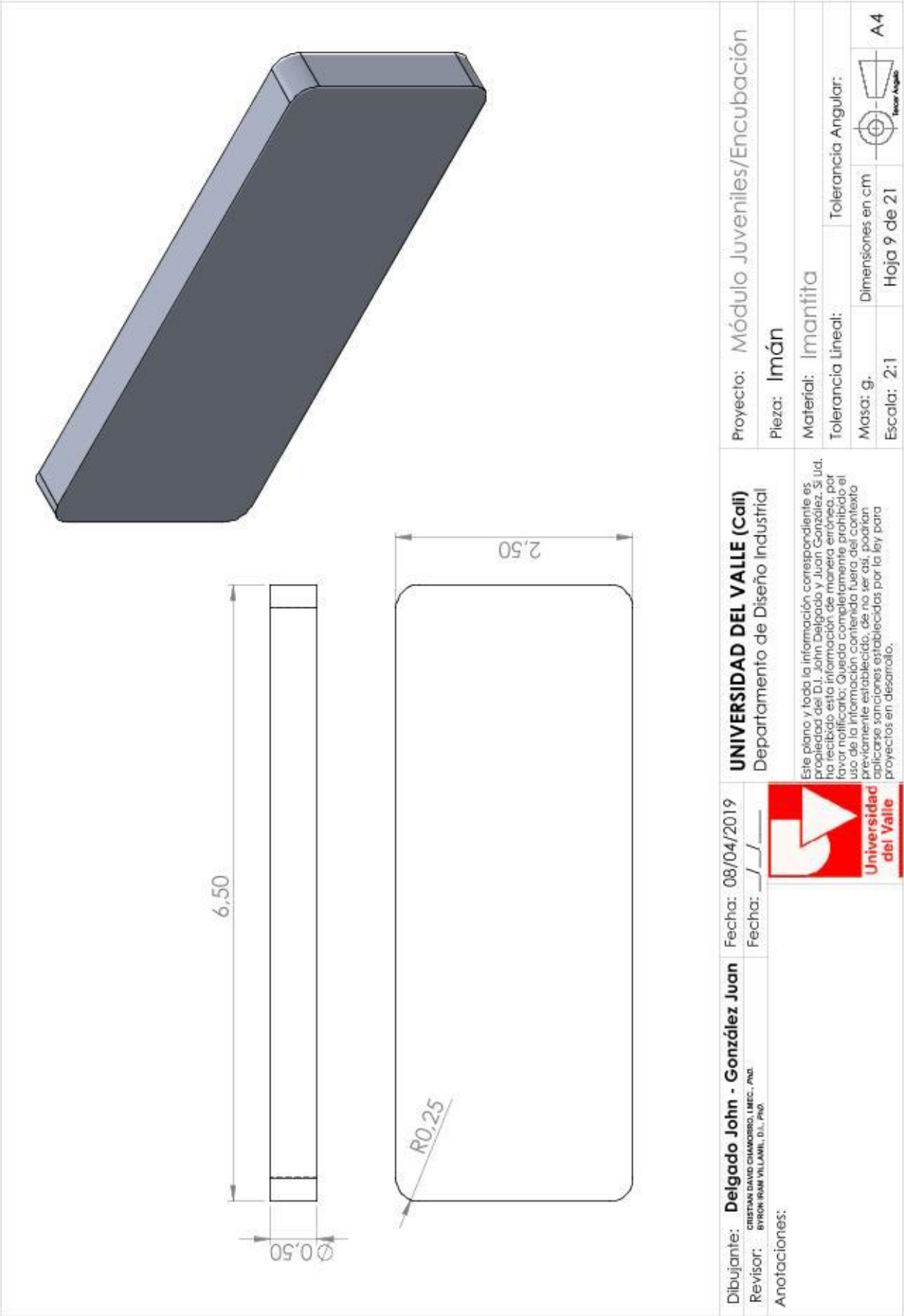


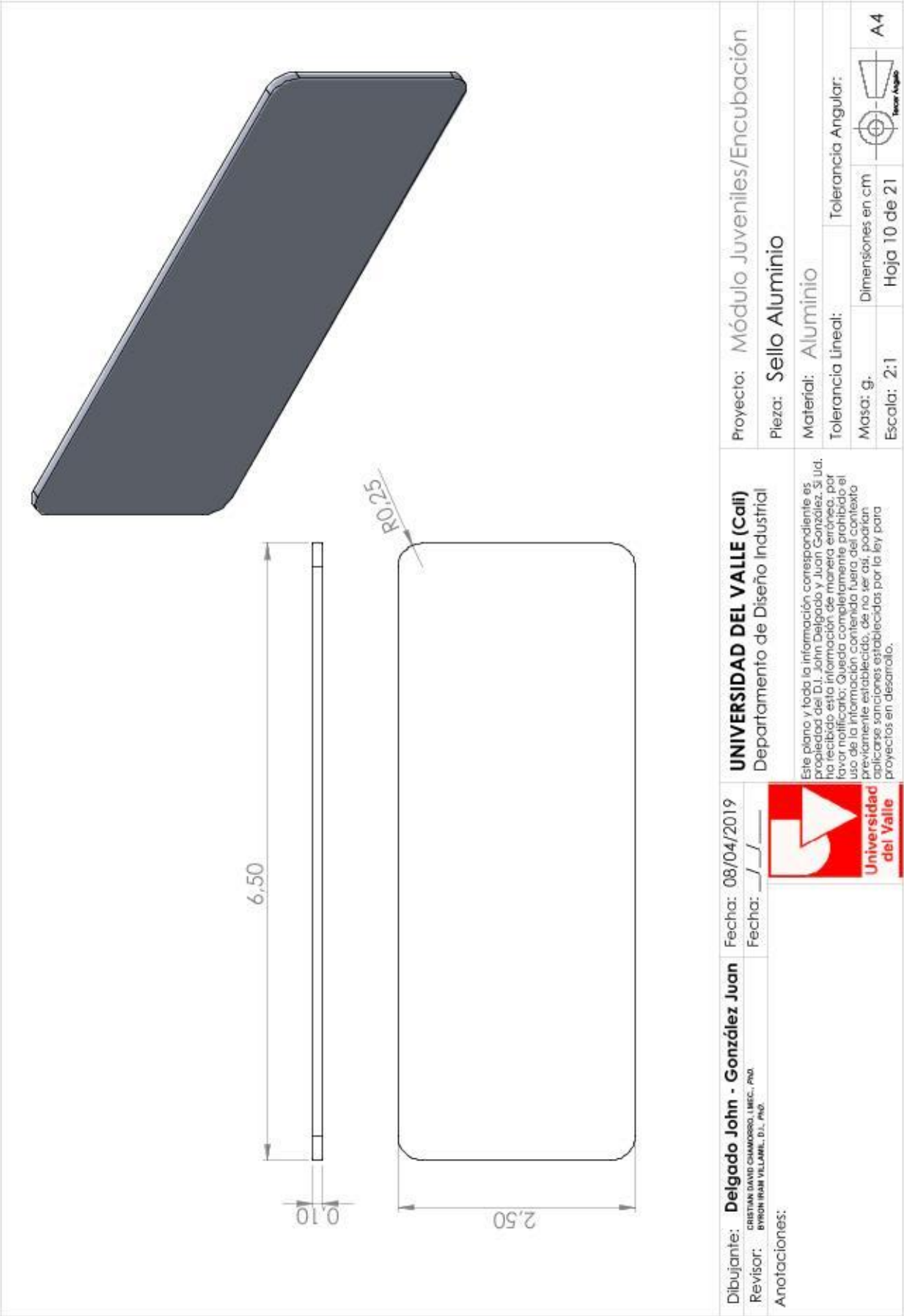


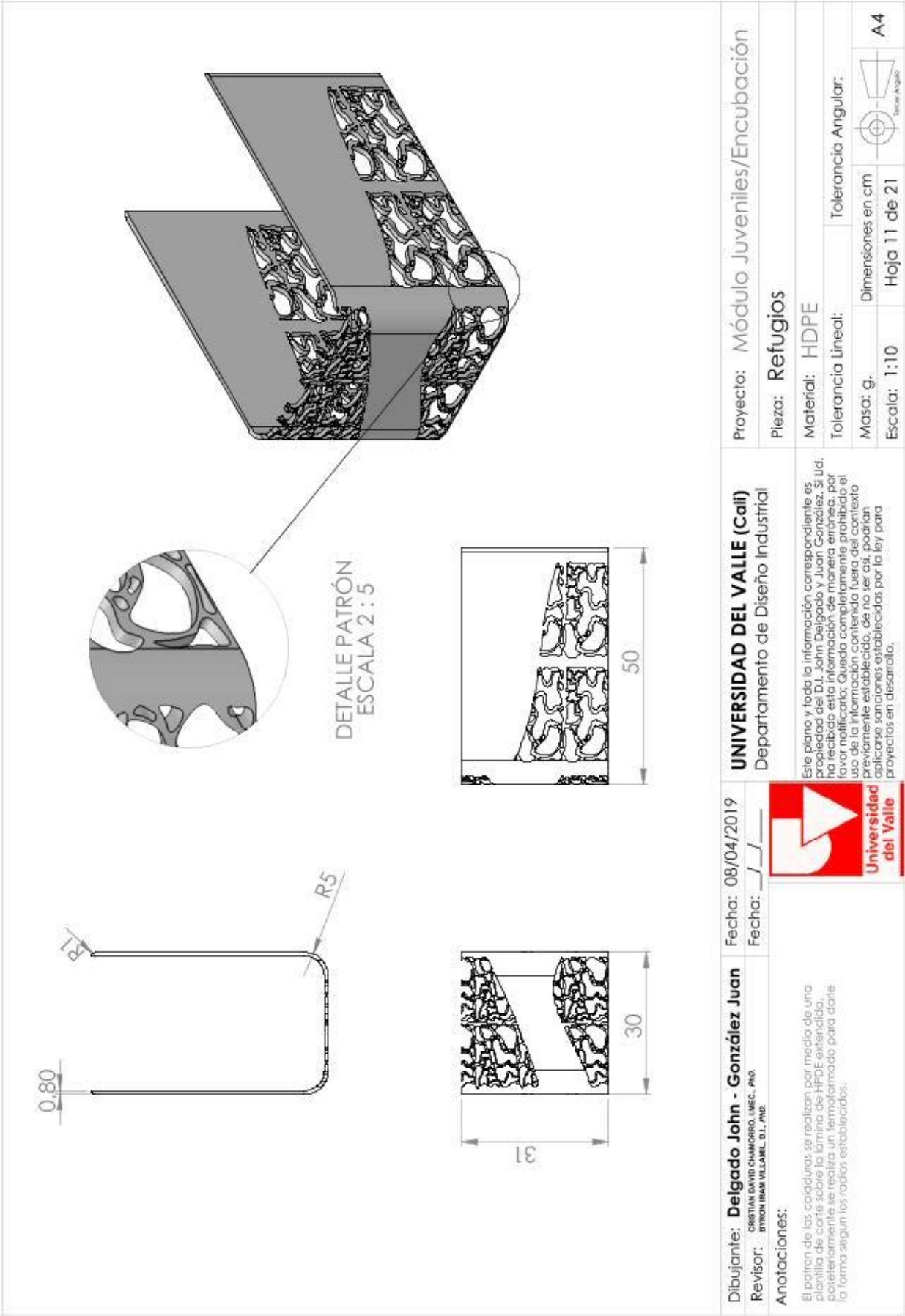




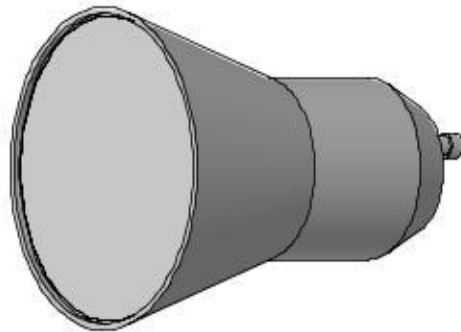
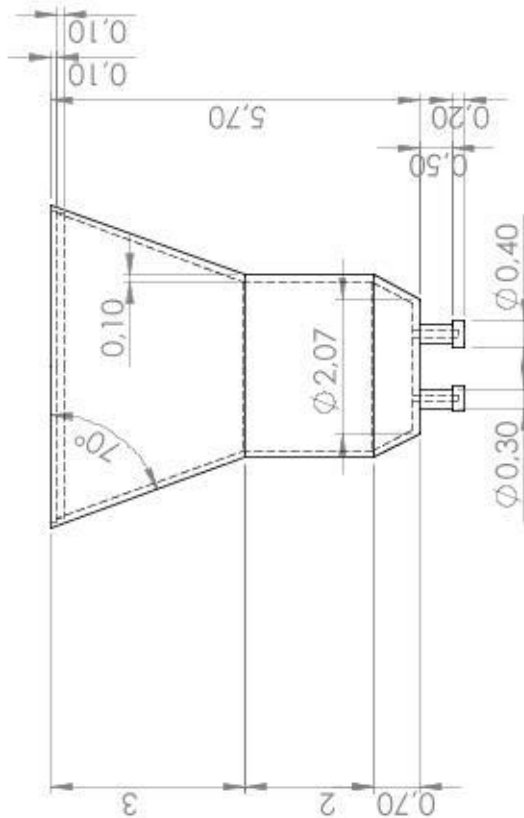
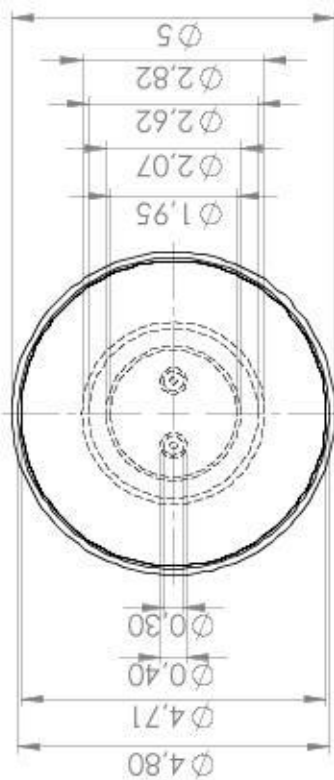
   			UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial		Proyecto: Módulo Juveniles/Encubación
Dibujante: Delgado John - González Juan	Fecha: 08/04/2019	Pieza: Compuerta		Material: HDPE	
Revisor: CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I.MSC., PND BYRON RAM VILLAMIL, D.L., PND	Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	Tolerancia Lineal:		Tolerancia Angular:	
Anotaciones:		Masa: g:		Dimensiones en cm	
		Escala: 1:5		Hoja 8 de 21	
				A4	



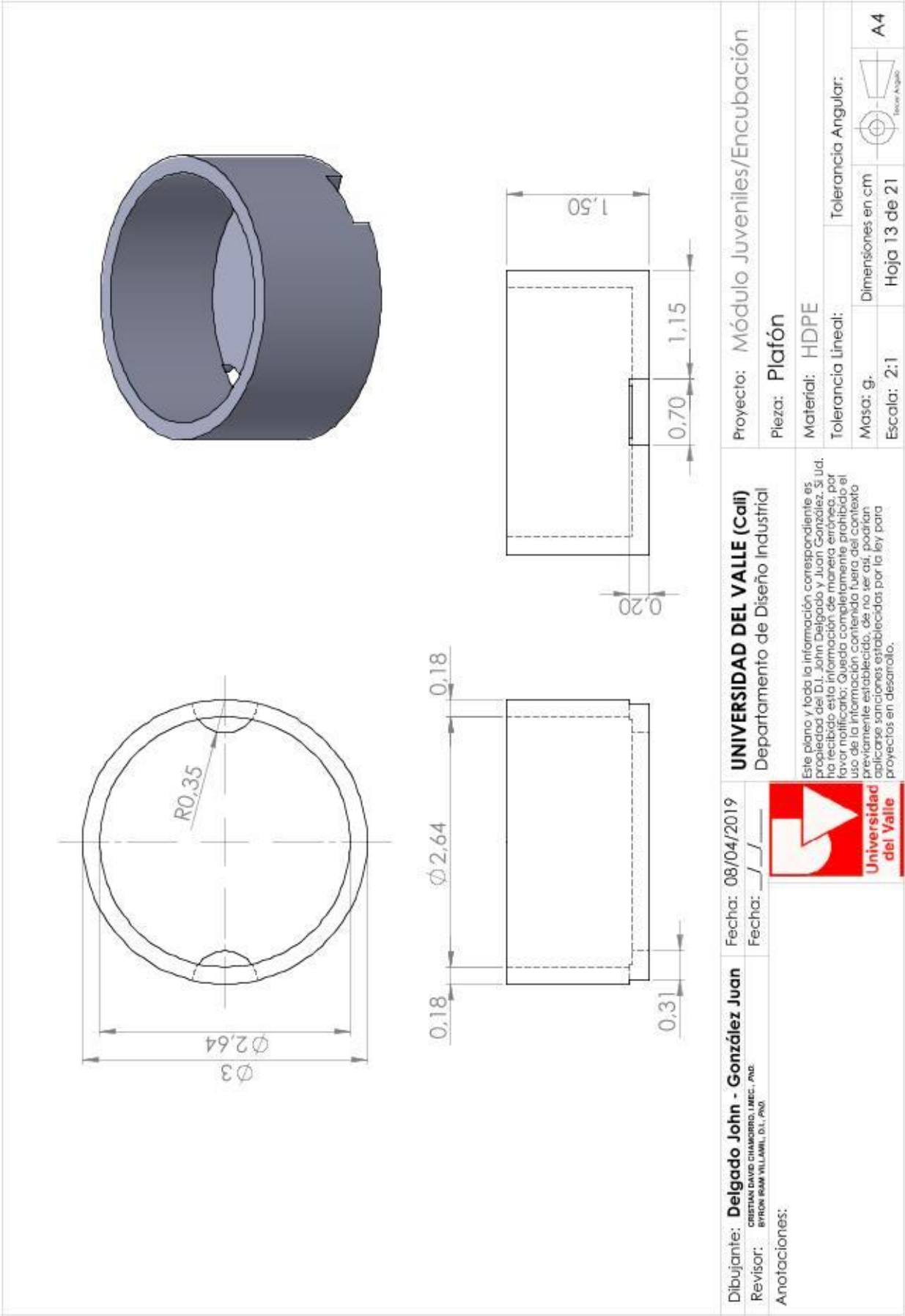


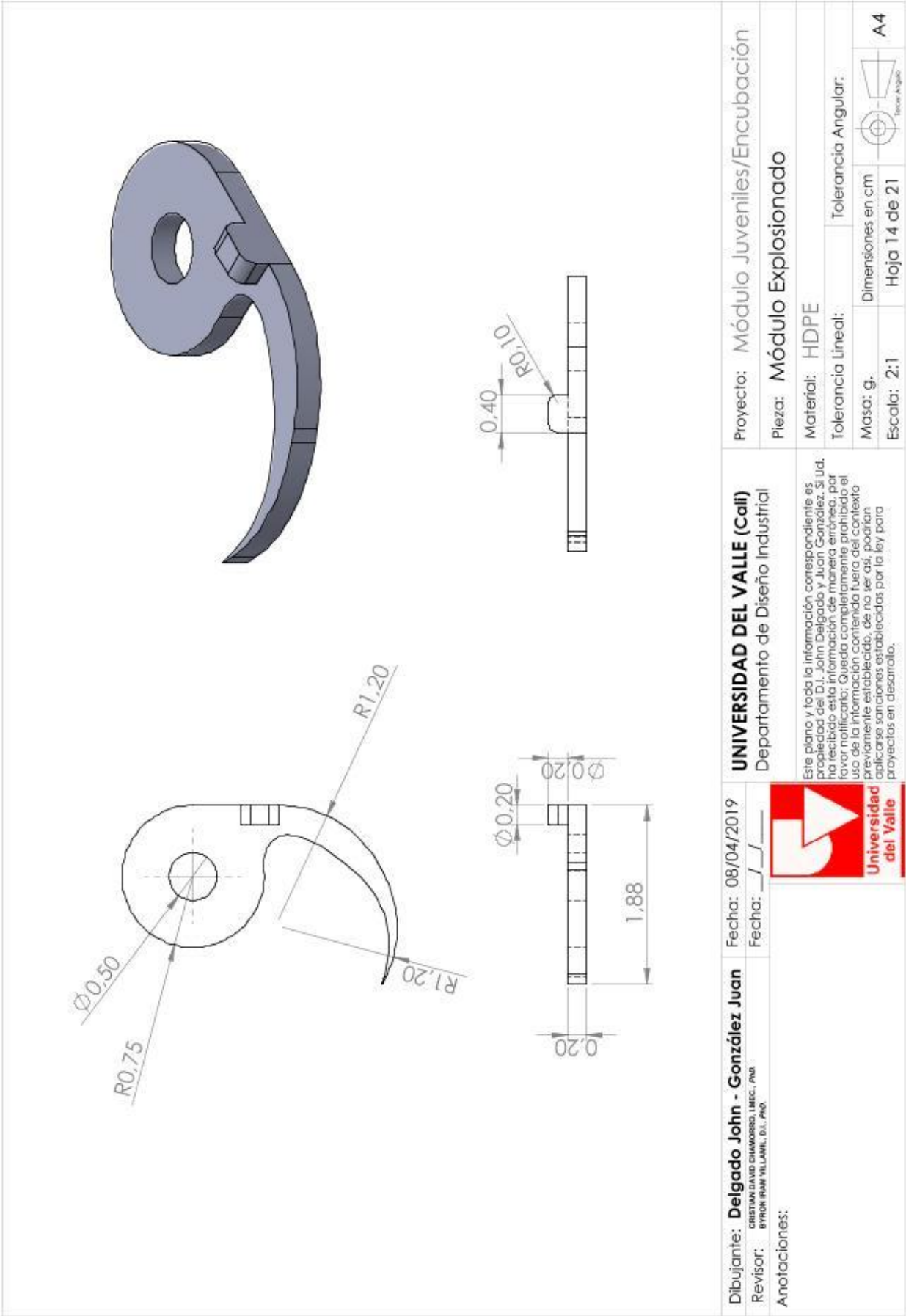


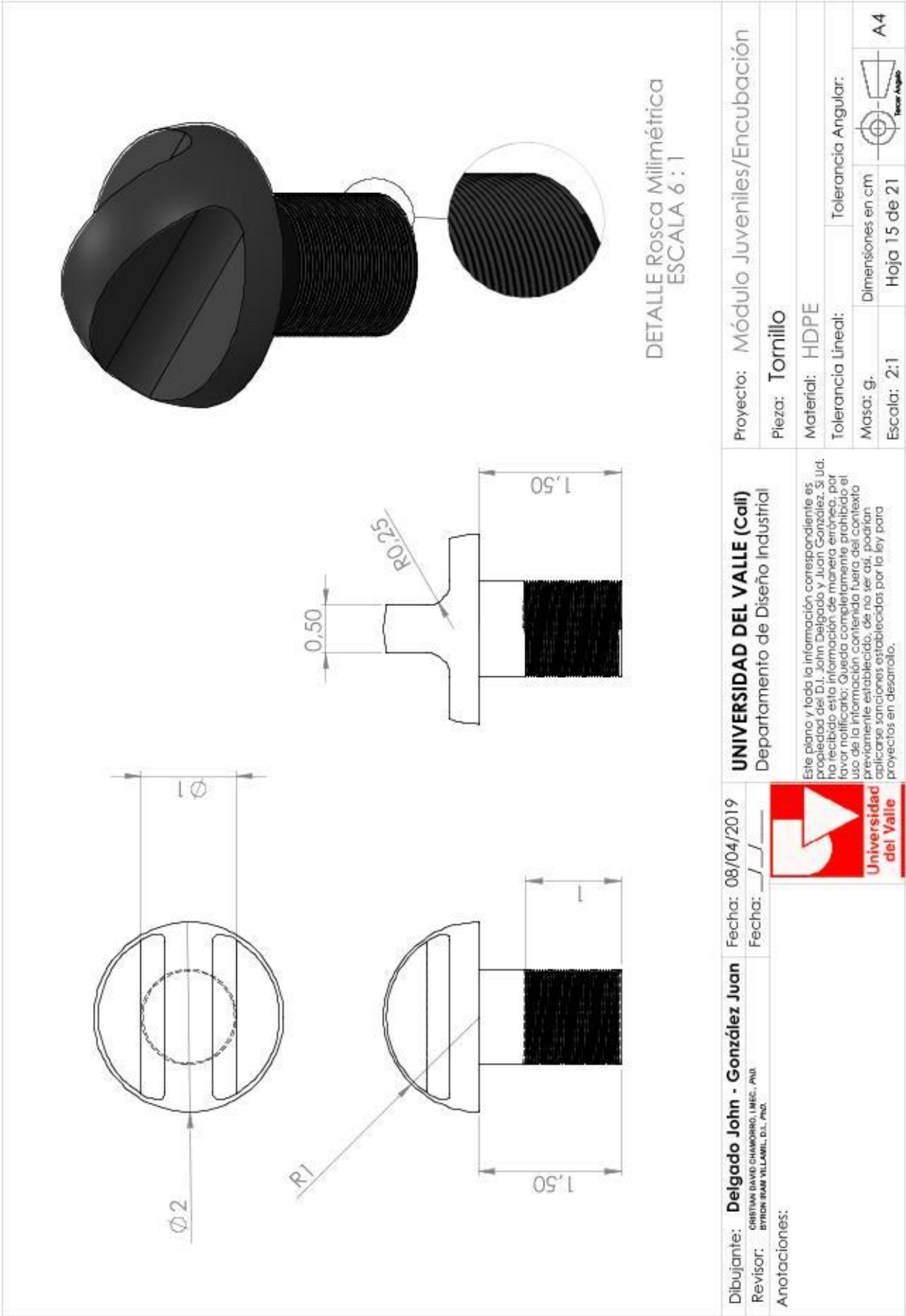
Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.L. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.

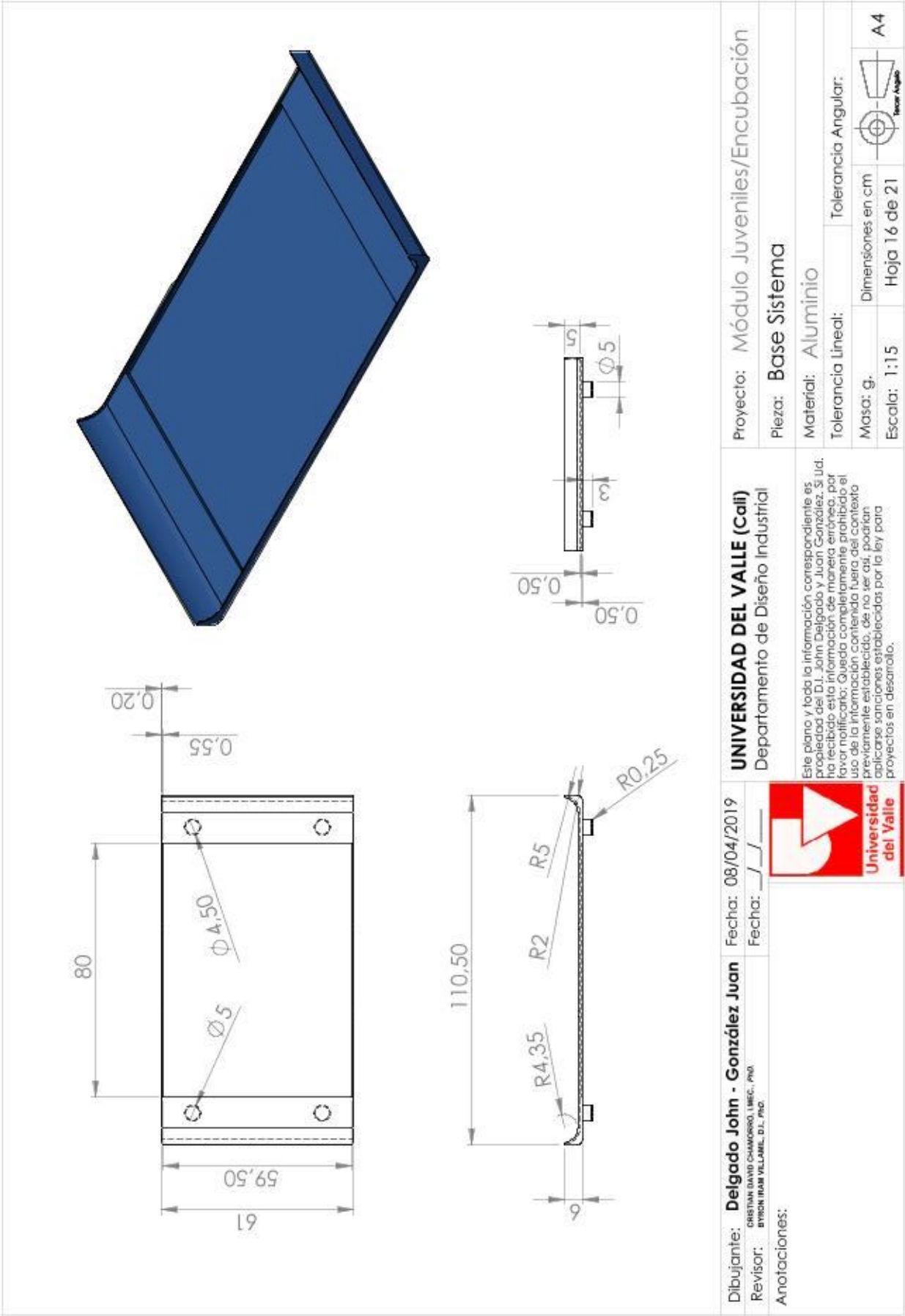


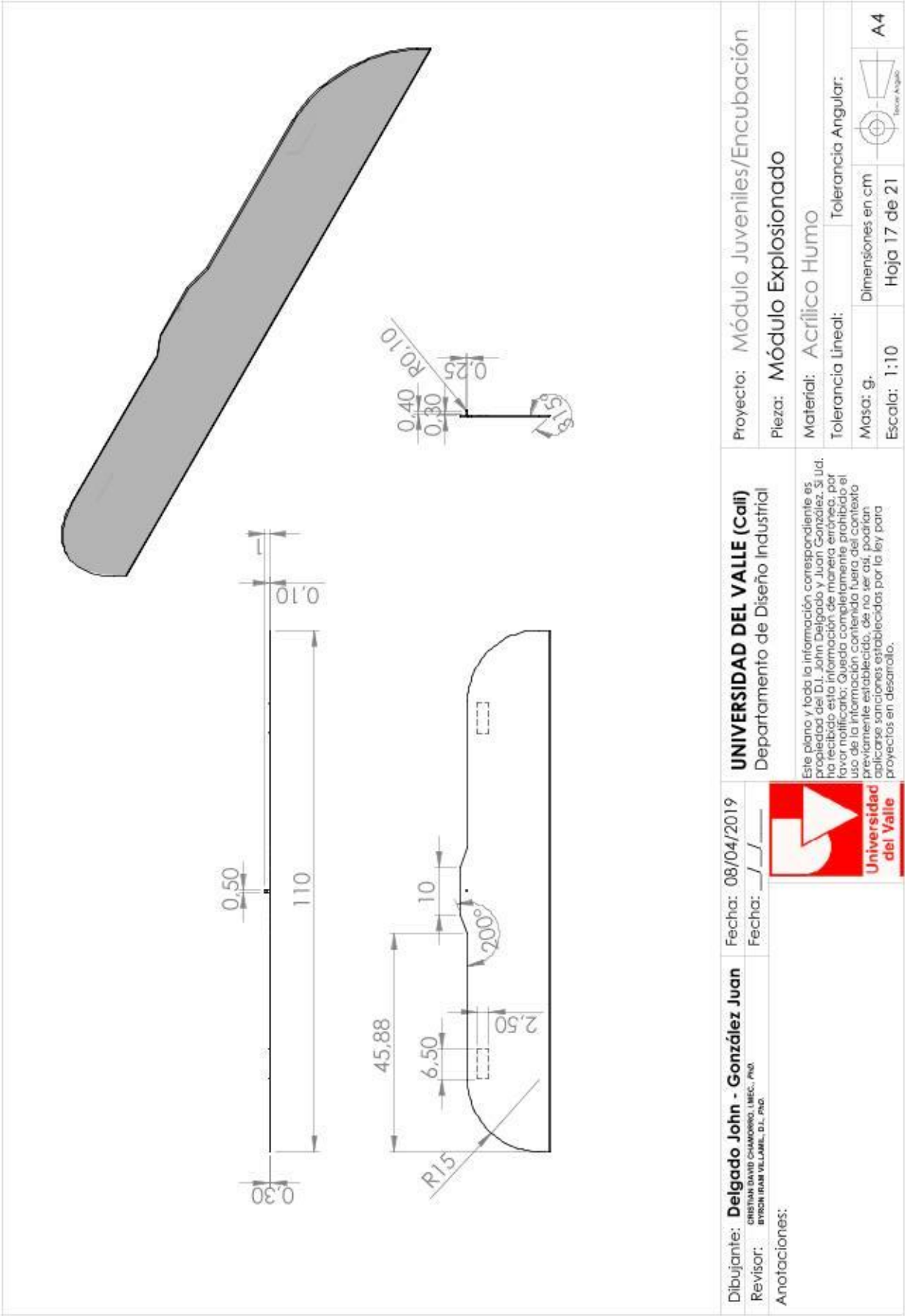
Dibujante: Delgado John - González Juan		Fecha: 08/04/2019	 Universidad del Valle	Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.I. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.	Proyecto: Módulo Juveniles/Encubación
Revisor: CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I.MEC. - PND BYRON RAM VILLAMIL, O.L. - PND	Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	Pieza: Bombilla			
Anotaciones:		Material: Varios			
				Tolerancia Lineal:	Tolerancia Angular:
				Masa: g.	Dimensiones en cm
				Escala: 1:1	Hoja 12 de 21
					A4

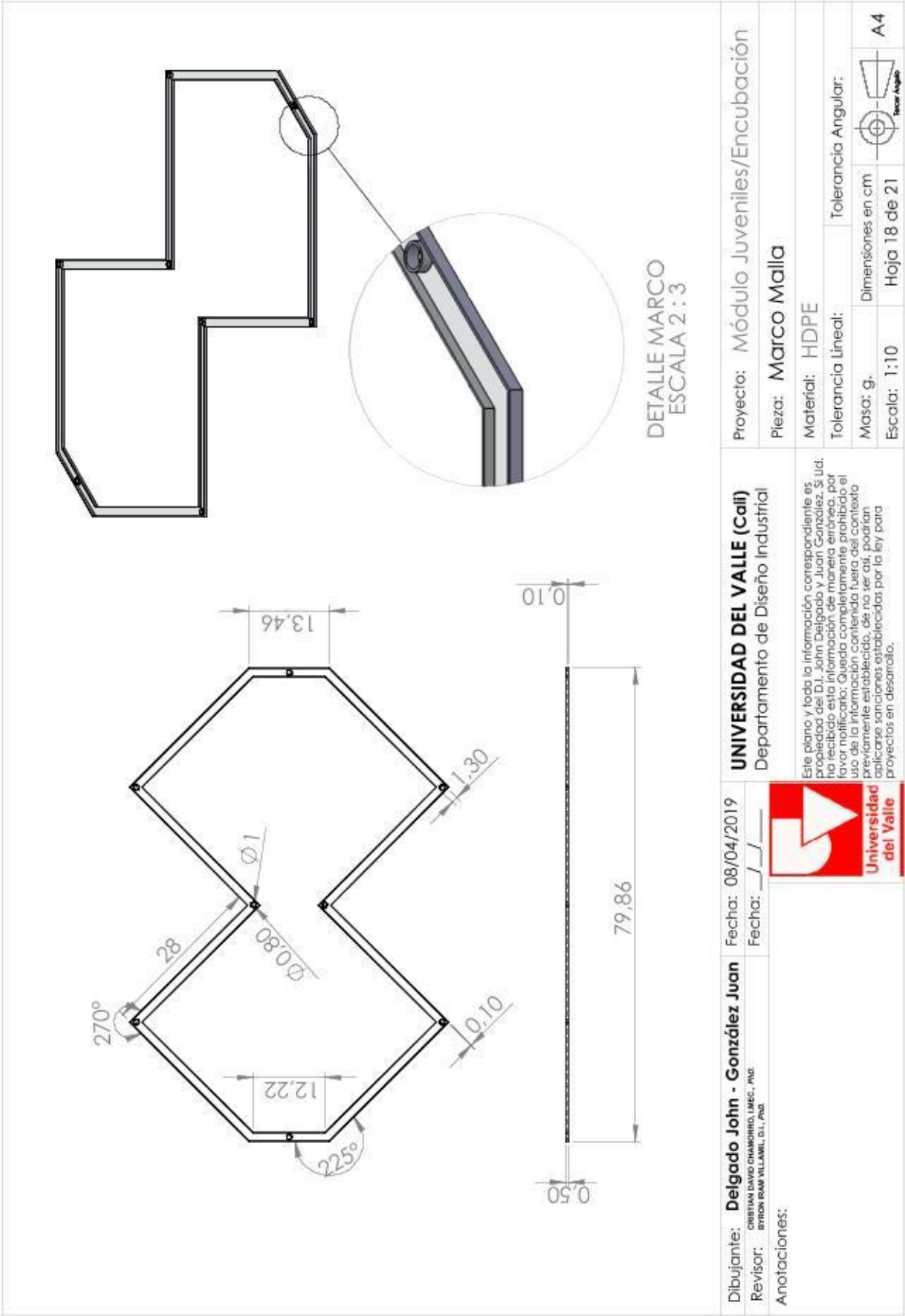


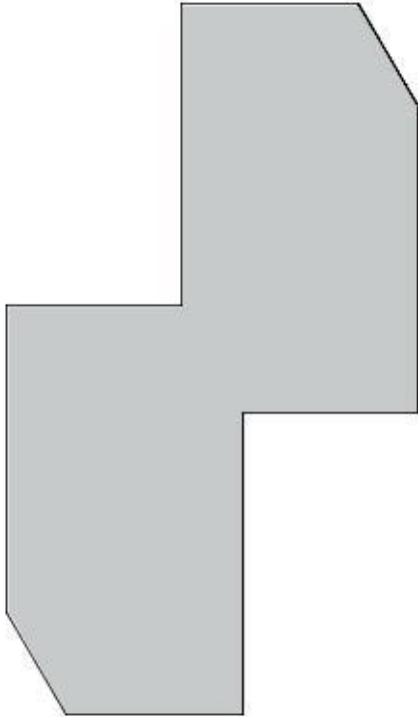
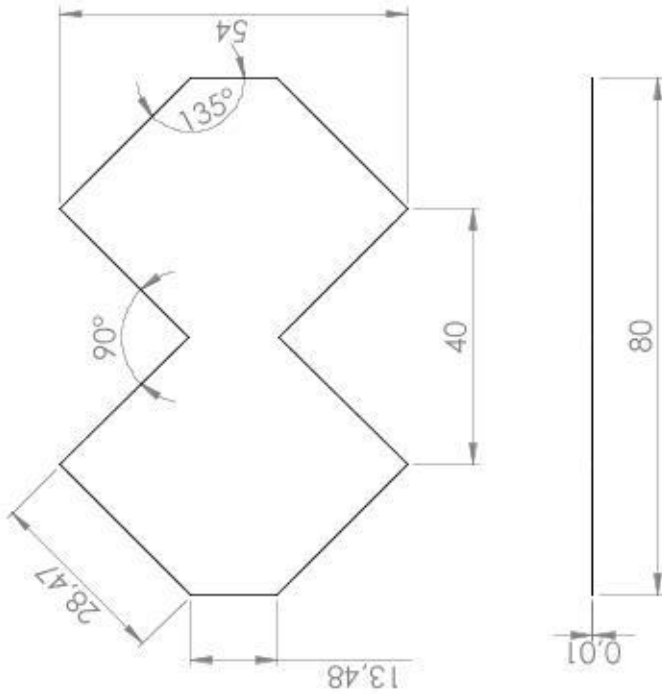




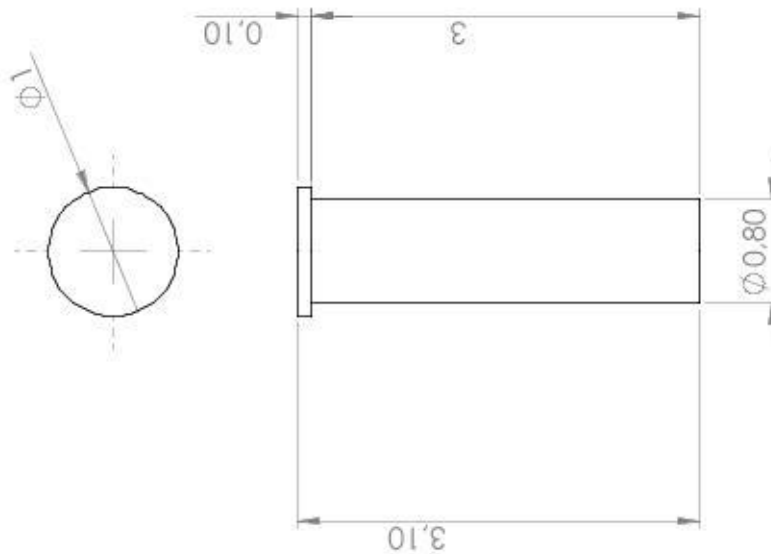








Dibujante: Delgado John - González Juan CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I.MEC., PNO. BYRON IBRAHIM VILLAMIL, D.L., PNO.	Revisor:	Fecha: 08/04/2019 Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial		Proyecto: Módulo Juveniles/Encubación
Anotaciones:			Pieza: Malla		
			Material: Fibra de vidrio		
			Tolerancia Lineal:		Tolerancia Angular:
			Masa: g:		Dimensiones en cm
			Escala: 1:10		Hoja 19 de 21
					A4



Dibujante: Delgado John - González Juan CRISTIAN DAVID CHAMORRO, I. MEC., PNO. BYRON RAM VELAZQUEZ, D.L., PNO.	Fecha: 08/04/2019 Fecha: <u> </u> / <u> </u> / <u> </u>	UNIVERSIDAD DEL VALLE (Cali) Departamento de Diseño Industrial		Proyecto: Módulo Juveniles/Encubación
Anotaciones:	 Universidad del Valle	Este plano y toda la información correspondiente es propiedad del D.L. John Delgado y Juan González. Si Ud. ha recibido esta información de manera errónea, por favor notificarlo. Queda completamente prohibido el uso de la información contenida fuera del contexto previamente establecido, de no ser así, podrán aplicarse sanciones establecidas por la ley para proyectos en desarrollo.		Pieza: Eje central
		Material: HDPE		
		Tolerancia Lineal:		Tolerancia Angular:
		Masa: g:		Dimensiones en cm
		Escala: 2:1		Hoja 20 de 21
				A4

