

“FWF - FUTURE WITH FLIES”

SANTIAGO ANGARITA ROMERO
NICOLAS ESTEBAN VARGAS CASTRO

Prospecto técnico – Proyecto de emprendimiento para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Directora

María Jimena Arias Niño
Ingeniera Industrial

Co-directores

Iván Ramírez Marín
Ingeniero Químico

Wilmar Martínez Urrutia
Ingeniero Electrónico

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BOGOTA DC

2023

NOTA DE ACEPTACIÓN

MARÍA JIMENA ARÍAS NIÑO

Firma del Director

IVÁN RAMÍREZ MARÍN

Firma del Co-Director

WILMAR MARTINEZ URRUTIA

Firma del Co-Director

FELIPE CORREA MAHECHA

Firma del Jurado (1)

Edgar Arturo Chala

Firma del Jurado (2)

Bogotá D. C., Julio de 2023

DIRECTIVOS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Mario Posada García Peña

Consejero Institucional

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Dr. Alexandra Mejía Guzmán

Vicerrector Administrativo y Financiero

Dr. Ricardo Alfonso Peñaranda Castro

Secretario General

Dr. José Luis Macías Rodríguez

Decana de la Facultad de Ingenierías

Ing. Naliny Patricia Guerra Prieto

Directora del Programa de Ingeniería Mecánica

Ing. María Angelica Acosta Pérez

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

A mis padres y a mi hermana por en
todo momento siempre creer en mí y
jamás dejar de brindarme su apoyo y
amor familiar

Santiago Angarita Romero

A mis padres, por su amor,
dedicación y apoyo incondicional.
Por vivir y brindarme un camino de
vida diferente que también seguiré.

Nicolas Esteban Vargas Castro.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a todas las personas que durante estos 5 años me acompañaron, por las amistades que la universidad me dejó para toda la vida, y en especial a Nicolas por tenerme tanta paciencia y ofrecerme una amistad que siempre triunfo sin importar nada

Santiago Angarita Romero

Le agradezco a todos los que me acompañaron y apoyaron durante todo este camino. A todas aquellas personas que siempre estuvieron conmigo y nunca dudaron de mí. A Santiago, mi amigo, por su dedicación y valorar siempre la amistad por encima de cualquier cosa.

Nicolas Esteban Vargas Castro

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN.....	12
OBJETIVOS.....	14
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. ANTECEDENTES.....	18
3. MARCO TEÓRICO.....	23
3.1. Mosca Soldado Negro.....	23
3.1.1. Alimentación.....	23
3.1.2. Contenido de humedad del alimento.....	25
3.1.3. pH.....	26
3.1.4. Temperatura y humedad.....	26
3.2. Proceso de producción.....	27
3.2.1. Recolección.....	27
3.2.2. Preprocesamiento.....	28
3.2.4. Separación.....	29
3.2.5. Tratamiento.....	29
3.2.6. Disposición final.....	30
3.3. Residuos orgánicos.....	31
3.4. Modelo de Negocio.....	31
3.4.1. Valor.....	32
3.4.2. Modelo de negocio sostenible.....	32
3.4.3. Crear valor desde el desecho.....	32
4. MODELO DE NEGOCIO.....	34
4.1 Propuesta de Valor.....	34
4.1.1 ambiental.....	34
4.1.2 social.....	34
4.1.3 tecnológico.....	34
4.2 Mercado y tendencias.....	35
4.3 Productos.....	38
4.4 Planteamiento y manejo de riesgos.....	40
5. EVALUACIÓN FINANCIERA.....	43
6. CONCLUSIONES.....	46

BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	50

RESUMEN

Future With Flies es un proyecto que nace de la pasión de llevar la ingeniería a solucionar problemas reales.

Este es un proyecto que resuelve la problemática ambiental de acumulación de residuos orgánicos, para convertirlos en proteína para alimentación animal y fertilizantes, Aplicando ingeniería para realizar este proceso de conversión mediante el uso de larvas de mosca soldado negro en Colombia.

PALABRAS CLAVE: Mosca Soldado Negro, Residuos Orgánicos, Emprendimiento, Porcicultura, Automatización

INTRODUCCIÓN

El desarrollo sostenible como se propuso desde el año 2015, ha generado una aceleración en la búsqueda de soluciones para los diferentes problemas que afectan a la población humana y su entorno natural como lo es el planeta tierra. Es así como la creación a nivel mundial de pequeños y grandes emprendimientos con enfoques en sostenibilidad han tomado mayor importancia para lograr las metas propuestas en los diferentes objetivos de desarrollos sostenibles propuestos en un principio para ser alcanzados en 2030.

En la búsqueda de avances a nivel internacional sobre problemáticas referidas al cambio climático, se encontró la posibilidad de usar larvas de una especie de mosca conocida como soldado negro. Los desarrollos científicos y experimentales de los últimos 20 años con esta especie fueron claves para entender cómo se podría plantear un modelo de negocio que estuviera enfocado en desarrollo sostenible para una región como lo es Colombia y cuáles serían los potenciales desarrollos ingenieriles para una solución industrial a gran escala.

Future with Flies es un proyecto que nace de la pasión de llevar a la ingeniera a solucionar problemas reales. Este es un proyecto que resuelve la problemática ambiental de acumulación de residuos orgánicos, para convertirlos en suplementos proteínicos para alimentación animal y la producción de fertilizantes orgánicos. Aplicando ingeniería para realizar este proceso de conversión mediante el uso de larvas de mosca soldado negro en Colombia. Además, el proyecto busca incluir estos productos en un mercado que enfrenta problemas económicos para la producción como lo es el sector agropecuario, generando una solución que integra problemáticas ambientales y sociales, conectándose con un sistema económico que impacta positivamente el desarrollo sostenible de la población.

En este documento se presenta el desarrollo de un modelo de negocio para el proyecto de emprendimiento como opción de trabajo de grado, en el cual se realiza una explicación detallada sobre los procesos que el equipo emprendedor llevó a cabo para su realización. El documento cuenta con una explicación sobre el equipo emprendedor y los logros obtenidos a lo largo del proceso, una descripción sobre las problemáticas que se buscan enfrentar así como la solución planteada desde una

perspectiva científica e ingenieril, los productos que serían vendidos en el mercado y sus ventajas competitivas, el mercado y las tendencias internacionales respecto a la solución planteada y los productos producidos, el cliente objetivo al cual se enfocó el proyecto, la propuesta de valor del proyecto emprendedor basada en el potencial del desarrollo sostenible en la solución planteada, un modelo financiero, un análisis de riesgos a los cuales se enfrenta el proyecto; y por último, los pasos a seguir para la consecución de este proyecto de manera tangible y exitosa.

JUSTIFICACIÓN

El crecimiento poblacional a nivel mundial conlleva directamente a una mayor producción de residuos sólidos orgánicos y buscar una manera que permita reducir en el máximo posible la contaminación desarrollada por su incorrecta disposición final generando como consecuencia la producción de gases efectos invernadero. [1]

El uso de larvas de mosca soldado negro (BSFL) para el aprovechamiento de residuos se caracteriza por ser menos costosa, bajo mantenimiento, menos sofisticada y de fácil operación en comparación a los diferentes tipos de compostaje desarrollado, además de ser capaz de reducir significativamente los residuos orgánicos hasta en un 84.8% y tiene una alta tasa de conversión de desechos en biomasa del 27.9%, también cuenta con una reducción de la emisión de gases peligrosos como CO₂, CH₄ y NO₂, junto con un menor consumo en el uso de la energía eléctrica en comparación al compostaje en hileras abiertas. [2]

De igual manera las larvas soldado negro son consideradas como una fuente de proteína que puede ser consumida como alimento para animales, esta posibilidad está dada por su propio ciclo de vida, donde a diferencia de las demás especies de mosca, esta no presenta la necesidad de consumir residuos o alimentos cuando están en la etapa adulta lo que previene que exista una transmisión de patógenos, así como también reducir la producción de bacterias como el e-coli y la salmonella debido a la secreción de un componente bactericida. [3]

Por otra parte debido a la creciente demanda de alimentos para animales, las industrias buscan fuentes alternativas de proteínas para suplir o hasta sustituir los alimentos tradicionales, en 2017 la federación internacional de la industria de alimentos (IFIF) informó que la demanda mundial de producción de alimentos alcanzará el billón de toneladas y además la carne proveniente de las BSF tiene el potencial de valer \$400 billones de dólares. [3]

En el contexto de Colombia, frente al pobre aprovechamiento que existe de los residuos

orgánicos y la acumulación que se genera en los vertederos, y hecho de que esta tecnología aún no se ha aplicado a esta escala, se encuentra una oportunidad de que

este proyecto sea capaz de dar solución a la problemática presentada y además desarrollar una oferta de productos ambientalmente sostenibles.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar un modelo de negocio a partir de la automatización de una línea de producción para la transformación de residuos sólidos orgánicos para la obtención de abono nutritivo y proteína para consumo animal mediante el uso de moscas soldado negro (BSF).

Objetivos específicos

1. Caracterizar la línea de producción del proceso de bioconversión para la mosca soldado negro y diseñar la automatización para la línea de producción que permita realizar la obtención de proteína y fertilizantes orgánicos a partir de la bioconversión de mosca soldado negro para el sector agroindustrial en Colombia.
2. Definir las áreas de oportunidad e identificar el mercado para la producción de proteínas y fertilizantes en el proceso de bioconversión.
3. Definir cómo se va a generar, crear y capturar valor a partir del proceso de bioconversión.
4. Validar el modelo de negocio desarrollado a partir del proceso de bioconversión.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Este proyecto da solución en específico a: los residuos sólidos orgánicos, derivados de diferentes actividades económicas como la agricultura, la industria agropecuaria o actividades cotidianas del ser humano como cocinar; que se han convertido en uno de las principales problemáticas ambientales por su impacto negativo debido a la emisión de gases efecto invernadero cuando no se les da un tratamiento correspondiente y terminan acumulados al aire libre.

Un ejemplo donde se describe la magnitud de esta problemática se puede evidenciar en la producción de desechos orgánicos en Bogotá, la ciudad capital de Colombia y una de las más grandes de Latinoamérica, con un gran impacto en la producción de este tipo de contaminante. Para el 2017, según un estudio realizado por la alcaldía de Bogotá, una persona está produciendo alrededor de 1 Kg de residuos sólidos por día, en una ciudad con una población alrededor de 10 millones de habitantes, tenemos como resultado un total de 7.500 toneladas de residuos diarios, de los cuales según un estudio realizado en el mismo año por el consorcio NCU - UAESP en 2017, del total de residuos producido, un 51.32% equivale a desechos orgánicos los cuales se les puede dar un manejo y tratamiento. [4]

Figura 1.

Problemática de basura



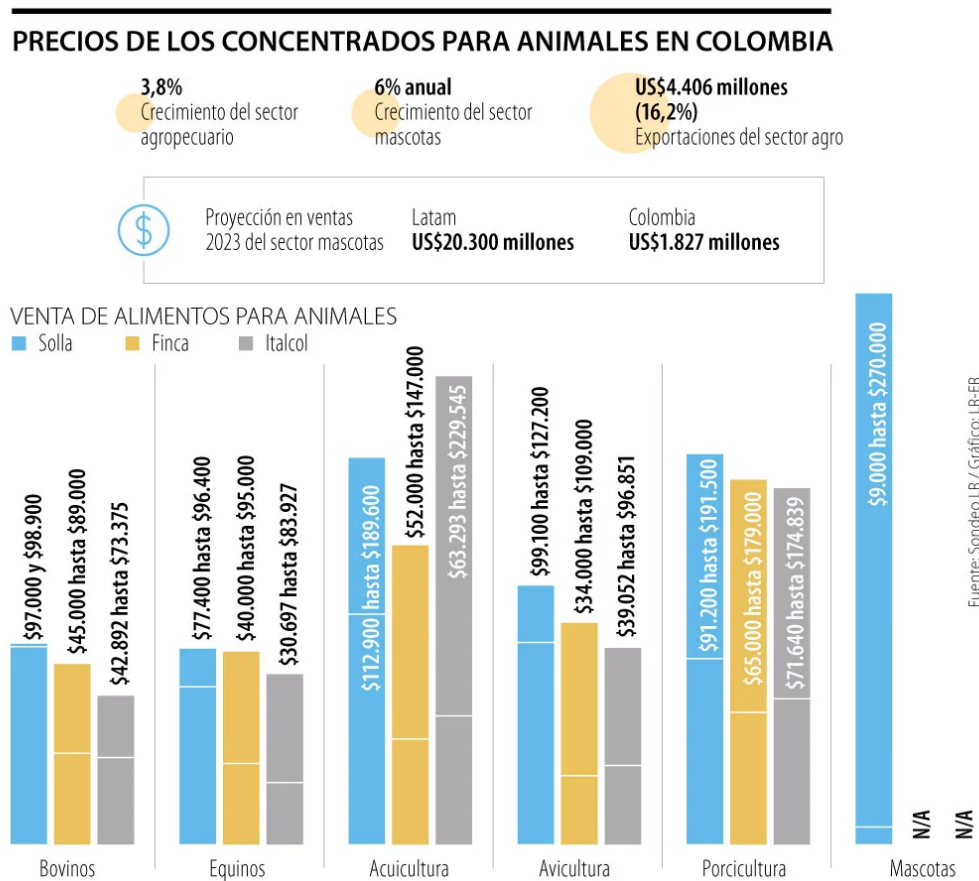
Nota. La foto representa las basuras de Bogotá. Tomado de: RCN RADIO (14 de octubre de 2021). Crisis de basuras en Bogotá: ¿Por qué hay tantos residuos sin recoger en Kennedy y Fontibón? (Online). Disponible en: <https://www.rcnradio.com/bogota/crisis-de-basuras-en-bogota-por-que-hay-tantos-residuos-sin-recoger-en-kennedy-y-fontibon>

Sin embargo, no es la única problemática que este proyecto busca solucionar. Desde el año 2020 con el inicio de la pandemia en conjunto con otros factores, llevó a un incremento en los costos de alimento balanceado para los animales de finca, causando en la industria de alimento balanceado un aumento anual de hasta el 75% en costos para los productores agropecuarios debido a las especulaciones y la inestabilidad en los mercados, junto con el inicio de la guerra entre Ucrania y Rusia, países que son productores de insumos necesarios para la fabricación de este producto como la soya. Como se evidencia en la imagen 3, donde se ven representados las principales empresas de alimentos balanceados en el país, las diferentes especies que consumen sus productos y el crecimiento en costos de cada

uno de los mismos. Razones que han llevado a los productores agropecuarios colombianos a tener problemas económicos pues cada vez se les dificulta más poder alimentar a sus animales y en algunos casos retirando su participación en el mercado, generando aumentos en los costos para los consumidores finales y poniendo en riesgo la estabilidad alimentaria del país.

Figura 2.

Precios de los concentrados para animales en Colombia



Nota. La foto representa los precios de los concentrados para animales Tomado de: LA REPÚBLICA (11 de marzo del 2022). En el último mes costos de los concentrados y alimentos para animales subieron 5% (online). Disponible en: <https://www.larepublica.co/empresas/costos-de-los-concentrados-y-alimentos-para-animales-subieron-5-en-el-ultimo-mes-3320264>

2. ANTECEDENTES

La revista “Global Waste Management Outlook.” presenta una visión completa a nivel mundial sobre la situación respecto a los residuos, la afectación de las pocas medidas que se toman para su disposición en diferentes lugares del mundo donde se ha convertido más que un problema de contaminación, en una problemática enteramente social. Realiza una caracterización de los residuos para determinar cuáles son aprovechables, presentando las medidas y herramientas tomadas para poder aprovecharlos en las diferentes formas posibles. [1]

Para el año 2009 el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) sacó una norma denominada como la GTC 24 encargada de dar pautas para la separación de los residuos no peligrosos, peligrosos y especiales, dividiéndolos entre 8 colores: verde, naranja, crema, gris, azul, blanco, café, rojo. Además, esta norma de gestión ambiental contempla fuentes de generación como las domésticas, industriales, institucionales, entre otras, presentando en este caso mayor interés para el trabajo aquellos residuos pertenecientes al color crema, que son aquellos orgánicos compostables.[7]

Figura 3.

Precios de los concentrados para animales en Colombia



Nota. La foto representa los colores para disposición final Tomado de: M. Gutiérrez, Y. López. (2016, agosto 26). *Ética Ambiental-GTC 24*. (Online). Disponible en: <http://gtc-24.blogspot.com/2016/>

Según el modelo de aprovechamiento de la ciudad de Bogotá, publicado en marzo del 2021 en el capítulo 15, trata sobre los residuos orgánicos de la ciudad, en el cual se determina que la fracción de residuos orgánicos son los de mayor generación e impacto en la gestión ambiental.

Según cifras de la UAESP, se reportan que aproximadamente el 51.32% corresponde a este tipo de residuos. En el mismo estudio de la alcaldía, se determina que por día se producen cerca de 6.300 a 7.000 toneladas de residuos sólidos de los cuales el 51% corresponden a residuos 2006 orgánicos que tienen un alto potencial de aprovechamiento por medio de tecnologías desarrolladas para una correcta disposición final. [4].

También el estudio ofrece una pequeña tabla, como lo es la Figura 3 sobre la producción de desechos orgánicos producidos en las plazas de mercado distritales de la ciudad de Bogotá, con los siguientes datos:

Figura 4.

Plazas de mercado distritales

Usuario	Kilos	No. Canecas	Peso canecas	Peso total
Plaza de Mercado 07 de agosto	9879	140	982	8897
Plaza de Mercado 12 de octubre	4213	60	422	3791
Plaza de Mercado 20 de julio	9969	140	980	8989
Plaza de Mercado Concordia	1383	20	142	1242
Plaza de Mercado Fontibón	5667	77	537	5130
Plaza de Mercado Kennedy	5727	74	520	5208
Plaza de Mercado La Perseverancia	1207	12	86	1121
Plaza de Mercado Las Cruces	3125	40	282	2843
Plaza de Mercado Las Ferias	13346	159	1110	12237
Plaza de Mercado Quiriguá	4366	62	431	3936
Plaza de Mercado Restrepo	6037	109	760	5278
Plaza de Mercado Samper Mendoza	6945	94	658	6287
Plaza de Mercado Santander	5144	69	485	4660
Plaza de Mercado Trinidad Galán	1968	26	179	1790
Total general			7571	71405

Nota. Plazas de mercado distritales Tomado de: Alcaldía mayor de Bogotá (2021, Marzo). Modelo de aprovechamiento (Online) Available at: https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/20210420_Modelo_de_aprovechamiento.pdf

Como se mencionó anteriormente en el estudio proponen tres técnicas de aprovechamiento de estos desechos orgánicos estas opciones son las siguientes:

1. Compostaje: Según el block compostando ciencia, este es un proceso de descomposición de la materia orgánica en la naturaleza, pero realizado de forma controlada y optimizada.
2. Es una biotecnología de bajo coste que permite transformar residuos y subproductos orgánicos en materiales biológicamente estables que pueden utilizarse como enmendantes y/o abonos del suelo [9][10].
3. Lombricultivo: Esta es una técnica utilizada para eco huertas la cual tiene dos fines principales, el primero es producir lombrices para alimentar otros animales y el otro fin es que son capaces de transformar el alimento orgánico en abono de excelente calidad. [11].
4. Biodigestión: Es un proceso biológico el cual se desarrolla por microorganismos anaeróbicos, es decir que trabaja sin presencia de oxígeno esto hace que este

proceso sea un poco complejo. Este proceso transforma la materia orgánica en biogás o gas biológico y se obtiene un efluente biofertilizante o bio abono rico en nutrientes, está constituido por la fracción que no alcanza a fermentar y por el material agotado. [12].

Los autores del artículo “An inclusive approach for organic waste treatment and valorisation using Black Soldier Fly larvae: A review”, presenta un compendio completo sobre las moscas soldados negro, tratando temas como su ciclo de vida, sus hábitos alimenticios, las ubicaciones de las cuales son procedentes, las condiciones en las cuales pueden existir. Además, hace un análisis sobre su aplicación para la conversión de desechos en material aprovechable, los casos de su aplicación a nivel mundial en la obtención de comida para animales y biomasa. El artículo presenta datos interesantes en cuanto a la transformación dada por el uso de esta especie, la cual integra tres términos principales compostaje de residuos, recuperación de nutrientes y generación de ingresos en su aplicación, comparando con otras técnicas de compostaje considerando el bajo costo, bajo mantenimiento, operación menos sofisticada y fácil, requisitos de tierra, baja huella ecológica y potencial económico más adaptable. [2].

Así mismo el artículo “Black soldier fly larvae (BSFL) and their affinity for organic waste processing” hace un análisis a partir de datos obtenidos por otras investigaciones sobre la aplicabilidad de las larvas de mosca soldado negro como una fuente de aprovechamiento de los residuos orgánicos en material aprovechable, realizando comparativas principalmente con los diferentes métodos de compostaje presentando resultados donde la producción de gases efecto invernadero del proceso son menores, el tiempo de transformación del desecho es menor, una alta conversión de masa corporal de la larva en alimento, ser una especie no vectora de enfermedades, reduciendo la posibilidades de patógenos y transmisión de plagas. encontrando propiedades importantes en los productos que se pueden obtener como lo son la producción de alimento animal y el uso en la fabricación de biocombustibles y aceites. [3]

El trabajo “Black Soldier Fly Biowaste Processing A Step-by-Step Guide — 2nd Edition” es un manual desarrollado a partir del constante estudio del proceso de

transformación de residuos orgánicos mediante el uso de moscas soldado negro, presentando el porqué de su desarrollo, como llevarlo a cabo, los pasos que se deben seguir para la obtención de material aprovechable. Asimismo, hace análisis del proceso post producción, tratando temas importantes como la venta y marketing de los productos; por último, hace un análisis de este proceso como un modelo de negocio presentando la capacidad que puede alcanzar, los valores económicos obtenidos a partir de trabajos ya realizados y el planteamiento de este proceso en escenarios óptimos.[13].

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Mosca Soldado Negro

La mosca soldado negro denominada científicamente como: *Hermetia illucens*, es una variedad de mosca perteneciente a la sub-familia Hermetiinae bajo el orden Diptera. La especie en estudio es procedente de Hawái, sin embargo, con el paso del tiempo y con cierta intervención artificial, ha migrado a zonas tropicales donde las condiciones ambientales son ideales para el desarrollo poblacional de la especie. Se caracterizan por su color negro, así como también presentar un mayor tamaño en comparación con las demás especies de mosca como lo es la mosca común. Adicionalmente la característica más destacable para su uso es su ciclo de vida compuesto por 5 etapas diferentes: huevos, larvas, pupas, pre pupas y adultos. [2]. En el ciclo de vida de las moscas soldado negro (BSF), las etapas de larva y pupa presentan mayor duración en tiempo para completar su desarrollo respectivamente, las etapas como huevos y adultos son las más cortas de todo el ciclo, obteniendo de esta manera un ciclo de vida de entre una semana a 7 semanas, presentando esta variación según las condiciones ambientales donde ellas lleven a cabo su ciclo. Son muy apetecidas para su producción en el consumo animal debido que cuando esta especie llega a la etapa adulta, a diferencia de otros tipos de mosca; no tiene un sistema digestivo y ya no presenta la necesidad de comer, lo que evita que este insecto tenga contacto con alguna otra especie, desecho o ser vivo; previniendo que sea capaz de ser un posible transmisor de enfermedades, viviendo prácticamente para reproducir a su especie y aumentar en número su población. [2].

3.1.1. Alimentación

Esta especie de mosca se alimenta únicamente en su etapa de larva, y lo hacen comúnmente de material de plantas y animales en descomposición, entre los cuales existen frutas, verduras, comida en descomposición, desechos fecales de humanos y animales. Esta especie es capaz de consumir el doble de su peso en desechos orgánicos de manera voraz, siendo de gran influencia para el tratamiento y aprovechamiento de los residuos en cantidades considerables. [2] En la Figura 4 se

presenta una tasa de conversión de alimento de la crianza de moscas soldado negro en diferentes sustratos.

Cada tipo de desecho ofrece valores diferentes en cantidad de nutrientes y elementos que ingieren las larvas, por ende, escoger precisamente cual consumen para transformarlo es vital si se quiere que las larvas tengan las propiedades más importantes que las caracterizan como alimento: la proteína y las grasas. [3] En la Figura 3 se presenta una tabla de la composición nutricional de las larvas (proteína bruta y grasa) basada en peso seco de harina de insectos.

Figura 5.

Composición nutricional de las larvas (proteína bruta y grasa) basada en peso seco de harina de insectos.

S. No.	Feeding source	BSF larvae composition (%)		References
		Fats	Crude Proteins	
1	Poultry manure	18.73	37.9	Arango Gutierrez et al., (2004)
2	Swine manure	28	43.2	Newton et al.
3	Poultry manure	34.8	42.1	(2005a, 2005b)
4	50/50 Fish offal: Cow manure	30.44	-	St-Hilaire et al., (2007a)
5	Animal manures	31-35	42-44	Yu et al. (2009)
6	Food manufacturing by-products	21-35	38-46	Oonincx et al. (2015)
7	Biogas digestate	21.8	42.2	Spranghers et al.
8	Vegetable waste	37.1	39.9	(2017)
9	Fresh fruit waste	41.7	37.8	Mutafela (2015)

Nota. *Composición nutricional de las larvas (proteína bruta y grasa) basada en peso seco de harina de insectos.* Tomado de: A. Singh, K. Kumari. (2019, diciembre 1). An inclusive approach for organic waste treatment and valorization using Black Soldier Fly larvae: A review (online) Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719312873> [BSF1]

Figura 6.

Tasa de conversión de alimento de la crianza de moscas soldado negro en diferentes sustratos.

The Feed conversion ratio (FCR) value of rearing black soldier fly on various substrate.

No	Substrate	FCR	Reference
1	Avocado	3.05	Nyakeri (2018)
2	Banana	1.97	Nyakeri (2018)
3	Banana peelings	4.50	Nyakeri (2018)
4	Brewer's waste	2.70	Nyakeri (2018)
5	Chicken manure	13.40	Sheppard et al. (1994)
6	Cookie meal	1.11	Nyakeri (2018)
7	Faecal sludge	3.40	Nyakeri (2018)
8	Feed mixed	2.40–3.60	Heckmann and Gligorescu (2019)
9	Food remains	2.60	Nyakeri (2018)
10	Food waste	1.70–3.60	Gligorescu et al. (2020)
11	Formulated diet	4.96–7.11	Danieli et al. (2019)
12	Human feces	2.00–3.00	Banks et al. (2014)
13	Kales	3.83	Nyakeri (2018)
14	Municipal organic waste	14.50	Diener et al. (2011a)
15	Pig manure	9.60	Newton et al. (2005b)
16	Pineapple	2.45	Nyakeri (2018)
17	Water melon	2.04	Nyakeri (2018)
	Average	4.67	

Nota. Tasa de conversión de alimento de la crianza de moscas soldado negro en diferentes sustratos. Tomado de: S.A.Siddiqui, T. Rahayu, N.S. Putra, N. Widya Yuwono, S. Smetana, A. Nawaz, A. Nagdalian (2022, marzo 1). Waste Management (online) Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X22000010> [BSF2]

3.1.2. Contenido de humedad del alimento

Como desecho orgánico, esta biomasa presenta fluidos, en el caso de los residuos de comida o alimentos llegan a ser producto de la descomposición biológica de partes orgánicas o de residuos sólidos, de manera aeróbica o anaeróbica producto de la percolación de agua cuando se descomponen; o en el caso de los desechos orgánicos como las materias fecales de animales estos fluidos se desarrollan de manera natural y pueden variar de cantidad según la especie que lo produce. Al estar presente en la biomasa se manejan como un contenido de humedad, varios estudios concluyen que un valor alto de este contenido genera que la biomasa sufra de

descomposición temprana complicando el consumo por las moscas en etapas posteriores del proceso, sin embargo, ciertos porcentajes específicos pueden permitir un mejor crecimiento y supervivencia en la especie, variando según la proveniencia del desecho, en el caso de los desechos de alimentos, estudios concluyen que un 80% de contenido de humedad, así mismo para el caso de usar desechos fecales de los animales se recomienda un 85% de contenido de humedad; siendo estos óptimos para el crecimiento de las larvas de moscas respectivamente [2].

3.1.3. pH

Diferentes estudios realizados enfocados en el análisis del pH y su afectación en la vida de las moscas, se ha encontrado que los pH en la biomasa de un valor de 6 hasta 10 es el apropiado para el desarrollo y crecimiento de las larvas debido a que estas presentan mayor peso que aquellas con valores menores de pH (2-4). Cuando se realizaron análisis con respecto a residuos orgánicos, en el caso de los lixiviados líquidos orgánicos se encontró que las larvas de mosca son capaces de procesar valores de pH de un valor hasta 9, sin embargo; esta capacidad está estrictamente relacionada con la densidad que desarrollan estos seres vivos. [2].

3.1.4. Temperatura y humedad.

Esta especie lleva a cabo su ciclo de reproducción en un ambiente natural con un rango de temperatura entre 27,5°C – 37,5°C, y que presenta porcentajes de humedad relativa cercanos al 60%. Sin embargo, se trabaja una humedad del 50-90% cuando este proceso se lleva a cabo en laboratorios, producto de aquellos lugares donde las condiciones ambientales no son las adecuadas y tienen que generarse artificialmente. Para su máximo aprovechamiento en el desarrollo y crecimiento de las larvas, se concuerda que a los 27°C estas presentan un 5% más de peso así como también un 10% más de longitud que todas aquellas que se desarrollan en temperaturas mayores, esta condición de temperatura trabajada en conjunto con una humedad relativa del valor antes mencionado del 60%.

Estas dos condiciones son vitales en la reproducción de las moscas, si no se cumplen se sabe que presentan problemas en la eclosión de los huevos y en el desarrollo de la colonia. [2].

3.2. Proceso de producción

El uso de la larva de mosca soldado negro en procesos de tratamientos de desechos orgánicos a lo largo de los años ha generado resultados importantes que van desde la producción de alimento animal, hasta el aprovechamiento de la biomasa tratada para ser usada como fuente de energía térmica. Sin embargo, al ser un proyecto de desarrollo sostenible relativamente nuevo y en donde la aplicación industrial aún no está completamente estudiada y desarrollada, varias entidades que han trabajado en este proceso concuerdan que para ser realizado se necesitan aproximadamente 6 etapas: recolección del residuo, pre procesamiento del residuo, transformación, separación de los productos, tratamiento, disposición final. [13].

3.2.1. Recolección

Aunque sea la etapa inicial, el proceso de recolección de los residuos es el paso más importante y así mismo complejo. Como se ha explicado la variedad de residuos orgánicos es enorme, como: municipales, agroindustriales, orgánicos provenientes de animales o humanos. Sin embargo, deben cumplir con ciertas características para que no se vea afectado el producto final que se desea, debido a que pueden cambiar los procesos de descomposición y por ende varían aquellos nutrientes que van a recibir las larvas de mosca. Información de experimentos ya realizados y funcionales, indican que el uso de residuos orgánicos provenientes de la comida pre procesada, aquellos como lo son las cáscaras de las frutas y las verduras que quedan sobrando de los procesos de cocina, así como también los desechos de las gallinas son las que suelen presentar mayor porcentaje de aprovechamiento. En este sentido es posible recolectar este residuo orgánico de lugares como grandes cadenas de restaurantes, batallones, plazas de comidas ubicadas en centros comerciales, y plazas de mercado; o también si se va a trabajar con desechos animales, se puede obtener de lugares donde se lleve a cabo la crianza de pollos y gallinas como avícolas y granjas de pequeña y gran envergadura.

Teniendo clara la proveniencia de ese residuo se procede a ser transportado desde el sitio de recepción que lo ubica en canecas plásticas para ser transportada hasta la planta de procesamiento, donde se recopilan las canecas, se vacían y almacena el desecho, se limpian y son devueltas para repetir el proceso.

3.2.2. Preprocesamiento

Con la calidad del desecho asegurada, se procede a convertirlo en una biomasa, para la cual se van a usar dos máquinas diferentes. La primera es un molino de martillos cuyo objetivo va a ser triturar los residuos y disminuir su tamaño, después de ser triturados pasan a ser comprimidos por un extrusor, que se va a encargar de crear una masa a partir del desecho triturado procurando mantener un porcentaje de humedad adecuado para ser usado como alimento en las moscas. Por último, esta masa se va a almacenar en canecas las cuales estarán pesadas debidamente, con el objetivo de tener un valor nominal para luego ser depositadas y vaciadas en la etapa de transformación. [13].

3.2.3. Transformación

El proceso de transformación hace referencia a la etapa donde el residuo se convierte en material aprovechable. Esta etapa se puede realizar de diferentes maneras, desde manual hasta completamente automatizada.

Con la masa proveniente del extrusor listo y con las propiedades adecuadas, se procede a ser servida en lo que se conoce como larveros, son bandejas en las cuales se deposita una cantidad específica de desechos procesados y donde se albergan varias larvas de mosca que mediante su alimentación llevan a cabo el proceso de conversión para que ese desecho sea aprovechable.

Los larveros pueden ser plásticos o de acero inoxidable con medidas de (60 cm x 40 cm x 15 cm). Se ubican a modo de columnas, en la cual cada columna estará conformada por 8 bandejas dispuestas una encima del otro y con un espacio para permitir la ventilación. [13].

En cada bandeja se depositan 20-25 Kg de desechos para ser consumidos aproximadamente en 15 días, dependen del residuo y las condiciones ambientales; tiempo en el cual se desarrolla el crecimiento y la alimentación de las larvas antes de convertirse en pre-pupas y proceder a realizar la metamorfosis para ser moscas.

3.2.4. Separación

Luego de los 15 días, las larvas ya se han alimentado y tienen prácticamente su máximo peso y van a dejar de consumir el desecho, el cual ya en este punto se convierte en biomasa aprovechable. Estas ya se preparan para sus procesos posteriores de su ciclo de vida, los cuales ya no van a ser útiles si se quiere seguir transformando materia; sin embargo, si sirven para aprovechar sus propiedades y para hacer crecer la colonia que permite que el proceso sea sustentable con el paso del tiempo.

Tanto la biomasa obtenida como las larvas son completamente aprovechables, pero necesitan ser separadas, se recomienda realizar esta separación de la manera más seca posible agregando algunos elementos que permitan el secado de la biomasa pasados los 15 días. Para separarlos se usa un tamiz agitador, preferiblemente con dos capas donde la primera tenga un tamaño de malla de 7mm y la segunda de 3mm. [13].

Así mismo se recomiendan los tamizados automatizados que los manuales, porque sus frecuencias son mucho mayores y mejoran la calidad de la separación sólido-sólido. De este proceso de tamizado se llegan a obtener tres fracciones: una de las larvas y dos de biomasa en las cuales la primera es aquella que ya tiene tono de tierra y puede almacenarse para dejarla madurar y luego ser usada como abono, y la segunda que de aquellos residuos que no se terminaron de digerir y requieren un proceso aparte para llegar a ser aprovechados como abono. [13].

3.2.5. Tratamiento

El tratamiento se refiere a la etapa en la cual se busca dejar los productos listos para su disposición final. Al estar ambos productos separados presentan una mayor facilidad para ser trabajados cada uno.

En el caso de las larvas se pueden realizar dos procesos para dejarlas listas, limpiarlas y venderlas vivas, o hacer un proceso de secado con estas para optimizar sus propiedades y ser vendidas como materia prima para alimento. En este proyecto se escogió la segunda alternativa porque presenta una mayor versatilidad en cuanto a su venta por las propiedades que se consiguen.

En este sentido, para lograr obtener el producto de esta manera se deben introducir las larvas en un baño con agua a temperatura cercana al punto de ebullición (100°C) por un tiempo de 60 segundos (escaldado), en el cual lo que se busca desinfectar la larva de partículas peligrosas que pueden dañar el producto en un futuro. Este paso lo que llevará es a la muerte de la larva y por consiguiente a su descomposición, lo que hace que el proceso de su tratamiento debe acelerarse. La larva al estar desinfectada facilita el proceso de secado que se realiza mediante un horno, en este las larvas son deshidratadas lentamente a 65°C, este secado a baja temperatura evita la pérdida de nutrientes valiosos y evita la cocción o la quema de las larvas. Un beneficio del secado por este método es que al ser una operación pasiva requiere de menos mano de obra. Posteriormente la larva seca es triturada para dejarla como harina y estar listas para ser vendidas como proteínas.[13].

Por otra parte, como se mencionó se obtiene el abono a partir de la separación realizada anteriormente, de la cual salen dos materias primas, la primera es el denominado “humus” que se considera como un abono altamente fino, con propiedades químicas altas y de alta calidad, este es literalmente el residuo obtenido por la digestión de las larvas en las anteriores etapas. [13].

La otra materia prima es aquel sustrato que no fue consumido en los procesos anteriores, lastimosamente este material aún no se puede considerar como abono, por lo tanto, para lograr hacer que sea aprovechable se necesita de un proceso extra a realizar. Se puede usar un compostaje aeróbico, el cual usa microorganismos en presencia de oxígeno que descomponen la materia orgánica para obtener un abono. Esta es introducida en un tanque abierto, con el agregado de material orgánico como lo son hojas de plantas para realizar un equilibrio con la materia orgánica separada y de esta manera los microbios anaerobios realicen la debida conversión. Se requiere un trabajo de aireación en el tanque que acelere la transformación de manera que la duración sea de aproximadamente semanas o días, en vez de meses como en un compostaje común.

3.2.6. Disposición final

En la etapa de disposición final se toman las materias primas ya mencionadas y se dejan listas para su venta. El producto principal del proceso denominado proteína, luego de su trituración se procede a empacar para ser vendida como objetivo principal.

De la misma manera el humus se empaca en bultos para estar disponible a la venta directa como abono fino de alta calidad. Por último, el abono obtenido por el proceso de compostaje se puede vender por separado o se pueden realizar mezclas con humus para obtener diferentes calidades y tener una gama más amplia de productos que se pueden dar a la venta.

3.3. Residuos orgánicos

Se definen generalmente como todo material que proviene de la naturaleza y que es susceptible a sufrir de algún tipo de descomposición, así mismo también se consideran los restos, sobras o desechos que generan los diferentes organismos vivos.

Entre estos residuos orgánicos se encuentran desechos alimentarios (es decir, comida desechada y cualquier parte no comestible de un alimento), desechos de jardín y agricultura (por ejemplo, hojas, tallos y recortes de hierba), y desechos de animales. Sobra aclarar que los residuos orgánicos no incluyen metales, vidrio ni plásticos derivados del petróleo. Se excluyen además textiles, pieles y plásticos derivados del petróleo. [14].

3.4. Modelo de Negocio

Los modelos de negocio son conceptos que se aplican en forma de herramientas para entender cómo una empresa hace negocios, usándolos para analizar, comprender, identificar, innovar, etc. Se enfocan en las estrategias que desarrollan las empresas para conseguir competitividad en un mercado específico mediante la creación de un producto o servicio, definiendo lo que ofrece, sus costos de producción, y los diferenciales de valor respecto a la competencia. [15].

Se describen como la relación entre la cual una organización busca convertir recursos y acciones, básicamente realizando la labor estructural organizacional y financiera. Los autores concuerdan la presencia de tres elementos vitales para su desarrollo los cuales son: propuesta de valor, creación de valor y captura de valor; y cada una se ve representada en una pregunta ¿Qué?, ¿Quién? y ¿Como? respectivamente. De estos tres elementos el más fundamental es la creación de valor, definiendo las ideas de lo que se quiere llevar a cabo; la propuesta de valor define lo que se entrega como

producto o servicio por parte del negocio, por último, la captura de valor se presenta como obtener retribuciones económicas a partir de la promesa de valor. [15].

3.4.1. Valor

Se describe como todo lo que un cliente percibe cuando adquiere de manera inherente un producto y/o servicio, haciendo referencia principalmente a aquellas características intangibles encontradas por el consumidor como lo pueden ser calidad, utilidad, beneficios, entre otras.

El valor no es algo objetivo definido por un vendedor, sin embargo, desarrollarlo dentro de un modelo de negocio si es importante y crearlo se entiende como esa capacidad de las empresas o emprendimientos de generar utilidades a través del aprovechamiento de aquel valor intangible, todo valor más allá de lo económico y que genere un impacto en el consumidor, y se mide mediante el rendimiento financiero y en la rentabilidad de la organización.

3.4.2. Modelo de negocio sostenible

Un modelo de negocio sustentable se describe como aquel que busca generar valor para sí mismo, además generando valor mediante la contribución al medio ambiente y a la sociedad. En este sentido buscan innovar y enfocarse al máximo en los beneficios que pueden obtener por establecer los entornos de interés como los ambientales y sociales. Estos modelos de negocios utilizan diferentes perspectivas y enfoques como el triple resultado final para analizar y medir el desempeño del modelo, incluyendo todas aquellas partes que están interesadas siendo claves las dos mencionadas en un principio: ambiente y sociedad. [15].

3.4.3 Crear valor desde el desecho

Se define como el modelo que busca el aprovechamiento de los residuos eliminando el concepto de desperdicio y convirtiéndolo en material aprovechable para ser introducido en un proceso, transformándolo y dándole un mejor uso a esa materia prima desaprovechada. Esta forma busca reducir el impacto ambiental generado por el consumo de la materia prima, desarrollando procesos cíclicos que disminuyen el

agotamiento de los recursos, así como también la acumulación de desechos en vertederos y generación de emisiones efecto invernadero. [15].

4. MODELO DE NEGOCIO

4.1 Propuesta de Valor

La propuesta de Future With Flies para estos mercados y clientes no es solamente la producción de los productos anteriormente mencionados y sus ventajas, es generar un efecto de triple impacto: ambiental, tecnológico y social.

4.1.1 *ambiental*

Somos positivos para el ecosistema agrícola, al aplicar moscas soldado negro para la transformación residuos orgánicos, la no transmisión de enfermedades, y el no ser una especie invasiva. Además de reducir la generación de emisiones de efecto invernadero por la acumulación y descomposición de residuos orgánicos al aire libre. Buscando dar cumplimiento a la meta 15.2 “reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización” del objetivo de desarrollo sostenible #15 sobre producción y consumo responsable.[16]

4.1.2 *social*

Utilizamos tecnología de la industria 4.0 para el desarrollo de nuestros procesos, mejorando su eficiencia, gasto energético y aplicando analítica de datos para crear los productos de mayor calidad en el mercado. Logrando ir incluso mas allá con servicios que pueden beneficiar la cría de moscas soldado negro, invernaderos de alta precisión o plantaciones hidropónicas en condiciones de climas extremos o con alta variabilidad. En pro de ser cumplir con el objetivo de desarrollo sostenible #9 “Industria, innovación e infraestructuras” y la meta 9.2. [16]

4.1.3 *tecnológico*

En los últimos cinco años, la industria de alimentos balanceados ha registrado un aumento en su valor del 13%, lo que equivale a un promedio de 2,49% anual, generando pérdidas a los agro productores. Nuestros productos y servicios reducen los costos por insumos para los productores agrícolas y agropecuarios en más de un 20% respecto a los productos tradicionales que se encuentran en el mercado,

permitiéndoles tener una mejor calidad de vida, a partir de proteínas, alimentos balanceados y fertilizantes orgánicos de la mejor calidad, a partir de la generación de economías circulares que nos benefician a todos. Buscando dar cumplimiento al objetivo de desarrollo sostenible #11 y la meta 11.6. [16]

4.2 Mercado y tendencias

Estos productos que ofrece Future With Flies al igual que nuestra solución, el uso de la mosca soldado negro y la tecnología que se ha creado para criarlas, pertenecen a un mercado que está apenas comenzando a tomar forma y a crecer en la región. Así lo demuestran las cifras de Markets & Markets, una de las plataformas más reconocidas para el análisis de mercados en diferentes sectores económicos; para nuestro producto clave como lo es la proteína de insecto.

Según sus informes, el mercado mundial actual de proteínas con insectos como fuente principal, apenas tiene un valor internacional de 0,8 Billones de dólares. Un mercado actualmente dominado principalmente por países de Norteamérica y Europa que son los que tienen mayores avances científicos y tecnológicos, seguido por Asia, que son los pioneros en la producción de proteína de insectos pero que no han capturado un mayor tamaño de mercado por la falta de aplicación de tecnología para su industrialización; y donde Latinoamérica solo representa el 10% de este mercado.

Sin embargo, la perspectiva para el año 2027 es de un crecimiento del valor de este mercado a nivel mundial en 3.3 Billones de dólares, representando un aumento significativo en la producción de este tipo de proteínas. Este incremento se da por la alta demanda que tendrá este producto en las diferentes cadenas de suministros en sistemas de alimentación animal, desde animales de cría hasta animales domésticos, permitiendo así reducir el impacto ambiental que generan fuentes convencionales de proteína y los altos costos de las mismas.

En este sentido, Future With Flies encamina su objetivo en impactar el mercado Latinoamericano con la esperanza de ser capaces de aprovechar ese crecimiento de la demanda de nuestro producto principal, y tener una cuota importante del mercado antes mencionado para el año 2027.[17]

Con ese objetivo en mente, se realizó el desarrollo de investigación de mercado sobre los productos que ofreceremos y en qué países llevarlos a la venta. Se consideraron los dos países en los cuales están presentes los miembros del equipo como Colombia y Ecuador. En la búsqueda de nuestro cliente objetivo, se hizo enfoque en aquellos a los cuales nuestra solución beneficiaría más y esas personas eran los productores agropecuarios, personas dedicadas a la crianza de animales para consumo humano, como peces, pollos, y cerdos. En principio, conociéndolos mediante diferentes entrevistas realizadas, se evidenció que muchos ya conocen los beneficios de la aplicación de moscas soldado negro para obtener los productos mencionados, ofreciéndoles la oportunidad de vender la tecnología desarrollada para la creación de economías circulares donde los productores aprovechan los residuos orgánicos generados por sus actividades económicas; sin embargo, esta propuesta fue la de menos agrado para los diferentes tipos de productores porque sería una mayor carga económica como laboral, teniendo en cuenta que muchos apenas subsisten con lo mínimo. Por el contrario, preferían la alternativa de comprar los productos finales como la proteína o el abono pues de esa manera si evidenciaban una mejora económica e incluso un diferencial en el momento de vender sus animales.

A partir de esa información, desarrollamos la búsqueda para entender cuáles son los TAM (Mercado potencial total), SAM (Mercado potencial disponible) y SOM (Mercado potencial obtenible) para ambos países respecto a nuestro producto principal que es la proteína. Este método lo que hace es empezar a realizar una discretización del mercado al cual se pretende entrar y del valor económico que estos grupos seleccionados representan en un mercado objetivo, dejando así las siguientes dos distribuciones una hacia la parte de los grupos a los cuales se les puede vender el producto y la otra hablando sobre el valor económico que estos mercados más o menos representan, dejando la segmentación del mercado.

Figura 7.

TAM – SAM -SOM del mercado

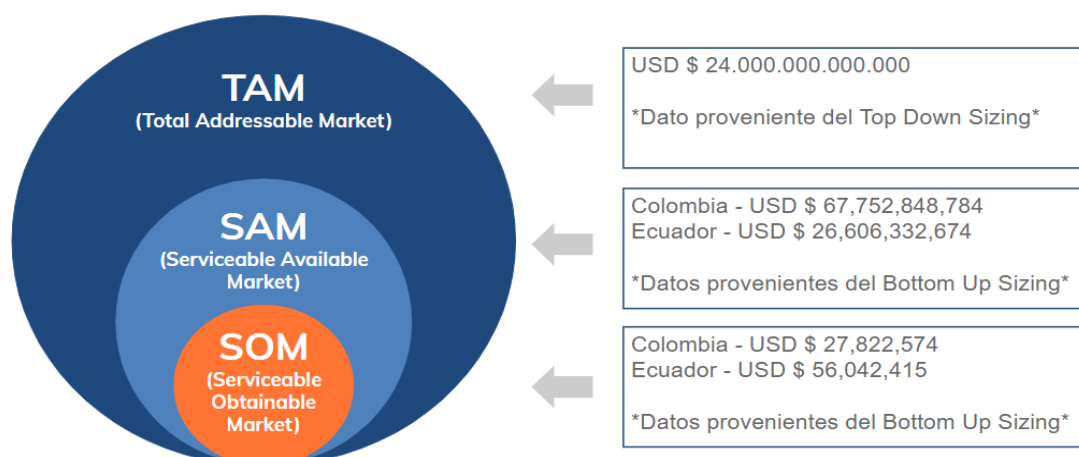


Nota. Se evidencia en esta imagen como se reparte el TAM -SAM – SOM y donde vamos a entrar como proyecto

Para conocer el tamaño de cada uno de esos mercados, se realizaron estimaciones a partir de análisis basados en los métodos Top Down sizing y Bottom Up Sizing. Con el primer método se pudo obtener el valor del tamaño de mercado estimado para la alimentación agropecuaria o alimentos balanceados para animales en Latinoamérica. Seguido, se aplicó el segundo método para tomar la población de animales como pollos y cerdos de cada uno de los dos países y se promedió una tasa de consumo anual de producto, arrojando el valor de mercado existente en ambos países. Por último, del resultado anterior, se tomó solamente el 5% de ambos mercados que serían aquellos pequeños y medianos productores agropecuarios.

Figura 8.

TAM – SAM -SOM del valor del mercado



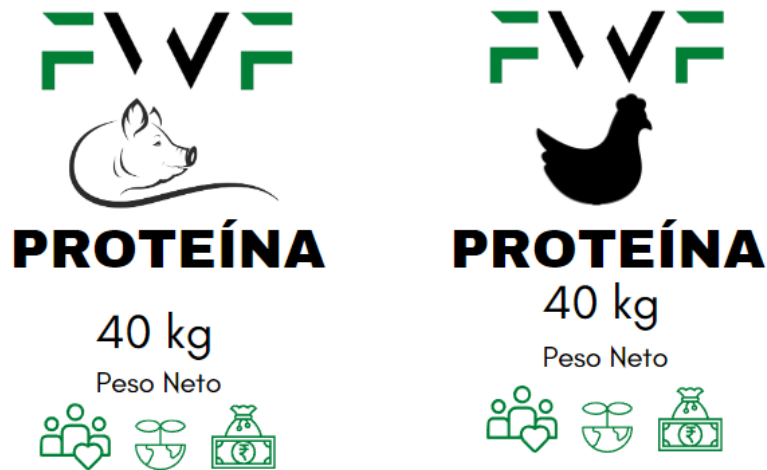
Nota. Se evidencia en esta imagen como se reparte el TAM -SAM – SOM a nivel económico para nuestro proyecto

4.3 Productos

La proteína y el abono son los principales productos de venta que Future With Flies tiene en su propuesta. Las larvas de la especie de mosca soldado negro, utilizadas en nuestro proceso de bioconversión se caracterizan a nivel mundial por obtener nutrientes a partir de su consumo, de tal manera que la composición fisicoquímica de esta mosca en una etapa previa a ser adulta (Pre Pupa) puede llegar a tener un 45% de proteína y aproximadamente un 15% de composición de grasa, lo que las hace ideales para suplir fuentes de proteína convencionales y de mayor valor económico como la soya o incluso otras fuentes de proteína animal. Además, esta especie de mosca no busca alimento cuando están en la etapa adulta, solo lo hace cuando es larva, lo que previene que exista una transmisión de patógenos, así como también reduce la producción de bacterias como el e-coli y la salmonella debido a la secreción de un componente bactericida. De tal manera que son un producto ideal para la alimentación de animales como cerdos, pollos, peces y animales domésticos como perros y gatos, sin negar que en un futuro sean fuente de alimento para el ser humano.

Figura 9.

Presentación del producto final para el consumidor



Nota. *Acá se puede evidenciar la presentación del producto como se le va a presentar al consumidor final*

El abono que obtenemos del mismo proceso de conversión de los residuos orgánicos por parte de las larvas, es un material residual que fue filtrado y tratado por las mismas, permitiendo conservar muchas propiedades que lo hacen ideal para su utilización en la fertilización de los suelos. Sin embargo, del proceso no sale totalmente listo para su venta, se requiere un pequeño proceso de maduración que permita que este abono orgánico cumpla con los estándares de mayor calidad, con condiciones de humedad, pH, relación de Carbono/Hidrógeno, contenido de materia orgánica y nutrientes necesarios. Este producto tendría la capacidad de ser aplicado en diferentes tipos de cultivos agrícolas, como también en usos domésticos para jardinería.

Figura 10.

Presentación del abono orgánico



Nota. Acá se puede evidenciar la presentación del abono orgánico

4.4 Planteamiento y manejo de riesgos

Los riesgos que la realización de este proyecto puede tener son muchos, debido a los diferentes ámbitos externos e internos que lo enmarcan, como lo son los económicos, sociales, ambientales, técnicos y de tipo legal; llegando a afectar de forma directa o indirecta la consecución de nuestra idea de negocio. Es así, como mediante diferentes análisis y estudios, Future With Flies plantea los siguientes riesgos, que se podrían presentar la hora de desarrollar nuestro proyecto, estos riesgos pueden ser los siguientes:

1. Tipo económico, ya que es posible que no haya una demanda lo suficientemente grande para nuestro producto, donde el mismo mercado que queremos impactar sea muy pequeño.
2. Por el tema tecnológico, los insumos que se requiere para fabricar este producto no están fácilmente disponibles o su elevado costo es prohibitivo.
3. El ámbito social del proyecto puede generar una percepción pública negativa sobre el uso de proteína de "insecto" para alimentar a los animales.
4. Por el ámbito ambiental, se presentan los siguientes riesgos:
 - Primero: que los residuos orgánicos no sean adecuados o no estén disponibles en cantidades suficientes para mantener los niveles de producción.
 - Segundo: los insectos no pueden digerir de manera efectiva todos los tipos de materia orgánica, lo que significa que algunos nutrientes podrían perderse durante el proceso de transformación.

5. Por parte del tema legal el tema que más problemas podría presentar es el tema de la consecución de las licencias expedidas por la Agencia Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) e impida la operación del modelo de negocio.

Las soluciones que se proponen para evitar estos riesgos son:

1. El mercado que se manejaría estaría enfocado principalmente en los pequeños y medianos productores que abarcan aproximadamente el 40 % de la producción general de cerdos, pollos y pescados. Están ubicados principalmente en zonas rurales apartadas y con dificultades para la obtención del alimento balanceado.
2. Actualmente desarrollamos un prototipo funcional que controla las condiciones ideales de crianza y alimentación, usando elementos de bajo costo y adaptables a diferentes ubicaciones.
3. Podría haber percepciones públicas negativas sobre el uso de proteína de "insecto" para alimentar a los animales: Según la FAO (Food & Agriculture Organization) hace unos años se aprobó el uso oficial de la larva de mosca soldado negro como suplemento para la obtención de proteína en alimentos balanceados, aprovechando su consumo de desechos orgánicos para la aplicación en economías circulares en el sistema agrario.
4. Tener un programa de gestión de residuos que permita tener un control administrativo de la generación y obtención del residuo que permita mantener los niveles de producción. Estos insectos tienen preferencia por algunos desechos orgánicos más que por otros, sin embargo, se pueden aplicar diferentes componentes orgánicos que mejoren el gusto por el desecho que se les brinda y mantengan las propiedades químicas que se desean.
5. Contratar asesorías legales por expertos en el tema para evitar incurrir en faltas legales que nos puedan a futuro presentar impedimentos.

Por otra parte, se consideraron posibles riesgos de tipo futuro que tenemos en cuenta como emprendimiento, estos se han desarrollado a partir de la experimentación y las diferentes evidencias que se han obtenido. Planteando soluciones puntuales que permitan llegar a una propuesta definitiva. Entre estas se encuentra:

1. El almacenamiento de datos en Ubidots.
2. Posibles fallas electrónicas con los equipos expuestos a la temperatura y la humedad.

3. Problemas con la eclosión de los huevos de mosca soldado negro la obtención de los mismos.
4. Cambios elevados de la temperatura o la humedad dentro del equipo.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA

Para lograr todo lo que se ha descrito anteriormente, Future With Flies tiene una proyección de un modelo de negocio basado en la creación de una planta industrial con la capacidad de realizar la transformación de los residuos orgánicos, aplicando la tecnología de control de condiciones para la cría y alimentación de larvas de mosca soldado negro, obteniendo productos que beneficien el sector agroindustrial en materia de calidad y precio, con un valor por 1 kg de proteína de \$2000 COP y un valor por kg de abono orgánico de \$3000, siendo un 42% y 24% respectivamente más económicos que sus competidores en el mercado. Esta planta estaría ubicada en zonas donde las actividades económicas principales sean la producción agropecuaria de cerdos y pollos, permitiendo una eficiente distribución de nuestros productos y de la adquisición de los residuos correspondientes para el proceso. Siendo la zona de la costa atlántica del país, donde en ambos mercados hay una gran cantidad de producción de animales y permitirá un proceso productivo sostenible.

Esta planta consta de 3 etapas principales constituidas por 5 sub etapas. En estas 3 etapas principales se realiza la recolección y tratamiento de los residuos, posteriormente se disponen para la alimentación de las larvas de mosca soldado negro, a las que se les hace control y monitoreo automatizado las 24 horas del día, durante un rango de 12-13 días donde obtienen los máximos porcentajes de proteína. Se procede a separar las larvas y el material resultante, para ser refinados y convertidos en el producto final.

Para realizar este proceso productivo se requiere una inversión inicial de \$3.760.680.375 COP. De esa inversión el 25% corresponde a la inversión fija de todos los equipos necesarios para la operatividad administrativa, logística y productividad de la planta, además de las licencias y gastos de inicio necesarios para la entrada en operación, con un valor total equivalente a \$933.272.375 COP.

El porcentaje restante de la inversión inicial corresponde a los gastos y costos administrativos de tal manera que pueda costear un supuesto caso donde no se presenten ventas en el primer año de operación valor de \$2.827.408.000 COP. Estos costos y gastos administrativos se dividen en 5% publicidad y campañas de educación, 11% en salarios en bruto del personal de la planta y 70% en prestaciones

de los empleados y la seguridad social. Para la recuperación de esta inversión inicial, en el primer año se espera la venta 360 toneladas de proteína por un valor total de \$720.000.000 COP, dejando como resultado para ese año un saldo de flujo de efectivo negativo de -\$1.369.815.200 COP. Para el segundo año se espera la venta total de la proteína y además se realiza el lanzamiento al mercado del segundo producto clave del proyecto: fertilizante orgánico, generando un ingreso de \$2.100.000.000 COP, para obtener como resultado un saldo de flujo efectivo en el año 2 positivo de \$127.063.640 COP. En el tercer año se espera que la inversión aplicada para investigación y desarrollo tenga como resultado el lanzamiento al mercado del producto: alimento balanceado para animales, usando la proteína producida como su insumo principal y generando un ingreso por ventas de \$2.214.000.000 COP, para obtener en el año 3 un saldo de flujo de efectivo positivo de \$2.667.995.262 COP, representando en este año la recuperación de la inversión y el comienzo del crecimiento en las utilidades a partir de los años 4 y 5.

En estos dos años de crecimiento, se busca ampliar la capacidad de la planta entre 7 y 8 toneladas procesadas al día, permitiendo una mejor oferta para la demanda que se estima crezca, aprovechando la capacidad que tienen los equipos de la inversión inicial de tratar una mayor cantidad de residuo. El objetivo de esta proyección económica es que para los años posteriores al análisis, se logre empezar a ejecutar la captura de valor a partir de productos y servicios como lo serían: la venta, distribución, asesoría o alquiler de la tecnología desarrollada; y planes de manejo de residuos orgánicos para grandes empresas que les permita beneficios en materia ambiental, sino también en retribuciones económicas a través de reducción de impuestos y gasto en servicios públicos.

El análisis financiero desarrollado a partir de la productividad y ventas de la planta, nos arroja indicadores financieros que determinan la viabilidad financiera del proyecto, estos indicadores son el Valor Presente Neto (VPN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Rentabilidad, Rentabilidad de la Inversión (ROI), y el margen de utilidad neta. El primer indicador, el VPN representa los flujos proyectados a futuro traídos a un valor en el momento actual, para nuestro proyecto, el VPN en una proyección a 5 años con una tasa de descuento anual del 10% es de \$ 14.004.881.690 COP. El Segundo indicador, TIR, representa el porcentaje de beneficio que representa una inversión, el

cual para este proyecto tiene un porcentaje del 51%. El tercer índice, ROI, indica cuánto ganó la empresa a través de sus inversiones siendo el caso del proyecto para el año 5 del 52%. Por último, el margen de utilidad neta busca comparar los ingresos netos de una empresa con sus ventas totales; midiendo la rentabilidad que tiene la empresa, que para nuestro caso es del 33%. Además, a partir de los datos de flujo efectivo del balance financiero ejecutado a 5 años, se realizó la gráfica de “la curva j”; donde se grafica el proceso de recuperación de la inversión inicial, que se da en el año 3; y el crecimiento en utilidades del proyecto.

6. CONCLUSIONES

El resultado de este proyecto de emprendimiento, permitió dejar una base clara con la cual desarrollar un modelo de negocio a partir de las problemáticas analizadas y trabajadas en el país. Como un equipo emprendedor, se evidenció la necesidad de soluciones de impacto y el potencial de las mismas en países en vías de desarrollo como lo es Colombia, para mejorar la calidad de vida de poblaciones como las analizadas a lo largo de este trabajo.

Construir un prototipo operativo con la capacidad de generar un control de condiciones ambientales para la vida de larvas de moscas soldado negro, es una muestra del éxito y las capacidades de este equipo emprendedor. Este logro brindó una experiencia en el manejo de esta especie y como ser capaces de generar soluciones a limitantes y riesgos naturales con los conocimientos de un área como la ingeniería mecánica. También permite posicionar este emprendimiento muy cerca a los avances realizados por grandes empresas en el sector a nivel internacional, y entender las capacidades de la tecnología utilizada para potenciar el desarrollo industrial en el sector agropecuario en el país.

Además, según los resultados de las proyecciones financieras realizadas, se puede determinar que es un proyecto económicamente viable y con una escalabilidad que genera interés para inversionistas dispuestos a invertir en áreas que buscan generar un impacto en el desarrollo sostenible. Sin embargo, así como lo evidencian los datos, el valor de la inversión inicial es alto para un proyecto que aún requiere de más pruebas y una experimentación más profunda en la transformación de residuos como también en el desarrollo de modelos de negocio de emprendimiento, limitando la posibilidad de desarrollo en el corto plazo de este proyecto de la manera como está planteado en este documento.

Todo este conocimiento obtenido a partir del desarrollo de este proyecto emprendedor, abre la puerta a encontrar diferentes caminos para lograr el objetivo de aprovechar el potencial de una especie como la mosca soldado negro para la generación de macro y micro economías circulares. Ser ingenieros y tener conocimientos de emprendimiento permite que el equipo también analice muchas más problemáticas en las cuales se ve afectada la vida del ser humano y el medio

ambiente, y desarrollar soluciones con tecnología para diseñar nuevos modelos de negocio de cara al futuro que nos espera como sociedad en la lucha contra el cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

1. United Nations Environment Programme. (2015). Global Waste Management Outlook (online). Available at:
https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/20210420_Modelo_de_aprovechamiento.pdf
2. A. Singh, K. Kumari. (2019, diciembre 1). An inclusive approach for organic waste treatment and valorization using Black Soldier Fly larvae: A review (online) Available at:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479719312873> [BSF1]
3. S.A.Siddiqui, T. Rahayu, N.S. Putra, N. Widya Yuwono, S. Smetana, A. Nawaz, A. Nagdalian (2022, marzo 1). Waste Management (online) Available at:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X22000010> [BSF2]
4. Alcaldía mayor de Bogotá (2021, Marzo). Modelo de aprovechamiento (Online) Available at: https://www.uaesp.gov.co/sites/default/files/20210420_Modelo_de_aprovechamiento.pdf
5. RCN RADIO (14 de octubre de 2021). Crisis de basuras en Bogotá: ¿Por qué hay tantos residuos sin recoger en Kennedy y Fontibón? (Online). Disponible en:
<https://www.rcnradio.com/bogota/crisis-de-basuras-en-bogota-por-que-hay-tantos-residuos-sin-recoger-en-kennedy-y-fontibon>
6. LA REPÚBLICA (11 de marzo del 2022). En el último mes costos de los concentrados y alimentos para animales subieron 5% (online). Disponible en:
<https://www.larepublica.co/empresas/costos-de-los-concentrados-y-alimentos-para-animales-subieron-5-en-el-ultimo-mes-3320264>
7. ICONTEC (2009, mayo 20). Norma Técnica Colombiana GTC 24 (Online) Available at:
<https://tienex.co/media/b096d37fcdee87a1f193271978cc2965.pdf>
8. M. Gutiérrez, Y. López. (2016, agosto 26). ÉTICA AMBIENTAL-GTC 24. (Online). Available at: <http://gtc-24.blogspot.com/2016/>
9. Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos - UAESP, Grupo de Investigación Sistemas Integrados de Producción Agrícola y Forestal (SIPAF). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. (Online). Available at: https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
10. G. Tortosa. (2008, septiembre 22). Definición de compostaje. ¿Qué es el compost? (Online). Available at: <http://www.compostandociencia.com/2008/09/definicin-de-compostaje-html/>
11. Sembramos. ¿Qué es un lombricultivo? (Online). Available at:
<https://sembramos.com.co/lombricultivo-simpl-i.html>

12. Universidad Autónoma de Entre Ríos, Instituto Tecnológico Universitario de Crespo. ¿Qué es la biodigestión? (Online). Available at: <http://fcyt.uader.edu.ar/web/system/files/QU%C3%89%20ES%20LA%20BIODIGESTI%C3%93N.pdf>
13. Dortmans B.M.A., Egger J., Diener S., Zurbrügg C. (2021) Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide, 2nd Edition (online). Available at: https://wiki.lowtechlab.org/images/3/36/Elevage_de_Mouches_Soldats_Noirs_BSF_Biowaste_Processing_2nd_Edition_LR.pdf
14. CCA (2017), Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte, informe sintético, Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 52 pp. (Online). Available at: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cec.org/files/documents/publications/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
15. N.M.P. Bocken*, S.W. Short, P. Rana, S. Evans. (2013, diciembre 13). A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. (Online). Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613008032>
16. O.N.U. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS. (Online). Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
17. Markets And Markets (2022). INSECT PROTEIN MARKET GLOBAL FORECAST TO 2027, FREESAMPLE. (Online). Available at: <https://www.marketsandmarkets.com/>

ANEXOS

ANEXO 1.

INFORME EXPERIMENTAL (Ver archivo)

ANEXO 2.

INFORME TÉCNICO (Ver archivo)

ANEXO 3.

ANÁLISIS DE MERCADO (Ver archivo)

ANEXO 4.

PLANTA DE PROCESAMIENTO (Ver archivo)

ANEXO 5.

ANÁLISIS FINANCIERO (Ver archivo)