



Nombre del proyecto:

Desarrollo y aprovechamiento de sustrato para heces de mascotas en la producción de amoníaco como acarreador de hidrógeno.

Solución Original:

Sustratos biodegradables para heces animales a partir de residuos agrícolas y generación de fuentes de energía alterna

Desarrollo Tecnológico:

Prototipo de arena biodegradable y manejo de residuos después de uso como soportes para la obtención de fuentes renovables de energía

Nombre del equipo:

“Malta Paw”

Autores:

Dra. Flor Tania Escárcega Olivares
Dra. Karen Valencia García
Dra. Sahylin Muñiz Becerra
Dr. Héctor Miguel Aviña Jiménez
M. I. Guadalupe Bello López
Q. Eduardo Vázquez Aguilar
IQ. Israel Pérez Hernández
Q. Alejandro Quiterio Sánchez





DATOS DE LOS INTEGRANTES

Nombre Completo	Entidad Académica	Categoría	Nivel Académico	Correo Electrónico Institucional	Correo Electrónico Personal	Número de Celular
Flor Tania Escárcega Olivares	II UNAM	Posdoctorante	Doctorado	FescarcegaO@iingen.unam.mx	flortaniescarcega@gmail.com	5545715687
Karen Valencia García	II UNAM	Posdoctorante	Doctorado	KvalenciaG@iingen.unam.mx	kvalenciaunam@gmail.com	552284315
Guadalupe Bello López	II UNAM	Estudiante	Doctorado	gbellol@iingen.unam.mx	inlakech31@gmail.com	5535296067
Eduardo Vázquez Aguilar	II UNAM	Estudiante	Doctorado	EvazquezA@iingen.unam.mx	eduardovazquezaguilar@comunidad.unam.mx	5527733168
Alejandro Quiterio Sánchez	Facultad de Química UNAM	Estudiante	Maestría	aquiterio@comunidad.unam.mx	quiteriosa.505@gmail.com	5527604193
Israel Pérez Hernández	Facultad de Contaduría y Administración UNAM	Estudiante	Licenciatura	Israelp2105@gmail.com	Israelp2105@gmail.com	5586877070



Resumen Ejecutivo



Nuestra empresa: Malta Paw

Somos una empresa tecnológica enfocada en el desarrollo de matrices a partir de residuos para concentrar a otros residuos y aprovecharlos en la obtención de nuevas formas de energía alterna

Problemática/oportunidad

La encuesta del Bienestar de INEGI del 2021 reportó que, 69.8% de los hogares mexicanos cuenta con algún tipo de mascota, en México se estiman cerca de 80 millones de mascotas; 43.8 millones caninos, 16.2 millones felinos y 20 millones una variedad de otras mascotas. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2021). Las mascotas son parte importante en la vida de los hogares mexicanos y se estima que a nivel nacional el mercado de productos para mascotas crecerá entre 6.84% y 27.2% en los próximos años, superando el mercado de productos para bebés; sin embargo, el manejo de sus residuos sigue siendo un tema por atender. Actualmente solo el 5% de los sustratos comerciales para gatos son biodegradables, por lo que se generan muchos residuos que no se puede tratar con la fracción orgánica. La recolección de residuos de mascotas tiene un costo aproximado de 200-1000 MXN/mes con escasos puntos de recolección; además de que la oferta de sustratos biodegradables y empresas que ofrezcan un servicio postventa de recolección es limitada en nuestro país. El mal manejo de heces felinas y caninas aporta contaminación por su mala disposición, tapado de drenajes cuando se usan bolsas plásticas y generación de residuos de manejo especial en el caso de arenas para gato. El tratamiento de residuos de mascotas se ha llevado a la producción de composta en México, mientras que en sectores como el pecuario se ha probado el uso de biodigestores en la producción de energías renovables. La concentración de heces y orinas de animales de compañía en un sustrato biodegradable es un mercado con gran potencial porque permite la obtención de productos específicos con valor agregado, entre los cuales se encuentran el amoníaco como acarreador de hidrógeno e incluso hidrógeno de manera directa, además de que puede compostarse después de su aprovechamiento o generar nuevos materiales adsorbentes

Nuestra propuesta

Nuestro objetivo es captar al menos al 5% de la población que consume sustratos para mascotas en nuestro primer año de operación y ofrecer un sustrato elaborado a partir de residuos de sectores que se encuentran en auge como es el cervecero, y de la poda de mantenimiento urbano.

Nuestra iniciativa se sustenta en que en México se busca la transición a nuevas fuentes de energía verde que no dependan de fuentes fósiles, actualmente la obtención de amoníaco e hidrógeno como combustibles se hace a partir del gas natural, y la demanda total de amoníaco estimada para 2030 será de 1.89Kton/año. Nuestra propuesta se basa en una forma comercial de concentración de una fuente rica en compuestos que nos permitan obtener amoníaco y diversificar las fuentes de obtención de combustibles y energías limpias

Tecnología y proceso

Nuestra tecnología se basa en procesos verdes de producción de sustrato para mascotas, empleando residuos como materias primas y agentes aglutinantes amigables con el medio ambiente. Basamos nuestra tecnología en

- **Pretratamiento patentado:** Secado, trituración y pelletizado eficiente de materias primas.
- **Gasificación modular:** Sistemas escalables para producir *syngas* ($H_2 + CO$) sin emisiones.
- **Integración circular:** Los subproductos del proceso se usan como fertilizantes orgánicos.



Mercado y oportunidad

Escalar las tecnologías climáticas a menudo exige que las empresas piensen y actúen de manera audaz e innovadora.

- Mercado global de H₂ verde: USD 130 mil millones para 2030 (McKinsey).
- Sustratos animales: USD 20 mil millones en Latinoamérica (ej.: México, Brasil).
- Clientes objetivo:
 - Agroindustrias (granjas, feedlots)
 - Asociaciones de protección animal (albergues), hoteles de mascotas, clínicas veterinarias, particulares con mascotas
 - Empresas de energía (productoras de NH₃ para fertilizantes).
 - Municipios (gestión de residuos de poda urbana).

Modelo de negocio

- **Revenue Streams:**
 - Venta directa de sustratos animales (precio 30% menor vs. competencia).
 - Contratos a largo plazo para suministro de H₂/NH₃ verde.
 - Ingresos por créditos de carbono (certificaciones VERRA).
- **Estrategia:** Alianzas con cooperativas agrícolas y parques industriales.

Equipo y tracción

- Equipo: Ingenieros (químicos, biotecnólogos, mecánicos, geotermia) + expertos en energía renovable+marketing e ingeniería industrial.
 - Validación: Prototipo funcional (capacidad: 1 tonelada/día de residuos).

Diferenciación

- **Doble impacto:** Únicos en combinar la venta de sustratos para heces animales y energía verde.
- **Costos competitivos:** Materia prima gratuita o de bajo costo (residuos).
- **Certificaciones:** Buscamos certificaciones en carbono neutral y otras ambientales y del sector energético

Financiamiento

Inversiones para:

- 50% Infraestructura (secadores solares, transporte, gasificadores, manufactura).
- 30% I+D (optimización de procesos).
- 20% Comercialización.
- Las S.A.P.I. de C.V. permiten establecer diferentes derechos y obligaciones entre los accionistas, tanto en aspectos económicos como corporativos

MaltaPaw no es solo un negocio: es una revolución circular donde los 'desechos' de hoy son la energía y el alimento de mañana



CONTENIDO

1. Descripción del proyecto

○ Antecedentes

- Población de perros y gatos en México e impacto ambiental
- Legislación y manejo de heces fecales de animales de compañía
- Residuos fecales de animales de compañía y su relación con problemas de salud pública
- Aprovechamiento de residuos de la industria cervecera y poda urbana

○ Problema a resolver

○ Nuestra diferencia con el mercado actual

○ Justificación

○ Objetivos.

- Objetivo general
- Objetivos específicos
- Alcanzables

2. Metodología y métodos empleados en el desarrollo de la tecnología

- Proceso de solución de problemas
- Estudio de mercado
- Desarrollo de estrategias y la elaboración de producto y su comercialización
 - Molienda
 - Secado
 - Formulación
 - Pruebas de retención de olores y absorción de orina
 - Pruebas preliminares de producción de hidrógeno

3. Resultados obtenidos

- Proceso de solución de problemas
- Estudio de mercado
- Desarrollo de estrategias y elaboración de producto y su comercialización
 - Pruebas de secado
 - Molienda de materias primas
 - Formulación
 - Pruebas de retención de olores y absorción de orina
 - Pruebas preliminares de producción de Hidrógeno

4. Plan de negocios

- Estrategia de comercialización
- Estrategia de transferencia tecnológica.

5. Descripción general de la empresa y organización.

6. Análisis del mercado y la competencia.

7. Desglose de productos y servicios.

8. Estrategia de marketing y ventas.

9. Estrategia de transferencia tecnológica.

10. Aspectos que el equipo considera relevantes para su evaluación

11. Conclusiones



1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Antecedentes

Con frecuencia, se pueden leer noticias en los periódicos sobre taponamientos en redes de drenaje causadas empaques, incluidas las bolsas con heces de animales de compañía. Se estima que anualmente se consumen más de 415 mil millones de bolsas para heces de perros en todo el mundo (estas bolsas generalmente están elaboradas de materiales como polietileno, un material no biodegradable), que equivalen a 0.76-1.23 millones de toneladas de plástico dependiendo del peso de la bolsa; esto representa cerca de 0.6% del total de residuos plásticos generados a nivel global (Mai et al., 2022). Por su parte, el uso de sustratos para heces felinas también representa un problema de contaminación ambiental debido a que, en su mayoría, los materiales con los que se fabrican tampoco son biodegradables (arcillas y zeolitas principalmente). Los perros y gatos excretan diferentes cantidades de orina y heces, y su composición es clave para su aprovechamiento.

Población de perros y gatos en México y su impacto ambiental

Los animales de compañía son parte de la vida cotidiana y ofrecen beneficios en la salud física y mental de las personas; sin embargo, la población de felinos a nivel global ha incrementado drásticamente en los últimos años. Se estima que en 2019 esta población de felinos alcanzó los 96.5 millones en Estados Unidos, mientras que en Canadá fue de 8.8 millones y de 102 millones en Europa (Frayne et al., 2019). En Reino Unido se reportó que para el 2021, la población estimada de gatos que transitan por las calles era de entre 247 a 365 millones de gatos, considerando a gatos con y sin dueño. Según datos de la encuesta nacional de bienestar del año 2021, hay casi 80 millones de animales de compañía en México registrados por sus tutores, de los cuales el 55% son perros, 20% gatos, y el resto está representado por una variedad de animales como tortugas, ratones, etc. Los estados con mayor población canina registrada son el Estado de México (más de 6 millones) y la CDMX (3 millones de registros). Estas mismas entidades tienen poblaciones de gatos cercanas a los 2 millones (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2021a). Aunque no hay datos oficiales, se estima que en la CDMX hay aproximadamente 27 millones de perros y gatos sin hogar, por lo que, la inadecuada gestión de heces representa severos problemas de contaminación atmosférica, del suelo y agua, y un riesgo de salud pública.

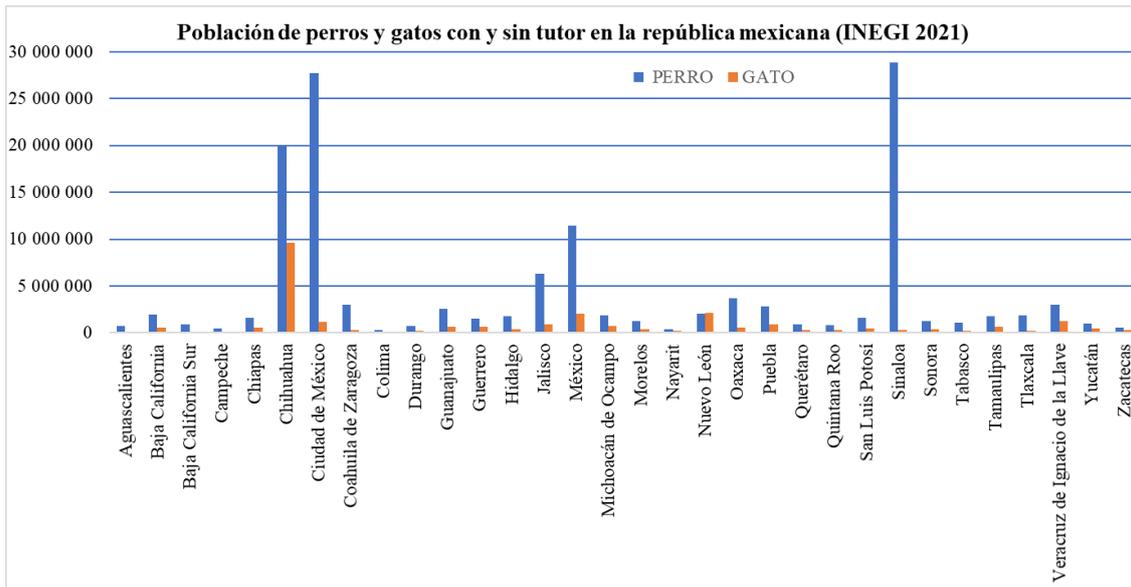


Figura 1. Población de perros y gatos con y sin tutor a nivel nacional. Datos de INEGI 2021

Los tutores responsables recogen las heces de su mascota tanto en su domicilio como en las calles, pero es frecuente el desconocimiento sobre la forma en que deben disponerse; muchos tutores depositan las heces de sus mascotas en el WC, mientras que otros ocupan bolsas de plástico y las depositan en la basura o en la coladera, causando severos taponamientos en la red de drenaje (Figura 2).



Figura 2. Noticia publicada en internet (OEM, 2023)

Legislación y manejo de heces fecales de animales de compañía en México

El artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos menciona que los gobiernos municipales son los encargados de realizar la limpieza de calles, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, así como del agua potable y residual; pero esta labor se complica por la presencia de heces en calles, barrancas y lotes baldíos. Por su parte, el artículo 29 de la Ley de cultura Cívica de la CDMX menciona multas para las personas que se abstengan de recoger las heces de su mascota en la vía pública, o depositen los desechos fuera del contenedor, estas multas pueden ser



económicas (\$2,020.40 a \$2,886.60 MXN), arresto de 13 a 24 horas en el Centro de Sanciones Administrativas, o Trabajo a favor de la comunidad de 6 a 12 horas. Programas sociales como "Manos a la Obra CDMX" de la Secretaría del medio ambiente de la CDMX emite folletos y videos en redes sociales con recomendaciones para informar a la población sobre la correcta disposición de las heces de sus animales de compañía, como usar papel higiénico o bolsas compostables para recoger las heces, depositarlas en contenedores (Sedema 2021).

En 2022 la alcaldía Azcapotzalco junto a la agencia de atención animal (Agatan) planteó el Programa Integral de Andadores Caninos (PIAC) para transformar los residuos fecales de mascotas en biogás, el objetivo era reducir el problema de taponamientos en el drenaje; pero a la fecha el proyecto no está en marcha (<https://bid20.bid-dimad.org/proyecto/programa-integral-de-andadores-caninos-piac/>)

Herrera-Camacho et al., (2017) exploró el impacto ambiental los animales de compañía y la huella ecológica que generan a través de su alimentación y gestión de desechos. Mediante análisis de ciclo de vida (LCA), comparó el impacto ambiental de un perro de 10 kg y un gato de 4 kg en categorías como cambio climático, eutrofización marina, toxicidad humana y uso de recursos naturales; reportando que la producción de alimentos es el factor que más contribuye al impacto ambiental de ambas especies, pero la huella de carbono de los perros es casi el doble que la de los gatos debido a que requieren mayores cantidades de alimento. Este estudio reveló que, aunque los perros requieren más alimento, los gatos generan más desechos sólidos debido al uso de arena para su higiene (Figura 3). La orina del gato tiene una mayor concentración de urea y mercaptano que se descompone para liberar amoníaco, lo que ocasiona un olor más intenso y desagradable, y requiere cambios de sustrato de manera frecuente, lo que se traduce en la generación de más residuos. Un gato usa aproximadamente 3 kg de arena base arcilla a la semana (Crusta, 2024) con excretas diarias cercanas a 40 g de materia fecal, lo que representa una producción fecal anual cercana a 1.18 millones de toneladas métricas solamente en Estados Unidos (Vaughn et al., 2011), en México se produce 593,604 toneladas anuales únicamente de los felinos registrados por su tutor.

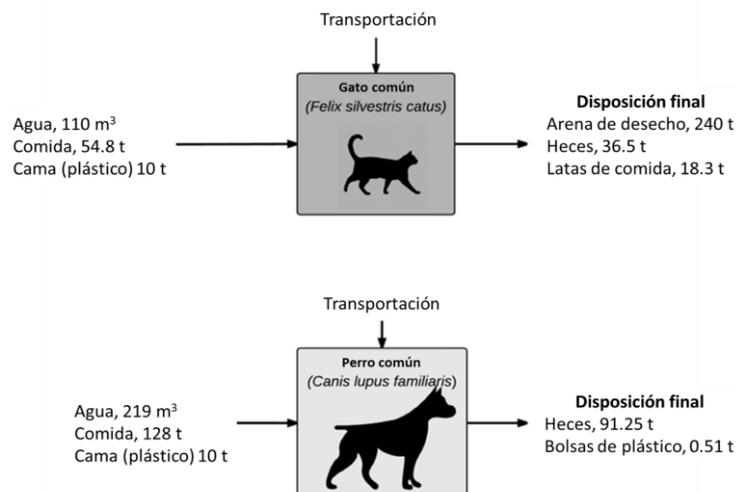


Figura 3. Uso de recursos en el mantenimiento de mascotas calculado en base a 1000 mascotas por año (Herrera-Camacho et al., 2017)

Un canino genera entre 100 y 600 gramos de excretas al día dependiendo su tamaño. A nivel nacional se generan más de 26,000ton/día de excretas, y en la ciudad de México 1,600 ton/día. Se calcula que en México los perros sin hogar son alrededor del 40% de la población canina registrada, esto representa una problemática para los gobiernos municipales, pues ellos son los responsables de proveer el servicio



de limpia a las calles, lotes baldíos y zonas frecuentadas por animales ferales. Esto representa una amplia población de perros callejeros que defecan al aire libre, cuyas heces liberan GEI a la atmósfera (entre ellos metano y CO₂), que cuando se secan y pulverizan pueden ser inhaladas y se convierten en un problema de salud pública por su potencial zoonosis.

Residuos fecales de animales de compañía y su relación con problemas de salud pública

La gestión inadecuada de residuos fecales de mascotas da pie a un problema de salud pública como la toxoplasmosis y toxocarosis producida por los parásitos *Toxoplasma gondi* y *Toxocara canis* que pueden encontrarse en heces felinas y caninas respectivamente (Sinc, 2013; Santillán, 2019). Además de potenciales zoonosis por la presencia de *Giardia*, *Cryptosporidium*, *Cyptospora Aelurostrongylus* y *Capillaria* (Joachim et al., 2023)

Aprovechamiento de residuos de la industria cervecera y poda urbana en el desarrollo de sustratos para excretas de animales de compañía

Existen algunas actividades industriales que generan residuos de difícil aprovechamiento, una de ellas es la industria cervecera. México es uno de los mayores exportadores de cerveza del mundo, destacando marcas como Grupo Modelo (parte de Anheuser-Busch InBev) y Cuauhtémoc Moctezuma (perteneciente a Heineken). Estas empresas dominan el 97.5% del mercado interno y la cerveza representa aproximadamente el 23% de las exportaciones industriales de México. En 2023, México produjo 142 millones de hectolitros de cerveza de acuerdo con cifras del INEGI. Para producir un litro de cerveza se necesitan alrededor de 200 gramos de malta, esto es, alrededor de 3 millones de toneladas de malta por año para la producción de cerveza. La tendencia de este mercado a nivel industrial y artesanal, está en aumento. Generalmente la malta desechada proviene de la elaboración del mosto, que se prepara hirviendo malta en condiciones específicas, posteriormente se separa del líquido que continúa al proceso de fermentación. En raras ocasiones se exprime la malta, por lo que la cantidad de humedad que posee es superior al 80%, haciéndola un caldo de cultivo para microorganismos. En esas condiciones no es posible molerla, ya que tiende a formar una pasta difícil de manejar, y por tanto, es necesario secarla con la posibilidad de recuperación de agua si se emplea un diseño óptimo de secador.

Los residuos de malta cervecera son biodegradables, sin embargo, por el alto contenido de almidón que poseen, se contaminan con hongos con mucha facilidad en las primeras horas después de su utilización; estos residuos tienen potencial para integrarse a la formulación de diferentes materiales adsorbentes por sus características fisicoquímicas, y pueden ser una buena materia prima en la elaboración de sustrato para excretas de mascotas debido a su composición y características estructurales que le confiere el almidón que la compone.

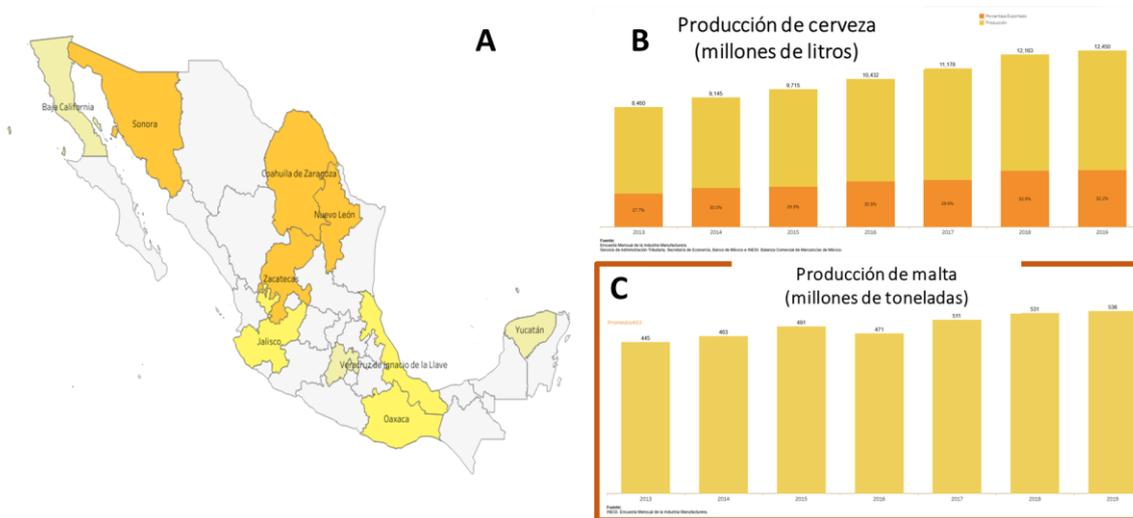


Figura 4. Producción de cerveza en México (2013-2019), A) Estados fabricantes, B) Producción en millones de litros, y C) Producción de malta. Datos obtenidos de INEGI 2019.

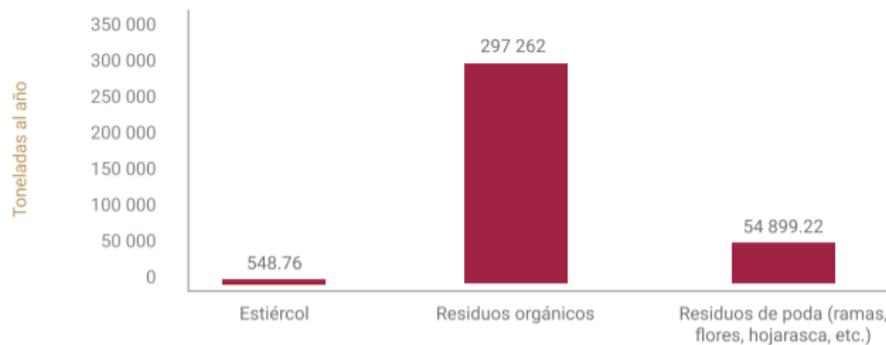
Una de los conceptos en Ingeniería ambiental y en economía es el agua virtual, que es la cantidad total de agua necesaria para producir un bien o servicio, esto incluye el agua utilizada en el cultivo, procesamiento, fabricación, transporte y distribución de un producto. En la elaboración de cerveza se exporta una cantidad significativa de agua en la elaboración del producto, y se pierde una cantidad mucho mayor de la que se exporta y queda almacenada en los residuos de malta. La recuperación de esta agua en un proceso inteligente que permita la elaboración de otro producto permitiría crecer el ciclo de vida de la malta empleada en la elaboración de cerveza, y ofrece la oportunidad de recuperación de agua que puede ser nuevamente aprovechada en el proceso de producción.

A pesar de que la malta proveniente de la fabricación de cerveza es un excelente material para la elaboración de sustratos para excretas biodegradables, se requiere otro material de soporte, abundante, absorbente, que provea una mayor cantidad de lignocelulosa; y dado que más del 50% de los residuos sólidos urbanos pertenecen a la fracción orgánica (FORSU), propusimos el uso de los residuos de la poda de parques y jardines como segunda materia prima.

En México, los residuos de poda urbana son considerados como FORSU, y su manejo se considera como especial por los grandes volúmenes que se generan. En el año 2023 se reportó la generación de 438.30 toneladas diarias de residuos, de las cuales 59.07% fueron residuos orgánicos que incluían restos de alimentos, poda y jardinería. Los residuos de poda y hojarasca conforman la mayor parte de los residuos orgánicos presentes en centrales de abasto y parques. A nivel urbano, los residuos de poda estimados en 2023 fueron de 2.02 millones de toneladas diarias únicamente en el bosque de Chapultepec, y al año se estima que la producción de residuos de poda y jardinería es de 54,899.22 toneladas como se muestra en la Figura 5 (Secretaría de Medio Ambiente, 2023). El uso de residuos de poda para hacer composta hace más lento el proceso, por lo que su tratamiento por este proceso requiere altos niveles de trituración.



Cantidad por tipo de residuos que ingresan a las plantas de composta en 2023



Fuente: SEDEMA, SOBSE y Alcaldías

Figura.5 Generación de residuos de poda anual en la Ciudad de México. Gráfico obtenido del Inventario de residuos sólidos de la ciudad de México. (Secretaría de Medio Ambiente, 2023)

A pesar de que los municipios deben estar dotados de herramientas y espacios para procesar la poda y convertirla en composta, existen diversos factores que evitan su correcta disposición, entre los más frecuentes destacan: larga distancia a la planta de compostaje, gastos de traslado (vehículos y combustible), espacio insuficiente para los residuos generados, falta de capacitación para el proceso de compostaje, distribución ineficaz de la composta, entre otros (Rodríguez Salinas et al., 2006).

Problema a resolver

Nuestra propuesta está enfocada en resolver tres problemáticas ambientales y de salud pública: 1) aprovechamiento de residuos de la industria cervecera, 2) reúso de residuos de poda urbana y jardinería, 3) mejora en la gestión de residuos de animales de compañía y aprovechamiento a través de un material biodegradable que permita concentrar excretas y pueda ser nuevamente aprovechado en la generación de energías alternativas, síntesis de fertilizantes o composta como mejorador de suelo, todos estos servicios como una estrategia de neutralización de carbón.

Nuestra diferencia con el mercado actual

Actualmente existen pocas alternativas en el mercado nacional que ofrezcan sustratos para mascotas biodegradables. Si bien es cierto que existen alternativas como el uso de aserrín y otros sustratos elaborados con bagazo de maíz o fibra de coco; el desarrollo de sustratos biodegradables nacionales con elevadas eficiencias de retención de orina y olores todavía son escasas. Aunado a esto, son pocas las empresas a nivel mundial las que se encargan del tratamiento de residuos fecales de animales de compañía. Aunque a nivel pecuario se investigan e implementan tecnologías para el aprovechamiento de heces y su conversión a biogás, la producción de digestatos demasiado ácidos también es un problema, además de que en todos estos tratamientos se requiere un espacio y control de procesos in situ; las urbes no cuentan con los espacios suficientes para que cada dueño de mascota pueda hacer el tratamiento de las excretas de sus animales de compañía, y la diversidad de productos y materias inorgánicas en el mercado favorecen la generación de más y más residuos de manejo especial. En el caso de las excretas caninas, el uso de bolsas biodegradables representa un riesgo ambiental y de salud



por la generación de microplásticos con un lento proceso de degradación de bolsas, sin tomar en cuenta que muchas de ellas aún se elaboran con polietileno que no es biodegradable.

En Estados Unidos, algunas filiales de la empresa Pets Best tiene servicios de compostaje de heces de mascotas, incluyendo arenas biodegradables base trigo, maíz o papel reciclado. **TerraCycle** Global tiene programas para el manejo de residuos de difícil manejo como las bolsas para heces de mascotas, pero requiere que haya una separación previa (<https://www.terracycle.com/es-ES/>). **EnviroPet** en Canadá promueve el compostaje de residuos de mascotas (<https://www.epwn.org/>). En México Fosa Pet y Hagamos composta ofrecen servicios de colecta post venta donde recogen y separan las bolsas de las heces para fabricar composta, pero el servicio es limitado y el impacto en el público aún no es grande.

Nuestro emprendimiento utiliza dos residuos no usados por otras empresas en la fabricación de un sustrato biodegradable, y ofrece un servicio postventa en donde el tratamiento de las excretas se convierte en productos de valor agregado mayor a los ofrecidos actualmente, abriendo las puertas a nuevas inversiones y la posibilidad de obtener certificaciones en carbono neutral, generación de bonos de carbono y la posibilidad de participar con otras entidades gubernamentales, privadas y academia a nivel nacional e internacional en acciones que favorezcan a la economía, y permitan abordar actividades en la mitigación del calentamiento global y cambio climático

Justificación

México exporta una cantidad considerable de agua virtual a otros países principalmente por actividades agrícolas, con estimaciones de hasta 43.5 mil hectómetros cúbicos de agua virtual (CONAGUA, 2024). La producción de cerveza es una actividad que exporta una gran cantidad de agua virtual y no virtual, con altos impactos ambientales por el consumo de agua que se requiere para obtener el mosto de la malta y los residuos sólidos que se generan, sin tomar en cuenta que no se recupera el agua que queda en la malta una vez que se usa y representa más del 80% del peso de la malta una vez usada. Por otra parte, las excretas de gatos y otros animales de compañía poseen grandes cantidades de compuestos nitrogenados que pueden ser aprovechados en la generación de amoníaco como precursor de síntesis, fertilizantes, como acarreador de hidrógeno y otros productos. El presente proyecto aplica los principios de la economía circular para identificar áreas de oportunidad en el aprovechamiento de estos residuos en la creación de un sustrato para excretas biodegradable, la recuperación de agua durante el secado, la implementación de un sistema para la gestión adecuada de las heces de animales de compañía y utilizar el potencial que tienen para la generación de hidrógeno y amoníaco, una fuente de energía alterna.

Origen de la propuesta

La propuesta de Malta Paw surge en una presentación de divulgación científica que realizó la Dra. Flor Tania Escárcega en el Foro Ambiental por la Sierra de Guadalupe, organizado por la M. I. Guadalupe Bello y que se llevó a cabo el sábado 5 de octubre de 2024 en la comunidad de Cuauhtepac, Gustavo A. Madero, CDMX. El tema que expuso frente a la comunidad de PILARES Compositores Mexicanos fue *“Tips para el manejo adecuado de las heces de los animales de compañía y evitar la contaminación de ríos”*. Durante la sesión de preguntas y respuestas, los asistentes se mostraron preocupados por la eliminación correcta de las heces de sus animales de compañía, algunos de ellos con más de una mascota. Ellos referían que se sentían mal de disponerlos en los camiones recolectores de basura, por el contacto de los residuos con los trabajadores y los potenciales riesgos para su salud. Algunos lo



ocupaban como abono para su jardín y otros lo depositaban directo en las coladeras del drenaje, pero la mayoría manifestaba un completo desconocimiento del tema. Derivado de esta charla, se identificaron áreas de oportunidad con el uso de algunos residuos que recientemente se están generando en mayores cantidades, como son los residuos cerveceros, que no representan un aporte nutrimental para su valorización como alimento, pero si pueden ser empleados en el desarrollo de nuevas matrices adsorbentes y que pueden ayudar a concentrar un tipo de residuo en particular: orina y heces de animales de compañía, particularmente de gatos. Más ideas se sumaron al proyecto, el Mtro. Eduardo Vázquez propuso ideas para medir la generación de olores del sustrato en su evaluación, sistemas de separación de compuestos de interés para la concentración de urea, amonio en sustratos usados y separación de agua. La Mtra. Guadalupe Bello hizo propuestas activas de convenios y negociación para hacer asequibles espacios y residuos de poda como un coadyuvante del sustrato que mejorara su desempeño; diseño de producto y estrategias de mercado; la Dra. Karen Valencia hizo posible la realización de pruebas para evaluar la producción de hidrógeno a partir de moléculas presentes en la orina de gatos (urea) empleando catalizadores basados en óxidos. El Doctor Miguel Aviña y la Dra. Sahylin Muñoz nos ofrecieron su apoyo, infraestructura e ideas para el secado de nuestras materias primas empleando energías limpias y equipos de secado y pelletizado, mientras que los estudiantes de contabilidad y maestría en Ingeniería Industrial Israel Pérez y Alejandro Quiterio nos ayudaron a evaluar la viabilidad de nuestra iniciativa y nos hicieron propuestas de organización empresarial y estrategias de mercado.

Objetivos.

Objetivo General

El objetivo de Malta Paw es aplicar los principios de economía circular para resolver problemas ambientales y de salud pública como la gestión de excretas de animales de compañía, maximizando su aprovechamiento en la generación de fertilizantes, compuestos de síntesis y generación de combustibles y energía alterna a través de una empresa base tecnológica que aplique los tres principios de la economía circular: 1) Eliminar residuos y contaminación desde el diseño; 2) mantener productos y materiales en uso, y 3) regenerar sistemas naturales

Objetivos específicos

1. Establecer las mejores condiciones de secado de materias primas por un tratamiento geotérmico y solar como un pretratamiento ecológico previo a la formulación de sustrato biodegradable para excretas de mascotas
2. Determinar la mejor formulación de arena biodegradable para mascotas a partir de residuos de malta, poda, aglomerantes y antifúngicos, que tengan una alta capacidad de retención de orina y malos olores de las excretas.
3. Realizar pruebas de producción a escala de la mejor formulación y hacer pruebas de aceptación en animales de compañía
4. Identificar por pruebas preliminares la cantidad de hidrógeno que es posible obtener a través del tratamiento de la arena ya utilizada, empleando una de las moléculas presentes en orina de perros y gatos (urea) por medio de un proceso catalítico o fotocatalítico.
5. Establecer un plan de mercadeo adecuado para comercializar el sustrato biodegradable con la mejor formulación siguiendo rutas definidas que también serán útiles para la recolección de residuos evaluado con la matriz FODA y QDF.



6. Proponer estrategias de inversión, desarrollo tecnológico e investigación que hagan el producto viable

Alcanzables

Los tres principios de la economía circular planteados en el objetivo general pueden alcanzarse de la siguiente manera (Profeco 2023):

- 1) Eliminar residuos y contaminación desde el diseño: al diseñar sustrato para mascotas fabricado con materiales biodegradables que provienen de residuos de otros procesos industriales para eliminar la extracción de material mineral virgen y que facilite su retorno al medio ambiente
- 2) mantener productos y materiales en uso: al ocupar residuos orgánicos provenientes de otros procesos y al ofrecer el servicio de recolección del sustrato usado para generar nuevos subproductos derivados del tratamiento como el amoníaco, fertilizantes o el hidrógeno, se mantiene este principio en varios niveles
- 3) regenerar sistemas naturales: el uso del sustrato biodegradable puede reducir la huella ecológica al disminuir la extracción de minerales; el aprovechamiento del sustrato usado permite reducir la generación de residuos de manejo especial y reutilizar los materiales después de su uso en otros procesos incluyendo la generación de combustibles, compostaje, generación de fertilizantes y la posibilidad de obtener nuevas fuentes de energía alterna en la neutralización del carbón.

El presente proyecto pretende alcanzar la elaboración del producto prototipo y hacer pruebas exploratorias de la obtención de hidrógeno a partir de urea como molécula modelo presente en orina de perros y gatos.

1. Metodología y métodos empleados en el desarrollo de la tecnología

A partir del **proceso de solución de problemas** que se muestra en la Figura 6 logramos identificar nuestros principales problemas en el desarrollo del producto que tuviera la posibilidad de dar un servicio postventa y desarrollo tecnológico a partir del nuevo residuo colectado. El problema identificado por nosotros es mal manejo de excretas de animales de compañía, particularmente la dificultad para gestionar y tratar los residuos de la población de felinos porque la mayor parte de sustratos comerciales más vendidos en el mercado no son biodegradables. Por otra parte, la generación de algunos residuos está en auge por el incremento en su consumo, tal es el caso de los residuos de la producción cervecera, que se generan cada vez en mayor cantidad y no encuentran un buen aprovechamiento, su reutilización como alimento es complicado después de su uso porque se contamina fácilmente y tiene un bajo contenido nutricional. Por otra parte, la poda urbana, junto con otros residuos de jardinería muestran tener poca tratabilidad y una generación elevada con una lenta tasa de compostabilidad, su transporte es costoso y requieren un elevado grado de trituración para poder ser aprovechados. Los residuos de poda y producción cervecera pueden ser aprovechados en el desarrollo de nuevos materiales como sustratos para excretas de mascotas, mientras que la recolecta de excretas de mascotas como gatos, puede ser un área de oportunidad en la generación de nuevos productos como fertilizantes, composta, e incluso la generación de hidrógeno de manera directa o indirecta por la formación de amoníaco como un acarreador de hidrógeno. Todos estos aprovechamientos van encaminados a la neutralización de carbono, al evitar que vayan directamente a descomposición no controlada con la generación de GEI, y ayudando a gestionar una fracción de residuos que representan un potencial problema de salud pública por su inadecuado tratamiento y disposición.



Figura 6. Diagrama general de proceso en la identificación de problemas a resolver en nuestro proyecto empresarial

Estudio de mercado

Para **comprender y analizar** si tenemos un área de oportunidad en el mercado, se realizó un **estudio de mercado** sobre la población de perros y gatos, los productos disponibles en tiendas de conveniencia, tiendas departamentales e internet con el objetivo principal de identificar a nuestra competencia y satisfacción de la población (tamaño del mercado); los servicios que existen en el mercado, identificar cuáles son las materias primas y el costo de sustratos para excretas de animales de compañía, y buscar información sobre qué hacen los gobiernos municipales para atender la problemática.

Para hacer un cálculo del potencial de generación de excretas de animales de compañía a nivel nacional, se recurrió a la última encuesta sobre el bienestar que publicó INEGI en 2021, donde se reportaron las cifras de animales de compañía con y sin tutor en la república mexicana.

Se hizo una estimación de la cantidad de excretas que pueden generar tanto perros como gatos de raza mediana y se investigó la composición de orina de gatos y perros. Para nuestros cálculos se utilizó como dato el peso promedio de un perro de tamaño mediano de 15 kg, y un peso promedio de un gato de 4.5kg con excretas promedio diarias que contienen de 180-360 mg/L de urea, y de 15-25 mg de urea para perros. Con estos datos se calculó el equivalente en urea que puede ser convertido a amoníaco, y se consideró que en la orina de gato el 46% es urea.

Para saber si ya existen empresas que tratan los residuos de excretas felinas, se colectó información de las marcas de arena para gato más vendidas en supermercados, plataformas de comercio en línea (amazon o mercado libre) o a través de tiendas online. Después de este primer cribado donde se analizó el costo promedio de los sustratos para excretas felinas más populares en el mercado, se hizo un análisis de marcas que representan una competencia directa por ser biodegradables o formuladas con otros residuos lignocelulósicos.

Desarrollo de estrategias y la elaboración de producto y su comercialización de productos

Para el desarrollo de **estrategias** que den solución a los problemas encontrados, y después de analizar a la competencia, se realizó la propuesta del primer proceso para elaborar un sustrato biodegradable con malta procesada y residuos de poda como materias primas. Se evaluaron diferentes proporciones de malta seca y poda con concentraciones del 5% en peso de gomas y 5% en peso de agente bactericida y aglutinante. Estas concentraciones de bactericida y gomas se basaron en las reportadas por otras patentes de sustratos para excretas felinas. Durante el desarrollo de nuestro producto no se realizaron pruebas sobre animales, solo se ocuparon las excretas de mascotas propias del grupo de trabajo, realizando



experimentos de evaluación de la retención de humedad y olores. Una vez obtenida la mejor formulación, se hicieron pruebas de preferencia y retención de olores en perros, gatos y cuyos. Las normas aplicables al desarrollo de nuestro producto fueron:

- NOM-012-SAG/ZOO-2020: Especificaciones para la regulación de productos para uso y consumo animal.
- NOM-022-ZOO-1995: Características y especificaciones zoonosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que comercializan productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo por estos.
- NOM-026-ZOO-1994: Características y especificaciones zoonosanitarias para las instalaciones, equipo y operación de establecimientos que fabriquen productos químicos, farmacéuticos y biológicos para uso en animales (Estatuto a revisar porque no se fabricarán productos de ingesta o suministro como tratamiento médico o alimenticio)

Se realizaron evaluaciones constantes y el proceso global de nuestra propuesta se ajustó a dos etapas que se muestran en la Figura 7. En nuestra estrategia, la primera etapa será la de inicio ya que se cuenta con la materia prima para producir arena biodegradable, pero el presupuesto es escaso. Esta etapa financiará la compra de maquinaria, equipo de reparto y la investigación sobre obtención de amonio e hidrógeno, que será clave en la segunda etapa.

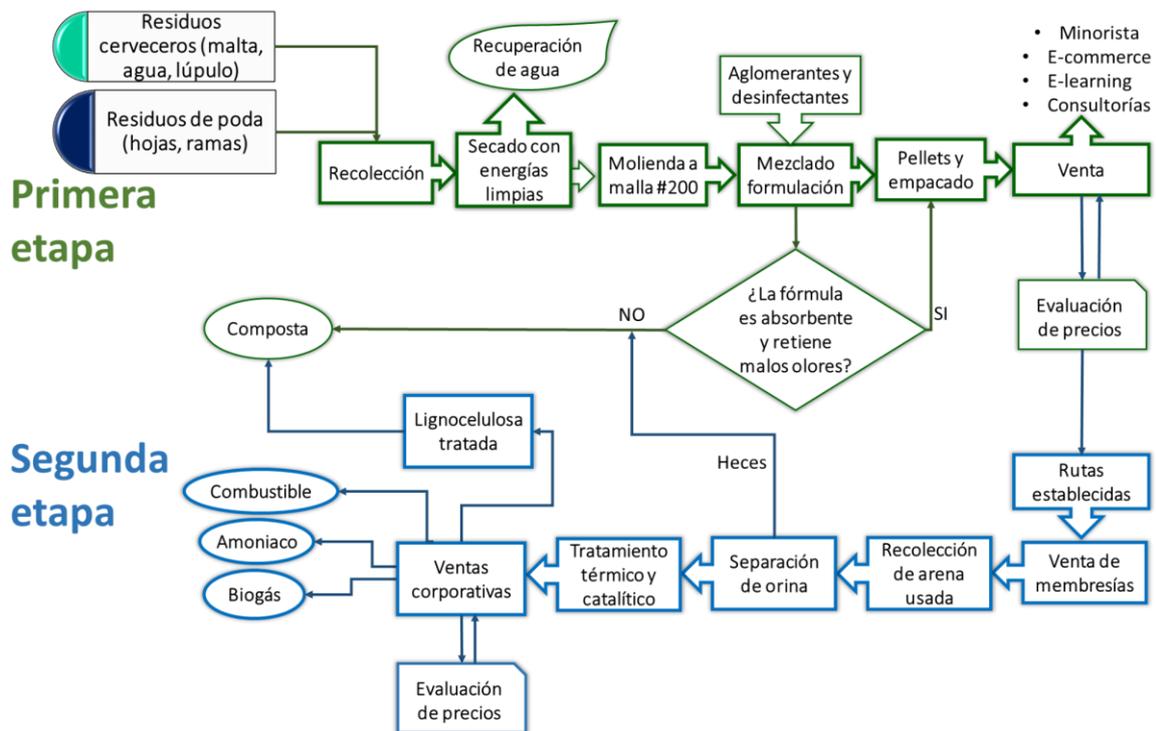


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso global de Malta Paw (Elaboración propia)

Las pruebas de formulación y secado de materias primas se realizaron en el Laboratorio de ingeniería ambiental y en el edificio 8 del Instituto de ingeniería, el cual se establece como el centro de operaciones temporal con la finalidad de realizar los cálculos necesarios. Se contó con el apoyo del laboratorio de Metalurgia del anexo D de la Facultad de Química UNAM para la molienda de grandes cantidades de las materias primas precursoras.



Descripción del proceso de obtención de sustrato

El sustrato se elaboró por una serie de pasos que incluyeron:

a) **Recolección**

Los residuos de poda se obtuvieron por donación de la dirección general de obras y conservación de la UNAM. Los residuos de malta se obtuvieron como donativos de Cervecería Apolo, Biofir Probiotics y Cervecería Lindavista. Los donativos provenían de la elaboración de cervezas artesanales tipo Ale y logramos donaciones de hasta 250kg, pero solo fuimos capaces de transportar 75 kg en húmedo. Se tomaron las humedades iniciales de todas las muestras previo a su procesamiento por secado y se observó que en promedio contenían un 84% de humedad inicial. Las muestras de poda fueron donadas en pellets de aserrín con porcentajes de humedad promedio del 24 %.

b) **Secado**

Se realizó en un prototipo de deshidratador de alimentos geotérmico a escala de laboratorio, ubicado en el Laboratorio de Geotermia de Grupo iiDEA, Instituto de ingeniería-UNAM bajo la supervisión de la Dra Sahylin Muñiz Becera y el Doctor Héctor Aviña Jiménez. Para el proceso de secado el fluido geotérmico de baja entalpía se simuló mediante un calentador de agua (Rheem, modelo 89VP20). Se instaló un circuito hidráulico por el que circula agua caliente impulsada por una bomba de recirculación (bomba presurizada Truper de 1/6 HP). El agua sale del tanque de almacenamiento y pasa por el calentador de agua eléctrico (Rheem, modelo 89VP20) para obtener la energía térmica necesaria. La capacidad del calentador es de 9 kW, mientras que la de la bomba es de 15 L/m. Finalmente, el agua caliente ingresa al cabezal superior del intercambiador de calor de tubos aleteados (IC-SV-01) para evitar el choque térmico. El aire entra a temperatura media y sale a temperatura alta, similar a un proceso de precalentamiento. El aire ambiente es aspirado por un ventilador centrífugo y propulsado por los tubos aleteados del intercambiador de calor. A medida que aumenta la temperatura, el aire caliente fluye por convección hacia la cámara de secado. La velocidad del ventilador se puede ajustar entre 1.5-8.0 m/s mediante un inversor desde la entrada de aire a través de la cámara de secado. En la cámara de secado, el aire caliente de convección evapora la humedad de los alimentos y sale por una chimenea. La cámara de secado cuenta con un gabinete con dos columnas de rejillas que soportan las bandejas con los alimentos deshidratados. La cámara se construyó con láminas de aluminio de 19 mm de espesor y dimensiones de 0,7 m, 0,50 m y 0,550 m de largo × ancho × alto, respectivamente. Durante el secado, el aire caliente entra por la parte inferior de la cámara y es impulsado hacia las bandejas por el ventilador centrífugo, que cuenta con un filtro para evitar la contaminación de los alimentos. La temperatura del aire caliente en la cámara de secado se puede regular en un rango de 40-70°C. El prototipo del deshidratador geotérmico se muestra en la figura 8.



Figura 8. Deshidratador geotérmico de alimentos (prototipo de laboratorio)

También se empleó el método tradicional de secado al sol sobre una malla de plástico para procesar 50 Kg de malta con el 90% de humedad.

Preparación de la muestra: Se realizó el secado de muestras de malta resultante del proceso de producción de cerveza artesanal y residuos de poda. Para el secado la materia prima se extendió sobre las charolas del deshidratador a máxima capacidad de carga. Para el estudio, el contenido de humedad de las materias primas fue determinado antes del secado y durante el proceso, a fin de determinar el tiempo necesario para que alcanzaran un contenido de humedad inferior al 10 %.

Proceso de secado geotérmico: Se realizaron pruebas experimentales para determinar la temperatura óptima para el secado de la malta y los residuos de poda, de manera tal que se acortara el tiempo del proceso.

Tabla 1. Variables experimentales para determinar las condiciones óptimas para el secado de la materia prima.

Productos	Variantes experimentales	Frecuencia (Hz)	Temperatura promedio (°C)	Velocidad del aire promedio (m/s)	Actividades complementarias
Malta procesada	V ₁	20	60	2.5	Medición del contenido de humedad utilizando una termobalanza (Marca Ohaus, modelo MB23)
Malta procesada	V ₂	30	65	3	
Malta procesada	V ₃	40	70	3.3	
Residuos de poda	V ₄	20	60	2.5	
Residuos de poda	V ₅	30	65	3	
Residuos de poda	V ₆	40	70	3.3	

Determinación del contenido de humedad de las muestras: El contenido de humedad en base seca (X_{bs}) de las muestras de malta y residuos de poda se midió previo al proceso y durante el



secado para determinar los tiempos de deshidratación de cada producto. El contenido de humedad se determinó gravimétricamente según el método de la AOAC, 1999. Posteriormente, el contenido de humedad se calculó mediante la ecuación 1, donde W_1 es el peso inicial de la muestra y W_2 es el peso de la muestra durante el secado. El tiempo de secado para cada condición de secado se determinó cuando las muestras alcanzaron un valor de contenido de humedad en base seca del 10 %.

$$X_{db} = \left(\frac{W_1 - W_2}{W_1} \right) \quad (1)$$

c) Molienda

Las muestras iniciales de malta y poda fueron procesadas por separado hasta llegar a malla 200 con un molino eléctrico Vevor con capacidad de 700g de acero inoxidable de 2500W a una velocidad de 25,000 rpm. El tiempo requerido para llegar al tamaño de partícula deseado fue de 30s para las muestras de malta y de 1 min y 30 s para las muestras de poda. Una vez encontrada la mejor formulación, se pidió apoyo al laboratorio de hidrometalurgia del conjunto “D” de la Facultad de Química bajo la supervisión del Dr. Ángel Ruíz Sánchez y el Técnico Antonio Sánchez. Se empleó un molino de bolas de cerámica y se hizo la evaluación de tamaño de partícula en el desempeño de los materiales. Las moliendas se realizaron por periodos de 5 minutos, posterior a ello se realizó el tamizado y reintegración de los materiales que no alcanzaron el tamaño deseado al molino.

d) Determinación de la mejor formulación

Se realizaron 5 formulaciones con diferentes proporciones de malta y poda, una dosis fija de aglomerante y desinfectante como se indica en la Tabla 2 Para evaluar la absorción y retención de humedad, se colocaron en frascos con 10 mL de orina real provista por las mascotas de los compañeros de grupo, este proceso se hizo por duplicado. Todas las mezclas fueron mezcladas en el molino de granos Vevor junto con las gomas y agente antibacteriano. Para cada formulación se adicionaron distintos porcentajes de agua para elaborar pellets que fueron secados a 90°C por 24±4 h en una estufa de 3.75 cu.ft/106 litros de la marca Thermo. Después de integrar todos los ingredientes en el mezclado, se realizaron diferentes propuestas para la elaboración de la forma final de la arena: lunetas, esferas, cilindros, hojuelas. El producto final debe conservar la forma hasta el usuario final, después de las vibraciones ocasionadas por traslados y la vida en anaquel.

Se colocaron 5g de las diferentes formulaciones en viales de cristal de 15 mL y se adicionaron 10 mL de orina, se taparon y se almacenaron a temperatura ambiente por dos semanas; y se revisaron diariamente. La observación de muestras se detuvo hasta que los cambios de degradación se hicieran visibles, como la aparición de hongos, otra serie de muestras fueron evaluadas en experimentos de retención de orina en las primeras 4 horas, en donde se observó qué formulación podía absorber más orina. Para evaluar la retención de olores se elaboró una nariz electrónica con Arduino que mide la calidad del aire, además se realizaron pruebas de olor en el laboratorio.

Tabla 2. Formulaciones para arena biodegradable

Clave	Poda (g)	Malta (g)	Desinfectante (g)	Aglomerante (g)	Total (g)
100-M	0	90	5	5	100
75-M	22.5	67.5	5	5	100
50-M	45	45	5	5	100



25-M	67.5	22.5	5	5	100
0-M	90	0	5	5	100

Las pruebas de producción se escalaron con una peletizadora Casamatus para alimento de ganado. Este equipo cuenta con un motor MOTTRIF005W. A diferencia de las pruebas por pelletizado manual, el equipo requiere poca humedad en las materias primas para tener un buen desempeño. Se hizo la limpieza y acoplamiento del equipo de pelletizado previo a las pruebas de elaboración de sustrato el pellets.

e) Evaluación de la producción de hidrógeno a partir de urea y resultados de pruebas preliminares de fotocatalisis (columna, cromatógrafo, flujo de gas acarreador)

Se agregan 60 mL de una solución de KOH al 0.5 M preparada con agua destilada y con 2 g de urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, JT Baker 99.5 %). Posteriormente se agregan 6 mg de óxido de hierro ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ sintetizado por la Dra. Karen Valencia García) y se dispersa la solución por 1 minuto en baño ultrasónico. La evaluación de la cantidad de H_2 producida por el fotocatalizador en la solución rica en urea se realizó en un fotorreactor de vidrio de 3 bocas de 70 mL. El fotorreactor que contenía la suspensión se conectó al sistema de reacción y se purgó con N_2 para desplazar el oxígeno del sistema. Después de 1 h, el reactor de vidrio se sumergió en un baño de agua para mantener una temperatura constante de alrededor de 34 ± 1 °C. A continuación, el fotorreactor se irradió con luz UV proporcionada por una lámpara Pen-ray de Hg sumergida en el centro del reactor fotocatalítico, utilizando un tubo de cuarzo para permitir la iluminación radial. La intensidad UV ($\lambda = 254$ nm e $I_0 = 3$ mWcm² a 2 cm) se midió con un fotómetro SRI-2000 de Allied Scientific. El sistema de fotorreactor se acopló a un cromatógrafo de gases Shimadzu GC-2014 equipado con un detector TCD (operando a 100 °C) y utilizando N_2 como gas portador. Las inyecciones de gas al cromatógrafo se realizaron mediante una bomba peristáltica cada dos horas durante 4 horas, y el H_2 producido se cuantificó a partir de la curva de calibración. Adicionalmente se realiza la fotólisis, es decir sin el material catalítico que en este caso es el $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

f) Desarrollo de empaque y venta

Hasta este momento no contamos con un empaque terminado para la venta porque nos enfocamos en el desarrollo y evaluación del producto, tiempo de vida y retención de olores; sin embargo, al ver que existen empresas que ya ofrecen contenedores para almacenar sustrato de felino usado y reducir la emisión de olores, así como pequeños biodigestores con enzimas para el compostaje de excretas animales que ofrecen servicio de recolección post-venta, se pretende que el producto pueda ser puesto a la venta con un contenedor de almacenamiento de sustrato usado y el sustrato nuevo se encuentre dentro de una bolsa elaborada con materiales ecológicos como yute o fibra de bambú, también se está evaluando el uso de otro tipo de materiales en la elaboración de eco-empaques

g) Evaluación de viabilidad

Los compañeros que se unieron al equipo después del segundo mini-simposio, realizaron dos análisis técnicos de viabilidad con información del análisis de mercado y plantearon dos escenarios con los precios más bajos encontrados (\$40 y \$50 para el kilo de arena; \$120 para el litro de amoníaco). Se calcularon los costos anuales de producción, operativos y de logística,



se evaluó la estrategia de marketing propuesta y se calculó el punto de equilibrio para el retorno de inversión (ROI). También se realizó una matriz FODA (Ponce, 2007). De todas las evaluaciones se proporcionaron sugerencias que sirvieron de base para hacer las adecuaciones a la estrategia de ventas y la inclusión de nuevos productos.

Para el análisis de viabilidad primero se calculan los costos de producción, venta e innovación. Se decidió establecer un precio para la malta y la poda, a pesar de que son materias primas donadas, como medida de protección frente a un posible aumento en el precio debido a la demanda. Se incluye el costo del transporte, el secado y la molienda con un sobre costo. Se prevé que el transporte de malta y de poda sea inicialmente a través de una camioneta estaquitas Nissan NP300 / 2011, Versión: DOBLE CAB 4X4 DIESEL 2PTS 2.5L 4CIL 131HP MAN o algún modelo similar que soporta carga de 1.5 toneladas, cuyo rendimiento estimado es de 8.58 km/L (INECC, 2017) y el precio del Diesel se consideró en \$25.00

Para obtener los costos del secado, se tomó como base el cálculo realizado por Quintanar y colaboradores (2017) para 2,500 pie tabla (Pt), un equivalente aproximado entre 6.9 toneladas métricas con un tiempo promedio de 34 días y que contempla el costo de mano de obra en pesos para la carga y descarga del secador. Se decidió dejar el monto total, a pesar de que se ocupa un volumen 6 veces menor, para dejar margen de maniobra en caso de un aumento de precios.

2. Resultados obtenidos.

Proceso de solución de problemas

Del **proceso de solución de problemas**, se obtuvieron los siguientes resultados resumidos en la Figura 9.

En esta parte se observa que la gestión de heces de animales de compañía es un problema común y con tendencia al alza, debido al incremento en las adopciones de mascotas.

Respecto a la malta, se observó que las cerveceras, y sobre todo las artesanales, han buscado alternativas a la disposición o el compost. De acuerdo a su experiencia, han tratado de convertirla en alimento para los jumentos sin éxito debido a su bajo poder nutricional. Sin embargo, cuando se habló de nuestra propuesta a Cervecera Lindavista, se mostraron optimistas e invitaron al equipo a visitar sus instalaciones. De una forma amable, nos ofrecieron espacio dentro de su planta para secar y moler la malta, lo que ahorraría en costos para la producción de la arena.

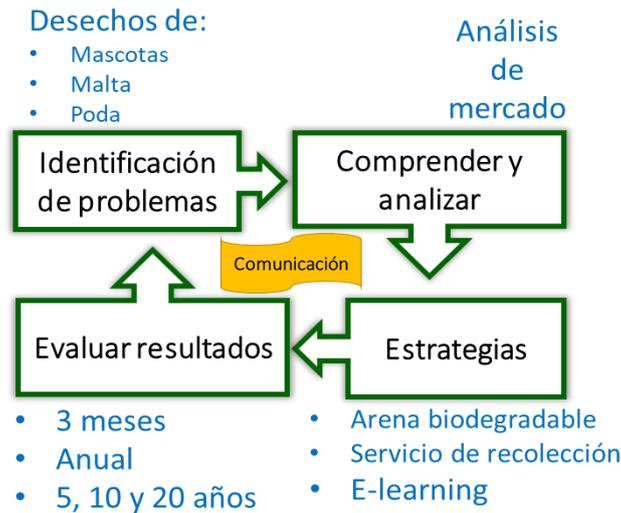


Figura 9. Esquema de desarrollo de producto y medición de resultados en la comercialización de productos

En la Tabla 3 se resumen las cerveceras artesanales de la CDMX, con las que se planea obtener la malta donada y la distancia al centro de operaciones obtenida con Google maps.

Tabla 3. Proveedores de malta procesada

Compañía	Ubicación	Distancia (Km)	Página electrónica
Cerveza Apolo	San Rafael, Alcaldía Cuauhtémoc	33	https://www.cervezaapolo.mx/menu-apollo
La vaca cervecera	Cuauhtémoc	14.2	https://www.instagram.com/la.vaca.cervecera/
Cervecería Lindavista	Gustavo A. Madero	36.8	https://www.instagram.com/linda_vista/
Cerveza Oriente	Estado de México	19.5	https://www.instagram.com/orientecompania1/
Xolotl	Cuauhtémoc	11.5	https://www.cerveceriaxolotl.com/
Cervecería Obni	Iztapalapa	10.5	https://untappd.com/Cerveceria_OBNI
Cerveza Emperatriz	Estado de México	10.8	https://www.instagram.com/cerveceria_artisanalemperatriz/
Un Hidalgo cerveceros	Estado de Hidalgo	124	https://www.instagram.com/unhidalgocerveceria_mexicana/
Cerveza artesanal con Geotermia, Grupo IIDEA	Coyoacán	0	Dr. Héctor Miguel Aviña Jiménez



En el caso de la poda, el Lic. Diego Octavio Cruz Monroy encargado de la dirección territorial No. 8 de la Alcaldía Gustavo A. Madero. En una reunión llevada a cabo el 04 de octubre del 2024, le mencionó a la M. I. Guadalupe Bello, que este residuo genera varios inconvenientes, pues a pesar de que el centro de composta se encuentra en Aragón y dentro de la misma alcaldía, los costos de traslado por concepto de diesel y mantenimiento de equipo son altos. Además de que, en ocasiones, no hay espacio disponible para recibir nuevo material debido a que el proceso de compostaje dura entre 3 y 6 meses. También menciona que, para ellos, sería conveniente que Malta Paw se encargue de procesar la poda que llega y para lo cual puede habilitar un espacio dentro de sus instalaciones.

Estudio de mercado

Los resultados del promedio de las poblaciones de perros y gatos por estado se muestran en la Figura 10. En general se puede apreciar que la mayor población tanto de perros como de gatos se encuentra en el estado de Chihuahua, mientras que la mayor población de perros se ubica en la CDMX, seguido del Estado de México y Sinaloa. Aunque la población de gatos en general es menor que la de perros, la mayor concentración de felinos se encuentra, después de Chihuahua, en el estado de México seguido de Nuevo León y finalmente en la Ciudad de México.

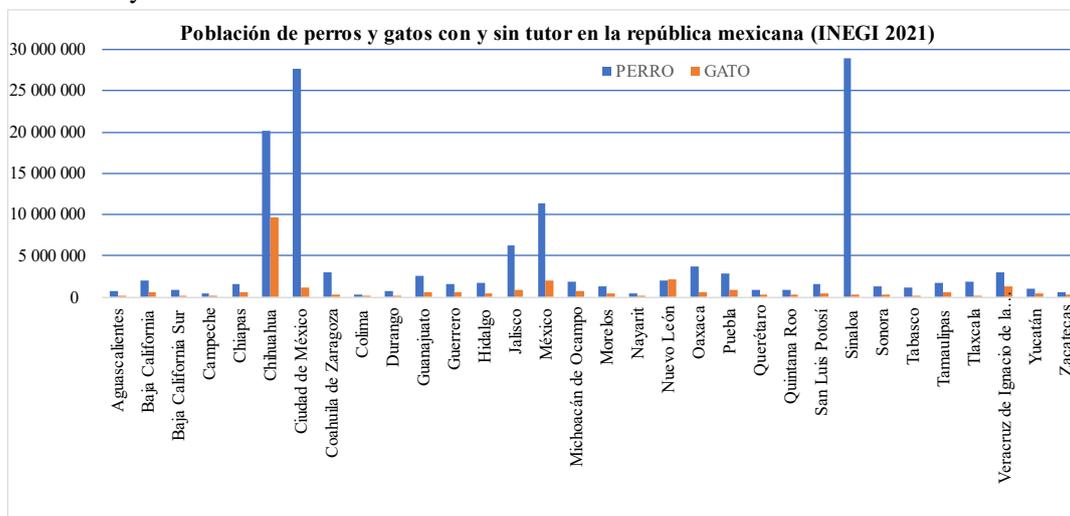


Figura 10. Población de perros y gatos con y sin tutor en México de acuerdo con la encuesta nacional del bienestar de INEGI, datos tomados del reporte emitido por INEGI en 2021

Como puede apreciarse en la Figura 11, aunque los perros generan mayor peso en excretas, la cantidad de urea presente en orina de gatos es mucho mayor (189-360 mg/L), además de que en la orina de gatos existe otro compuesto que puede llevar a la producción de hidrógeno, el 3-metil mercaptano, un compuesto sulfurado característico del olor a orina de gato. La concentración de urea que puede ser transformada a amoníaco como un precursor de hidrógeno es considerable, por lo que la viabilidad de desarrollar una tecnología de tratamiento de sustratos impregnados con orina debe ser tomada en cuenta. Actualmente algunos estudios como el de (El-Nahhal et al., 2020; Malek et al., 2021) han reportado la generación de hidrógeno y energía eléctrica a partir de residuos fecales como heces pecuarias y orina de humanos y vacas. La producción de hidrógeno a partir de orina humana empleando catalizadores basados en nanopartículas de Alumina mostró ser mayor que el obtenido a partir de orina de vaca, ya que el contenido de urea presente en orina humana es mayor. En el caso de la orina de gato, la concentración de urea/L de orina es más alta que en perros y otras especies, además de que algunos



animales no generan urea, sino más bien, ácido úrico. La concentración en toneladas de urea que pueden convertirse en amoniaco o directamente a hidrógeno es mayor en Chihuahua, Ciudad de México, Jalisco y Nayarit.

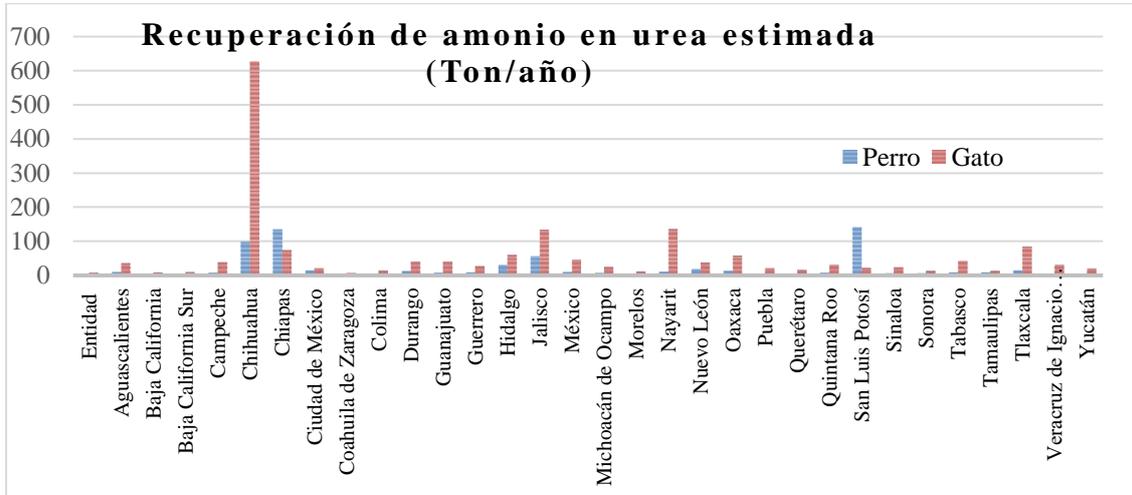


Figura 11. Recuperación de urea en ton/año estimadas a partir de la concentración de urea promedio excretada por perros de tamaño mediano (peso promedio 15 kg) y gatos (peso promedio 4.5 kg), valores de urea obtenidos de <https://cuasveterinaria.es/blog/valores-renales-gatos/>; file:///C:/Users/aleph/Downloads/Dialnet-NotasAcercaDeLaUrea-8335817.pdf)

Se recabó información de 15 marcas principales, su costo por kg y materias primas precursoras, encontrando (Figura 12). Los resultados del primer **estudio de mercado** reportaron 15 diferentes tipos de arena para gato, de las cuales solo dos marcas son completamente biodegradables: Cat's Best hecho de madera (\$126 por Kg, importado de Alemania) y Coco pet hecho de coco (\$103.50/Kg). El precio promedio ronda los \$60/Kg. El precio más bajo de arena de sílice corresponde a la arena de gato marca propia de Aurrerá (\$7/ Kg), Clean & Dry (\$10.53/Kg), Fancy Pet (\$15.04/Kg), Happy flowers (\$20.35/Kg) y Tidy cats de Purina (\$26.27/Kg). El promedio de las presentaciones es de 10 Kg, lo que indicaría una recompra mensual. De acuerdo con Castillo (2024), las marcas más vendidas en México son: Fresh Step Multi-Cat (\$76/Kg), Clean & Dry, Cat's Best, Fancy Pets y repite Fresh Step con la variante Extreme (\$34.42/Kg). La marca más costosa fue Pretty Litter, con un costo promedio de 311 MXN/kg

En este estudio preliminar observamos que las marcas líderes en el mercado por precio, disponibilidad de compra y eficiencia de retención de excretas y olores son mayormente inorgánicas, elaboradas a partir de mezclas de arcillas sílice y agentes conglomerantes. La mejor marca orgánica y biodegradable en el mercado es Cat Best, una arena de origen alemán elaborada a partir de residuos de pino y encino que son tratados térmicamente. El costo promedio por kg de este sustrato es de 126 MXN/kg y tiene la cualidad de poder ser desechada en el retrete, sin embargo, es más costosa que otras marcas fabricadas con minerales, cuyo precio promedio puede llegar a ser de 10.5-20 MXN/kg.

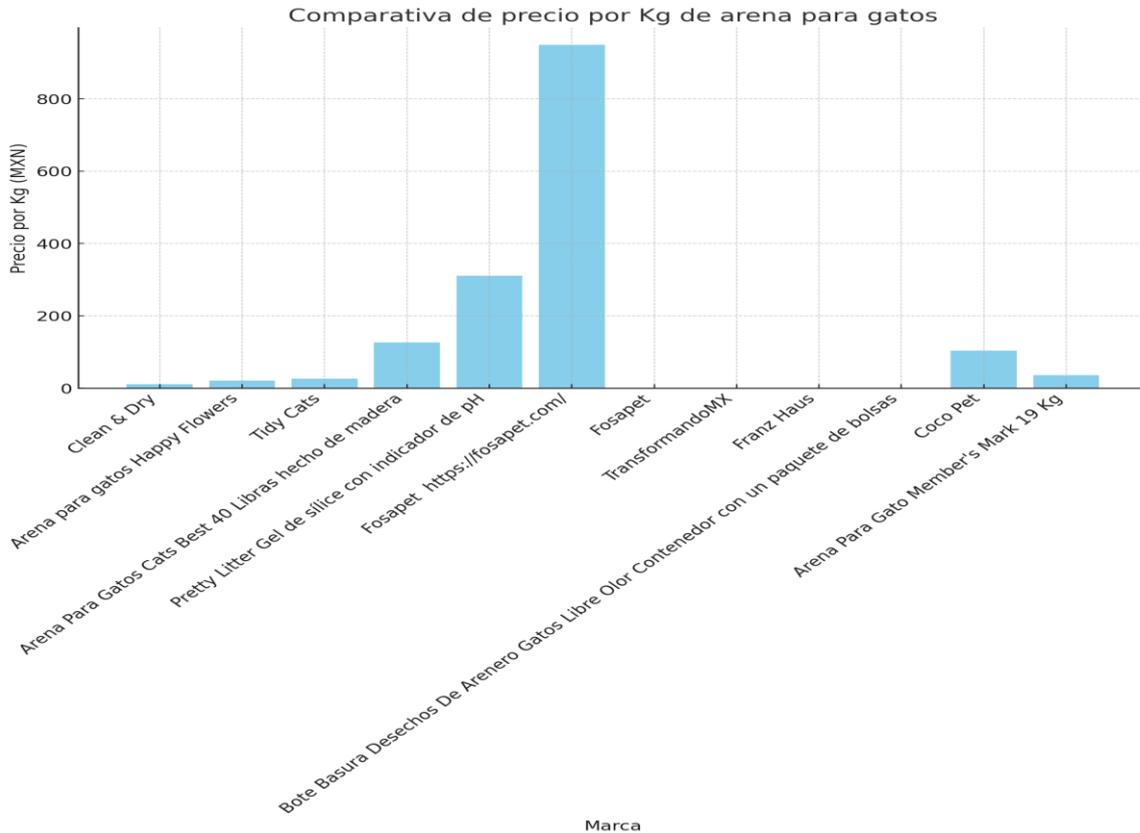


Figura 12. Estudio de mercado de las principales marcas de sustrato para gatos en el mercado y servicios de recolecta post-venta

La investigación de mercado que se realizó en este trabajo, revela que el 95% de las arenas comerciales se producen principalmente a base de bentonita (montmorillonita) o silicatos provenientes de Durango. Actualmente solo una empresa elabora arena para gato a partir de sustrato de coco, y aunque en otros países la elaboración de arenas para gato biodegradables se ha propuesto ampliamente, a México sólo llega Cats Best, una marca de arena biodegradable de origen alemán. Los resultados del análisis de ciclo de vida obtenidos por Herrera-Camacho et al., (2017) muestran que esta marca representa una mayor huella de carbono comparada a las inorgánicas comercializadas en México por el transporte marítimo a nuestro país. A nivel global se han propuesto sustratos biodegradables como los bagazos de plantas, sin embargo, a pesar de las diferentes formulaciones biodegradables existen algunos problemas con el comportamiento de los felinos que derivan en estrés. Por tanto, se debe poner especial interés en algunos factores como el tamaño de grano en la arena y el uso de agentes atrayentes para que los felinos tengan una mayor preferencia por el sustrato (Frayne et al., 2019).

Las marcas biodegradables de sustrato para felino más conocidas a nivel global y nacional fueron Cat Best, World's Best Comfort Care que se vende en México por el corporativo Petco y es un sustrato natural a base de maíz y tiene un costo promedio de 653 MXN, la marca Fukumaru y Happy Meau se vende en Amazon con un costo promedio de 2,062.47 MXN/8kg (equivalente a 258.43 MXN/kg) y es un sustrato elaborado por una mezcla de soya y residuos madereros. Tigerino Plant Based Sensitive es otra marca de sustrato biodegradable no disponible para venta en México, es un sustrato elaborado con residuos de madera; Pet Kit Arena Mixta es una arena elaborada con compuestos orgánicos y minerales



capaz de desintegrarse en el excusado y con un precio promedio en Amazon de 206.68 MXN/kg. Ninguno de estos productos es económico ni tiene servicio post venta para su tratamiento. Contrario a la venta y oferta de servicios y productos para excretas felinas, el mercado de productos y servicios post venta para excretas de perro se ofertan mucho en la Ciudad de México y Querétaro principalmente. Se identificaron 3 empresas que ofrecen sus servicios para el aprovechamiento de las heces de animales de compañía entre los que se encuentran:

Fosa Pet que vende una tapa para fosa séptica de 90 L que se entierra en el patio (\$3,000) y el tratamiento para biodigestor con un costo de \$948.

Transformando Mx se dedica a la recolección con servicio en 18 puntos del estado y la ciudad de México: Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Atizapán, Tlalnepantla Centro, 2 en Naucalpan, Azcapotzalco, Montevideo, Polanco, lomas de Chapultepec, Condesa, Roma Norte, Coyoacán, Iztapalapa, Santa Fé y Cuajimalpa, ocupa biodigestor y composteo en su tratamiento. La membresía tiene un costo de \$200 mensuales y \$20 por cada vez que se llame a recolectar. Dejan en custodia un recipiente colector dependiendo de la raza y cantidad de mascotas.

Franz Haus recolecta heces para composteo únicamente a 2 kilómetros a la redonda de la sucursal más cercana en Querétaro (Campanario, Juriquilla, Zibatá, Pabellón campestre y San Miguel de Allende). Se realizaron llamadas a estas empresas y el costo anual de la membresía es de \$800 y se permite agregar residuos orgánicos. La Figura XXX resume esta información.

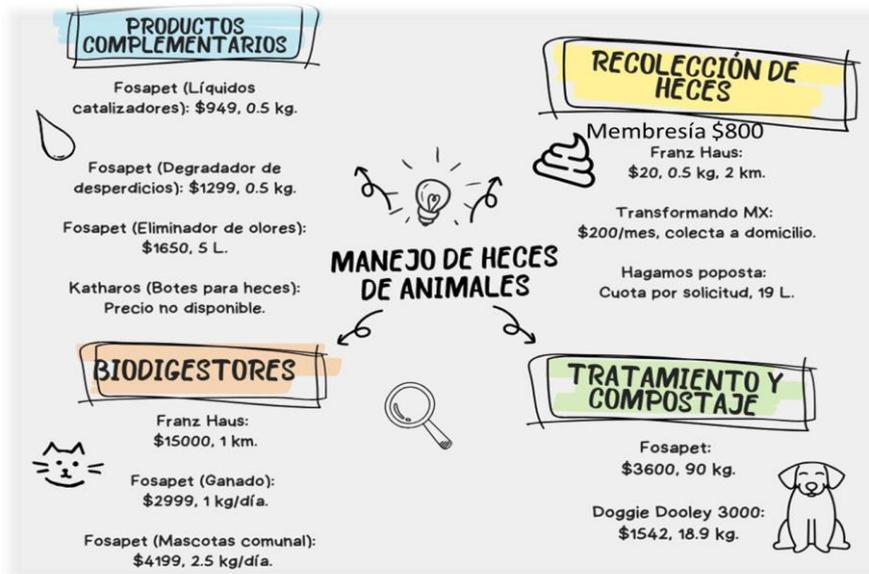


Figura 13. Empresas dedicadas al aprovechamiento de las heces de mascotas en la CDMX a través del compostaje.

De la investigación de mercado, se realizó una propuesta de precio inicial de \$50 por kilo de arena biodegradable, que es el intervalo de precios en el que se encuentra el 67% de las marcas encontradas. Aunque el mercado brinda la oportunidad de vender el kilo en máximo \$126 como lo hace Cat's Best (el 27% de las marcas se encuentra en este intervalo). Se identificó que las membresías y los contenedores PEAD de 10 litros también son productos que podemos ofrecer para fidelizar a los clientes.

Desarrollo de estrategias y elaboración de producto y su comercialización

Pruebas de secado

El secado geotérmico de la malta se realizó a 70°C-3.0 m/s, mientras que los residuos de poda se secaron a 60°C-2.5m/s. Las condiciones anteriores fueron las que propiciaron un menor tiempo de secado para las materias primas analizadas. La reducción del tiempo de secado, reduce el consumo de energía y, por tanto, los costos globales del procesamiento.

Los valores de contenido de humedad y los tiempos de secado para las muestras analizadas se muestran en la tabla 1. Los valores de contenido de humedad iniciales de las muestras de malta y residuos de poda fueron de 84% y 24 %, respectivamente. Los tiempos de secado fueron de 13 horas para la malta y de 2 horas para los residuos de poda.

Tabla 4. Contenido de humedad y tiempos de secado geotérmico

Productos	Contenido de humedad inicial (%)	Contenido de humedad final (%)	Volumen total (kg)	Tiempo de secado geotérmico (horas)
Malta procesada	84	7	8	13
Residuos de poda	24	3	8	2

Molienda de materias primas

Observamos que los mejores tamaños de partícula fueron malla N° 70-100, que equivalen a un tamaño de partícula de 210 micras a 149 micras. Las muestras de poda en general tuvieron formas más alargadas, mientras que las muestras de malta fueron fácilmente molidas a malla 100. Estos tamaños de partícula son adecuados porque permiten una mejor retención de líquidos por capilaridad. A pesar de que un tamaño de partícula más pequeño ofrece una mayor área superficial de contacto, en nuestro caso, no permitiría la adecuada conglomeración del sustrato



Figura 14. Tamaños de partícula elegidos para la elaboración del sustrato

Formulación

Derivado del **proceso para elaborar sustratos biodegradables** se obtuvieron los siguientes resultados de la **formulación** y su exposición a orina real de gato. La experimentación se realizó con duplicado de cada fórmula.

Tabla 5. Resultados de la elección de la mejor formulación de sustrato. H representa la presencia de hongos

#	Clave	Peso Muestra (g)	Orina de gato (mL)	Absorción rápida	Días con mal olor perceptible									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0	Orina	0	10	No aplica	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1	100-M	3.1304	10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
2	100-M	3.4414	10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
3	75-M	3.5156	10	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	H
4	75-M	3.0046	10	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	H
5	50-M	3.1010	10	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	H
6	50-M	3.1207	10	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	H
7	25-M	2.9909	10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	H
8	25-M	3.0729	10	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	H
9	0-M	3.0148	10	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	H
10	0-M	3.0510	10	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	H

Las mezclas con un mayor porcentaje de malta tienden a endurecerse y compactarse, disminuyendo la cantidad de poros disponibles para absorber el líquido. Sin embargo, no se perciben malos olores provenientes de la orina, por el contrario, se percibe el olor dulce de la malta. En el caso del 100% de poda, la forma de los pellets no se conserva y se deshacen al contacto con el líquido a pesar de que no absorben orina y generan olores. De la revisión diaria, se observó que hasta el noveno día se formó una capa blanca sobre todos los sustratos, demostrando que la adición del desinfectante es aceptable aunque se plantean nuevos ensayos para adicionar una mayor proporción. Además de lo anterior, es importante recalcar que las muestras de sustrato fueron sumergidas en orina, es decir, en esta etapa no se pudo observar la capacidad aglutinante del sustrato, solo la capacidad de retención de orinas y olores. La mejor formulación de encontró entre 75% malta/25% poda y la formulación malta/poda 50/50. Debido a que se requería una mayor concentración de agua en la formulación 75/25 malta/poda, se optó por elegir a la formulación 50/50 malta/ poda como la formulación más eficiente porque no se compacta tanto y mantiene su forma aún cuando se encuentra sumergida en un volumen de orina (Figura 15). En la Figura 15 se muestran los frascos que se emplearon en la prueba, numerados como lo indica la tabla anterior.



Figura 15. Pruebas de retención de orina. De izquierda a derecha: muestra de orina, 1 y 2) 100% poda, 3 y 4) 25/75 malta/poda, 5 y 6) 50/50 malta/poda, 7 y 8) 75/25 malta/poda, 9 y 10) 100% malta

La **formación de pellets** de manera manual requirió adicionar un 60% en peso de humedad para la adecuada formación de pellets; sin embargo, en el caso del uso de la peletizadora solo se requirió adicionar un 40% de humedad a los polvos para que pudieran fluir a través del equipo. El uso de una peletizadora nos permitió ahorrar mucho tiempo, ya que podían procesarse 3 kg de sustrato en menos de 5 minutos. Pese a no requerir la adición de mucha agua para pelletizar, las muestras obtenidas fueron secadas a 90°C por 24 h.



Figura 16. Mejor formulación después de ser pelletizada

Se hicieron pruebas finales con animales de compañía (perros y cuyos), en donde se evaluó la respuesta de los animales al sustrato y comportamientos de preferencia por excretar en el sustrato con mayor retención de orina a nivel laboratorio. Se observó que el sustrato fue aceptado tanto por perros como por roedores y tuvo una vida media de 11 días para canes, la durabilidad del producto en roedores fue mayor y ninguno mostró interés por comer el sustrato. La respuesta de preferencia para excretar fue positiva, observando que los animales tuvieron un comportamiento preferencial por excretar en el sustrato (Figura 17)



Figura 17. Pruebas de la mejor formulación en animales domésticos

Pruebas preliminares de producción de hidrógeno

La producción de H₂ para la fotólisis es baja siendo 1.6 μmol en 4 h. La figura 18 muestra el perfil de producción de H₂ para las el γ-Fe₂O₃ en presencia de urea y de KOH en función del tiempo de irradiación a 4 h. Se observó que con el catalizador se produjeron 24.1 μmol de hidrógeno en 4 h, lo que corresponde a una tasa de evolución de H₂ (HER) de 1004.2 μmolh⁻¹g⁻¹. la producción de H₂ con el catalizador se incrementó aproximadamente 15 veces respecto a la fotólisis. Lo cual sugiere que se puede llevar a cabo la obtención de hidrogeno a partir de una solución rica en urea utilizando un catalizador como el γ-Fe₂O₃, siendo hasta 15 veces mayor que la fotólisis.

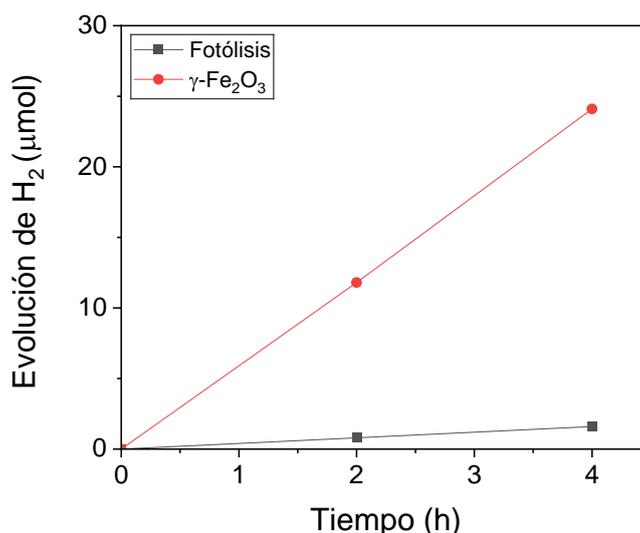


Figura 18. Perfil de producción de H₂ a partir de una solución de KOH-agua 0.5 M, 2 g de Urea y utilizando 0.1 g/L de carga de fotocatalizador.

Algunos estudios reportan valores referencia de la composición de orina felina, mostrando algunos cambios en la composición en función del sexo (Cottam et al., 2002):

Urine characteristics and composition of male and female feral cats¹

	Male		Female	
	Mean ± SEM	Range	Mean ± SEM	Range
pH	6.37* ± 0.07	5.73–7.39	5.97 ± 0.10	5.54–6.57
Specific gravity, g/L	1.048 ± 0.002	1.017–1.065	1.045 ± 0.002	1.016–1.064
Osmolality, mOsm/kg	2084 ± 99	665–3178	1911 ± 130	638–3124
Creatinine, mM	16.2* ± 1.0	4.8–32.3	12.0 ± 1.3	3.3–27.8
Total nitrogen, mM	3085 ± 185	634–5411	2816 ± 243	746–5491
Protein, mg/L	375 ± 39	30–1152	305 ± 51	73–978
Urea, mM	1386 ± 83	253–2235	1295 ± 109	315–2255
Uric acid, mM	0.52 ± 0.05	0.01–1.35	0.39 ± 0.06	0.01–0.98
Ammonia, mM	118 ± 9.2	16.9–292	121 ± 12.2	31–262
Calcium, mM	0.69 ± 0.08	0.10–2.90	0.82 ± 0.11	0.20–2.80
Magnesium, mM	3.11† ± 0.29	0.65–7.22	3.94 ± 0.37	0.99–10.94
Phosphate, mM	81 ± 5.3	6–164	77 ± 7.0	16–150
On a creatinine basis				
Total nitrogen	215 ± 17	90–579	255 ± 22	103–537
Protein, g/mol	25.8 ± 3.3	1.4–80.3	28.7 ± 4.3	5.8–116
Urea	97.8 ± 8.0	37.4–279.2	117.0 ± 10.5	44.7–263.2
Uric acid, ×1000	37.5 ± 4.0	0.9–112.6	36.9 ± 5.2	1.5–87.9
Ammonia	8.4* ± 0.8	1.6–29.1	10.9 ± 1.01	2.7–21.5
Calcium, ×1000	53† ± 8	6–299	79 ± 11	18–291
Magnesium, ×1000	230‡ ± 25	59–540	361 ± 32	95–939
Phosphate	5.6* ± 0.5	1.0–12	7.5 ± 0.7	1.4–22.4

¹ Values are least-square means ± SEM, n = 45, 26 (male, female) except for protein, uric acid and Mg (44, 26).

* P < 0.05; † P < 0.10; ‡ P < 0.01; males vs. females.

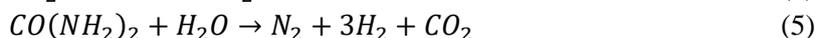
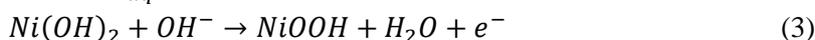
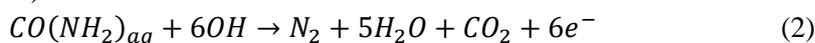
Figura 19. Composición y características de la orina de gatos ferales masculinos y femeninos

La urea, y el 3MMB (3-mercapto-3-metilbutanol) son dos compuestos presentes en la orina de gatos y que han reportado su conversión a amoníaco como acarreador de hidrógeno. El 3M3MB es la molécula que aporta el olor tan intenso en la orina de gatos tras la conversión catalítica de la felinina; a pesar de ser una molécula rica Hidrógenos, la presencia de un grupo tiol puede representar un interferente en su conversión catalítica para la obtención de hidrógeno (C₅H₁₂OS). El uso de algunos catalizadores basados en óxidos de metales de transición puede ser un área de oportunidad a evaluar.

Actualmente se han realizado algunos estudios de obtención de hidrógeno a partir de procesos avanzados de oxidación empleando complejos de citrato y hierro debido a que la adición de un ligando



orgánico puede ayudar a que las reacciones de oxido-reducción permitan la prevalencia de Fe^{3+} en medios alcalinos. Por su parte, la urea ($CO(NH_2)_2$) ha mostrado su conversión directa a hidrógeno empleando catalizadores basados en Niquel y cobalto en medios alcalinos por las siguientes reacciones (Boggs et al., 2009):



Estas reacciones fueron reportadas empleando un medio alcalino de KOH 5M a 25°C; sin embargo, el autor no reporta los tiempos de reacción. En otro estudio se hizo la reducción de nitrato a amoníaco empleando un proceso fotocatalítico con óxidos de hierro empleando nitrato de sodio como medio para la reacción.

En nuestras pruebas preliminares observamos la producción de hidrógeno por fotocátalisis, aunque fue mínima, ésta puede incrementar con otros catalizadores.

Empaque y venta

El producto principal es el sustrato biodegradable, actualmente no contamos con un empaque terminado, por lo que se propone el uso de bolsas ecológicas de yute o fibra de bambú; para presentaciones previas del producto se emplearon bolsas de polietileno resellable de 15 x 20 cm. Se desea conseguir la patente para esta formulación debido a que, en la revisión más reciente del registro de marcas de arenas biodegradables para gato no existe una que se base en la mezcla de malta y madera.

Un segundo producto es la venta de membresías para la recolección de heces, cuyo costo inicial sugerido es de \$300 mensuales que incluye 2 Kg de arena biodegradable para mascotas y un contenedor de 12 L con sensor, a comodato.

1. Plan de negocios

Análisis de viabilidad

El costo de la molienda se obtuvo de un proceso similar comúnmente ocupado en México, la molienda de nixtamal (Pech, Castillo y García, 2020). Tanto la malta como el maíz son granos que provienen de un proceso de aumento de temperatura con un alto contenido de humedad, por lo que la maquinaria puede ocuparse con el mismo fin en ambos casos. En el caso del pelletizado, se estimó un costo de \$2,500 por tonelada.

Tabla 6. Análisis de costos de producción y operación de Malta Paw

* Costo de producción arena biodegradable			
Concepto	Cantidad	Monto	Fuente
Malta hervida	1 Tonelada	\$ 7,500.00	Estimado
Poda	1 Tonelada	\$ 7,500.00	Estimado
Transporte de 1 t de malta y 1 t de poda	100 Km	\$ 675.00	INECC, 2017
Secado de malta en secador solar tipo invernadero	1 Toneladas	\$ 2,833.33	Quintanar, 2011
Molienda de poda y malta en molino eléctrico.	2 Toneladas	\$ 4,300.00	Pech, 2020
Desinfectante	10 Kg	\$ 1,500.00	Mercado libre (a)



Aglutinante	10 Kg	\$ 690.00	Mercado libre (b)
Mezclado y peletizado de arena biodegradable	2 Toneladas	\$ 5,000.00	Estimado
Bolsas resellables de 30 * 40 cm	2000 piezas	\$ 2,140.00	Mercado libre (c)
Calcomanía circular con logotipo (D=4cm)	2000 piezas	\$ 960.00	Mercado libre (d)
Salario mensual de obreros	2 personas	\$ 16,728.00	Salario mínimo
Total mensual costo arena biodegradable		\$ 49,826.33	
* Costo de marketing y ventas			
Concepto	Cantidad	Monto	Fuente
Marketing digital por mes	2 personas	\$ 16,728.00	Salario mínimo
Vendedores	8 personas	\$ 66,912.00	Salario mínimo
Gasolina para visitar rutas establecidas	400 Km	\$ 2,700.00	INECC, 2017
Renta del centro de operaciones	1 edificio	\$ 10,000.00	Estimado
Contenedor de 10 L a comodato para membresías	100 pz	\$ 14,400.00	Mercado libre e)
Publicidad impresa (Tarjetas y volantes)	6 personas	\$ 1,800.00	Estimado
Total mensual marketing y ventas		\$ 112,540.00	
* Costo de innovación y ventas corporativas			
Concepto	Cantidad	Monto	Fuente
Vendedores (todos los miembros)	2 personas	\$ 16,728.00	Salario mínimo
Innovación, investigación (bono mensual de \$3,000)	2 personas	\$ 6,000.00	
Total mensual innovación y ventas corporativas		\$ 22,728.00	
Total anual		\$2,221,132.00	

De la tabla anterior se obtiene que fabricar arena biodegradable con mezcla de malta y poda tiene un costo de \$24.91/ Kg y el precio de venta sugerido es de \$60/Kg, con un margen de utilidad bruta de \$35.09. De los productos propuestos se realizó un estimado de ventas anuales.

Tabla 7. Proyección mensual de ventas

Productos	Precio	Cantidad	Monto
Arena biodegradable (Kg)	\$ 60.00	1800	\$108,000
Membresías nuevas	\$ 300.00	100	\$30,000
Consultorías (h)	\$ 250.00	10	\$2,500
Hidrógeno (Kg)	\$ 136.53		
Amoniaco (L)	\$ 100.00	100	\$10,000
Total mensual			\$150,500
Total anual			\$1,806,000

El análisis de la **matriz FODA** y sus matrices derivadas se realizó siguiendo las indicaciones de Humberto Ponce (2207). La Figura 20 resume las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas identificadas para la empresa de base tecnológica que deseamos instalar.

Análisis FODA

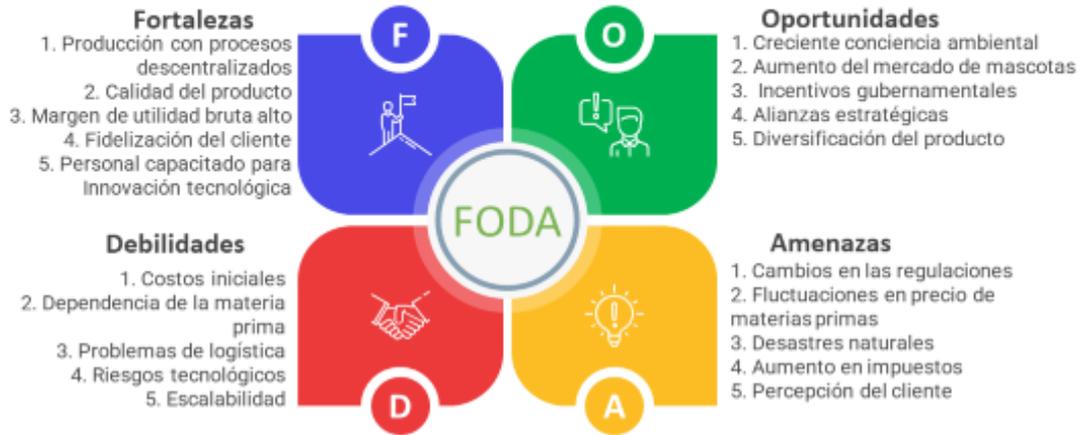


Figura 20. Análisis FODA del proyecto empresarial Malta Paw

Una vez elaborada la **matriz FODA**, se evaluó la situación interna de la compañía mediante la Matriz de Evaluación de los Factores Internos (MEFI) con las fortalezas internas y las oportunidades que se presentan para el negocio y se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Matriz de evaluación de factores internos (MEFI)

Factores		Peso	Calificación	Peso ponderado
Fortalezas	1. Producción con procesos descentralizados	0.16	4	0.64
	2. Calidad del producto	0.12	4	0.48
	3. Margen de utilidad bruta alto	0.18	4	0.72
	4. Fidelización del cliente	0.08	3	0.24
	5. Personal capacitado para Innovación tecnológica	0.06	4	0.24
Total Fortalezas				2.32
Debilidades	1. Costos iniciales	0.15	2	0.3
	2. Dependencia de la materia prima	0.08	2	0.16
	3. Problemas de logística	0.06	3	0.18
	4. Riesgos tecnológicos	0.06	1	0.06
	5. Escalabilidad	0.05	1	0.05
Total Debilidades				0.75

La suma de fortalezas y las debilidades internas es de 3.07, superior a la media de 2.5, lo que indica que la organización tiene una posición sólida estable. Por tanto, las fuerzas internas son favorables para la organización, con un peso ponderado total de 2.32, frente al peso ponderado total de las debilidades correspondiente a 0.75.

La **matriz MEFE** evalúa los factores externos con un análisis cuantitativo simple de las oportunidades/amenazas que tiene el entorno.



Tabla 9. Matriz de evaluación de factores externos (MIEFE)

Factores		Peso	Calificación	Peso ponderado
Oportunidades	1. Creciente conciencia ambiental	0.09	4	0.36
	2. Aumento del mercado de mascotas	0.11	4	0.44
	3. Incentivos gubernamentales	0.08	3	0.24
	4. Alianzas estratégicas	0.06	4	0.24
	5. Diversificación del producto	0.09	2	0.18
	Total Oportunidades			
Amenazas	1. Cambios en las regulaciones	0.10	2	0.2
	2. Fluctuaciones en precio de materias primas	0.12	4	0.48
	3. Desastres naturales	0.07	1	0.07
	4. Aumento en impuestos	0.13	1	0.13
	5. Percepción del cliente	0.10	1	0.1
	Total Amenazas			

El esfuerzo para aprovechar las oportunidades externas y evitar las amenazas externas es de 2.44, ligeramente inferior a la media de 2.5, lo que indica que la organización no está aprovechando al máximo las oportunidades ni mitigando adecuadamente las amenazas. Se deben plantear estrategias para obtener incentivos gubernamentales, diversificar los productos (oportunidades) y hacer preparativos para mitigar un posible aumento de precios en materias primas (Amenazas).

La matriz de Perfil Competitivo (MPC) permite identificar las fortalezas y debilidades de nuestros principales competidores. Se realizó un análisis para arena biodegradable y para los prestadores de servicio de recolección. La tabla 10 contiene los resultados de la competencia para arena biodegradable. Los criterios de evaluación fueron los siguientes:

Se calificaron las 3 marcas publicadas en la lista de Castillo (2024) y las únicas dos opciones de arena biodegradable en el mercado.

- La participación en el mercado se definió por las opciones de compra que tiene cada producto (Mercadolibre, Amazon, página propia y presencia física en tiendas departamentales).
- El puntaje en precios se estableció por intervalos: 4 si $\$ < 50$; 3 si $50 < \$ < 100$; 2 si $100 < \$ < 150$; 1 si $\$ > 150$.
- La calificación de calidad del producto y lealtad se basó en las opiniones publicadas por los compradores en la plataforma mercadolibre.com.
- El impacto ambiental se calificó por las materias primas y las emisiones de CO₂ relacionadas con el peso volumétrico del paquete junto con la distancia desde su fábrica: 4 si el producto es compostable y ligero; 3 si es compostable y pesado; 2 si es mineral y ligero; 1 si es mineral y pesado.

Tabla 10. Matriz MPC para el desarrollo de sustrato biodegradable Malta Paw



Factores críticos para el éxito	Peso	Fresh Step Multi-Cat		Clean & Dry		Cat's Best		Fancy Pets		Coco Pet	
		Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado
Participación en el mercado	0.3	2	0.6	3	0.9	1	0.3	1	0.3	2	0.6
Precios competitivos	0.2	3	0.6	4	0.8	2	0.4	4	0.8	2	0.4
Calidad del producto	0.2	4	0.8	3	0.6	3	0.6	3	0.6	4	0.8
Lealtad del cliente	0.1	2	0.2	3	0.3	2	0.2	4	0.4	3	0.3
Impactos ambientales	0.2	1	0.2	1	0.2	1	0.2	2	0.4	4	0.8
Totales	1	2.4		2.8		1.7		2.5		2.9	
Opiniones publicadas		Muy buen producto, elimina olores y es muy fácil retirar la orina y la heces de la caja de arena. Yo suelo limpiarla una vez a la semana y si aguanta. Un poco cara pero vale la pena		Hay mejores, por el precio está bien, pero no disimula los olores tanto como otras.		Muy buen producto, aglutina bien, pero ha cambiado la formulación. Antes venía mejor la arena. Está más granulado y traía como si fuera aserrín. Y traía un olor más fuerte que ayudaba con los olores. Aún sigue reteniendo la orina		Arena barata y de excelente calidad. No tiene aroma, pero en lo personal no me importa, ya que trae los olores son bien neutralizados, además de que no libera mucho polvo. La mejor arena en relación precio/calidad.		Muy bueno! la verdad si absorbe demasiado, yo tengo 6 gatos y dos areneros, uno lo cambié cada 3 días y el otro como lo usan menos, lo cambio cada 5 o 6 días, ya llevo casi 4 semanas usándolo y la bolsa apenas rinde mucho, me dijeron que aproximadamente duraría 1 mes, pero me ha durado mas y todavía me queda la mitad de la bolsa.	

La marca mejor valorada es Coco Pet. A pesar de que tiene poca presencia en el mercado y el precio es moderadamente alto, la calidad y las opiniones de sus compradores son favorables. Es ligera, compostable y de producción nacional por lo que sus emisiones de CO₂ son menores a la competencia. Le sigue Clean & Dry principalmente por la presencia en el mercado físico y digital. El precio es bajo, las opiniones sobre la calidad de los materiales son buenas por lo que es posible que tenga varias recompras. Se le adjudicó una baja calificación en impacto ambiental pues el material es de origen mineral, denso, no renovable, ni compostable. Se realizó el mismo análisis para los prestadores de servicio de recolección de heces y estos son los resultados.

Tabla 11. Matriz MPC para el servicio de recolección y tratamiento de excretas animales

Factores críticos para el éxito	Peso	Transformando MX		Franz Haus		Fosapet biodigestor	
		Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado
Participación en el mercado	0.3	4	1.2	1	0.3	2	0.6
Competitividad en precios	0.2	3	0.6	4	0.8	3	0.6



Factores críticos para el éxito	Peso	Transformando MX		Franz Haus		Fosapet biodigestor	
		Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado	Puntaje	Peso ponderado
Calidad del producto	0.2	4	0.8	2	0.4	3	0.6
Lealtad del cliente	0.1	2	0.2	1	0.1	1	0.1
Impactos ambientales	0.2	4	0.8	4	0.8	3	0.6
Totales	1	3.6		2.4		2.5	
Opiniones publicadas		2.5 K de seguidores en Facebook. Tienen servicio en 18 puntos del estado y la ciudad de México: Cuautitlán de Romero Rubio, Cuautitlán Izcalli, Ecatepec de Morelos, Atizapán, Tlalnepantla Centro, 2 en Naucalpan, Azcapotzalco, Montevideo, Polanco, lomas de Chapultepec, Condesa, Roma Norte, Coyoacán, Iztapalapa, Santa Fé y Cuajimalpa.		1.1 K de seguidores en Facebook. Centrados en Querétaro. Tienen opiniones desfavorables en el área veterinaria.		Me parece elevado el precio. Es un cilindro cuadrado. Una caja sin base. El material si se ve resistente. No creo que sea fácil de limpiar, pues habrá que desenterrar o usar una pala que pase por el orificio superior. Las medidas del hoyo no son correctas. Pues al no tener base y ser cuadrado, si se estaba más de lo que mide de profundidad, se hundirá. Por lo funcional hasta ahora no tengo quejas. Es mucho más práctico despechar así las heces y no desprende mucho olor. Cuando está uno cerca si huele un poco. Y he notado más moscas, tengo 3 semanas con él y ya está a la mitad de su capacidad. No sé qué haré cabido se llene.	

La empresa mejor evaluada es Transformando MX. En el caso de Franz Haus se tienen opiniones desfavorables para su sección de veterinaria, no hay más opiniones. El biodigestor de FosaPet se percibe como “caro”, “poco práctico” y las personas manifiestan dudas respecto a la instalación, no es el caso para los catalizadores en polvo y líquido.

Derivado de la matriz FODA, la matriz MAFE desarrolla cuatro tipos de estrategias:

Estrategias FO: Se basa en las fuerzas internas de la empresa para aprovechar la ventaja de las oportunidades externas.

Estrategias DO: Pretenden superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades externas.

Estrategias FA: Aprovechan las fuerzas de la empresa para mitigar las amenazas externas.

Estrategias DA: Son tácticas defensivas que pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno. Esta estrategia quizá aplique para una empresa que debe luchar por su supervivencia, fusionarse, reducirse, declarar la quiebra u optar por la liquidación. En este caso se plantearon estrategias con fines de prevención.

Tabla 12. Matriz de estrategias MAFE

Aspectos importantes derivados de la matriz FODA	Fortalezas	Debilidades
		1. Producción con procesos descentralizados. 2. Calidad del producto.



	3. Margen de utilidad bruta alto.	3. Problemas de logística.
	4. Fidelización del cliente.	4. Riesgos tecnológicos.
	5. Personal capacitado para Innovación tecnológica.	5. Escalabilidad.
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO
1. Creciente conciencia ambiental 2. Aumento del mercado de mascotas 3. Incentivos gubernamentales 4. Alianzas estratégicas 5. Diversificación del producto 8. Apertura a inversiones en materia energética	1. Establecer alianzas estratégicas con organismos públicos y privados para realizar parcial o totalmente la producción. 2. Crear productos para mascotas con calidad y con conciencia ambiental. 3. Aumentar el margen de utilidad bruta con incentivos gubernamentales. 4. Procurar la fidelización del cliente. 5. Continuar con el personal capacitado para innovación tecnológica y promover la diversificación de productos. 6. Certificaciones en carbono neutral 7. Promoción para la generación de bonos de carbono	1. Realizar alianzas estratégicas con proveedores de materia prima para mantener los costos operativos al mínimo y reducir los problemas de logística. 2. Buscar incentivos gubernamentales para obtener apoyo tecnológico y reducir costos. 3. Crear alianzas estratégicas con segmentos gubernamentales para potenciar la escalabilidad. 4. Apoyo de investigaciones académicas que permitan capacitar a más personas
Amenazas	Estrategias FA	Estrategias DA
1. Cambios en las regulaciones 2. Fluctuaciones en precio de materias primas 3. Desastres naturales 4. Aumento en impuestos 5. Percepción del cliente	1. Crear productos con la calidad necesaria para cumplir con las regulaciones. 2. Investigar sobre más proveedores de Malta y alternativas similares. 3. Crear un fondo de ahorro para prevención de desastres, como porcentaje de las ventas. 4. Procurar finanzas sanas, con deudas al mínimo y estar pendiente de los cambios en las regulaciones. 5. Evaluar frecuentemente la percepción que tienen nuestros clientes sobre el producto y los servicios ofrecidos.	1. Evitar el uso de créditos a largo plazo con un alto interés. 2. Almacenar materia prima y producto terminado en óptimas condiciones. 3. Instalar los procesos descentralizados a una distancia menor a 20 km del centro de operaciones (presente y en un futuro).

Tabla 13. Matriz PEyEA

Ventaja competitiva (VC)		Fortaleza de la industria (FI)	
1. Calidad del producto	-1	1. Barreras de entrada	5
2. Imagen de la marca	-1	2. Potencial de crecimiento	7
3. Ciclo de vida del producto	-1	3. Acceso a financiamiento	5
4. Participación en el mercado	-7	4. Consolidación	3
Promedio	-3	Promedio	5
			Coordenada "X"
		3	
Fortaleza financiera (FF)		Estabilidad del entorno (EE)	
1. Calidad del producto	7	1. Barreras de entrada	-1



2. Imagen de la marca	5	2. Potencial de crecimiento	-2
3. Ciclo de vida del producto	7	3. Acceso a financiamiento	-2
4. Participación en el mercado	1	4. Consolidación	-4
Promedio	5	Promedio	-2
Coordenada "Y"			3

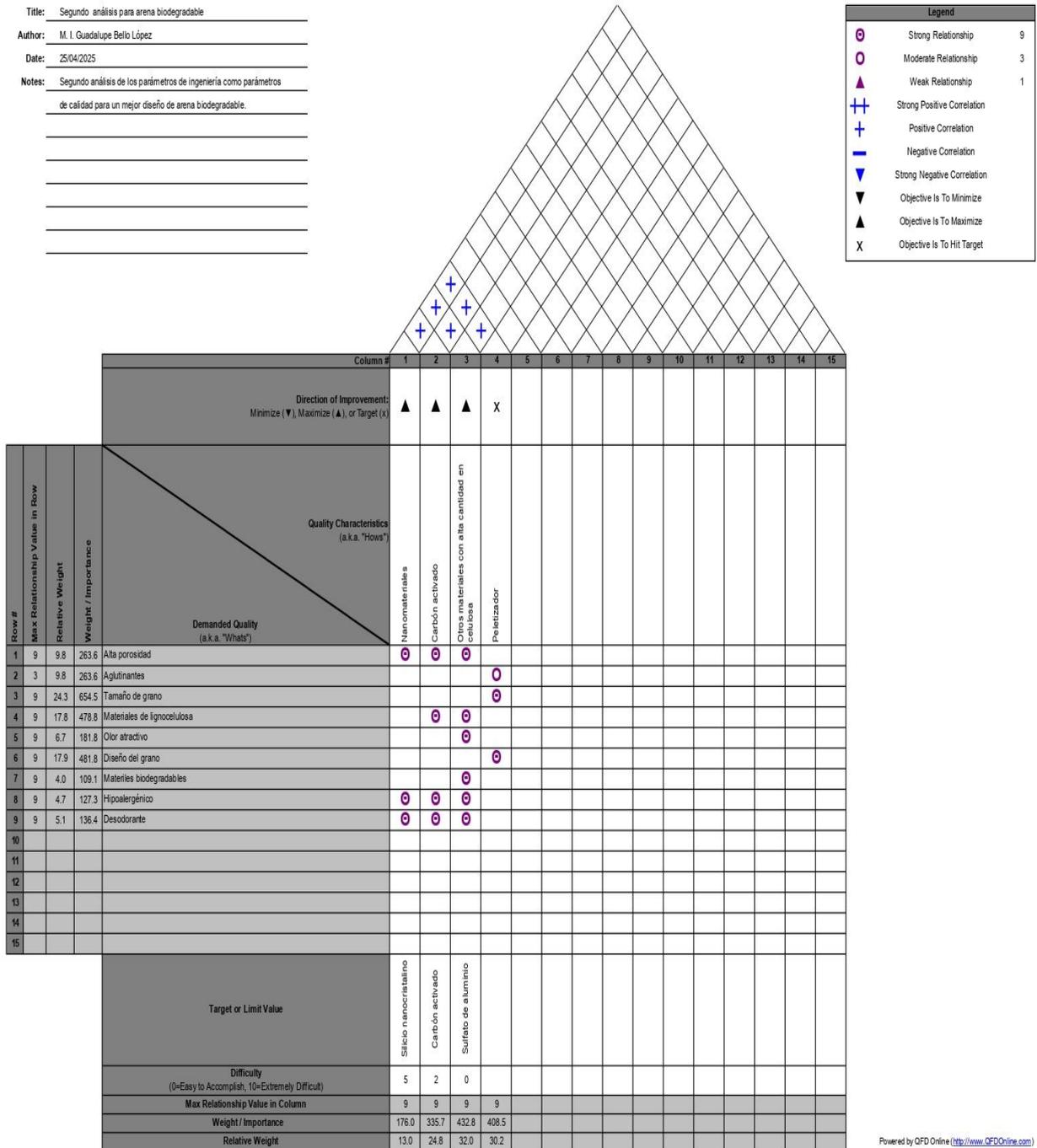
Al graficar las coordenadas obtenidas en la evaluación y análisis de los factores de la posición actual de nuestra organización, se observa la tendencia para aplicar una estrategia agresiva con una integración horizontal hacia atrás negociando con proveedores para aprovechar la economía de escala (fabricar parte del producto final o su totalidad en instalaciones del proveedor) y hacia adelante realizando sinergia con la competencia (en la cobertura de rutas para recolección y tratamiento de residuos) para obtener una mayor penetración en el mercado, desarrollo de productos y diversificación.



Figura 21. Gráfico obtenido a partir de los resultados obtenidos en la matriz PEyEA



Segunda matriz QFD: análisis de los parámetros de ingeniería como parámetros de calidad para un mejor diseño de arena biodegradable.



Se plantearon estrategias de promoción digital, venta directa y conformación de redes de distribución a través de las rutas contempladas inicialmente. las sugerencias se definen más adelante dentro del plan



de negocios. Para las evaluaciones se consideró que cada ruta tendrá una distancia máxima de 10 Km del centro de operaciones.

Además de la venta y servicio post venta de recolección, se piensa en ofrecer otro tipo de servicios que permitan monetizarnos y generar tracción de inversores y socios aliados.

Un tercer producto consta de asesoría a empresas, escuelas y sector gubernamental sobre ingeniería ambiental, economía circular o procesos de fermentación. La cual se evaluará en cada caso, sin embargo, se sugiere un costo de \$250 por hora. Para ofrecer este servicio, buscaremos certificaciones en carbono neutral a nivel nacional y posteriormente a nivel internacional. En México, las entidades que certifican en neutralización de carbono son Bureau Veritas México, y a nivel internacional el Programa Internacional de 100% carbono neutral, ICONTEC, TÜV SÜD, SCS Global Services y AENOR

- [https://www.icontec.org/eval-conformidad/certificacion-de-carbono-neutro/;](https://www.icontec.org/eval-conformidad/certificacion-de-carbono-neutro/)
- <https://www.tuvsud.com/es-es/servicios/sostenibilidad/soluciones-sostenibilidad-buen-gobierno/sostenibilidad-ambiental/certificacion-neutra-carbono;>
- <https://es.scsglobalservices.com/services/carbon-neutral-certification;>
- <https://www.aenor.com/certificacion/medio-ambiente/huella-carbono-producto;>
- https://100carbonneutral.com/boletines/Nuestras_certificaciones_2024.pdf;
- [https://www.bureauveritas.com.mx/es/certificacion/neutralidad-carbono\)](https://www.bureauveritas.com.mx/es/certificacion/neutralidad-carbono)

Por la naturaleza de nuestro proyecto, somos candidatos a participar en un registro de emisión de bonos de carbono si logramos hacer el aprovechamiento de orina para la producción de amoníaco e hidrógeno, además de que nuestra actividad puede demostrar una reducción en la emisión de GEI porque emplea tecnologías verdes en la producción y tratamiento de sustratos usados. El organismo en México que puede validarnos como este tipo de entidad es el Registro Nacional de Emisiones (RENE), que a su vez se rige por otros organismos internacionales como

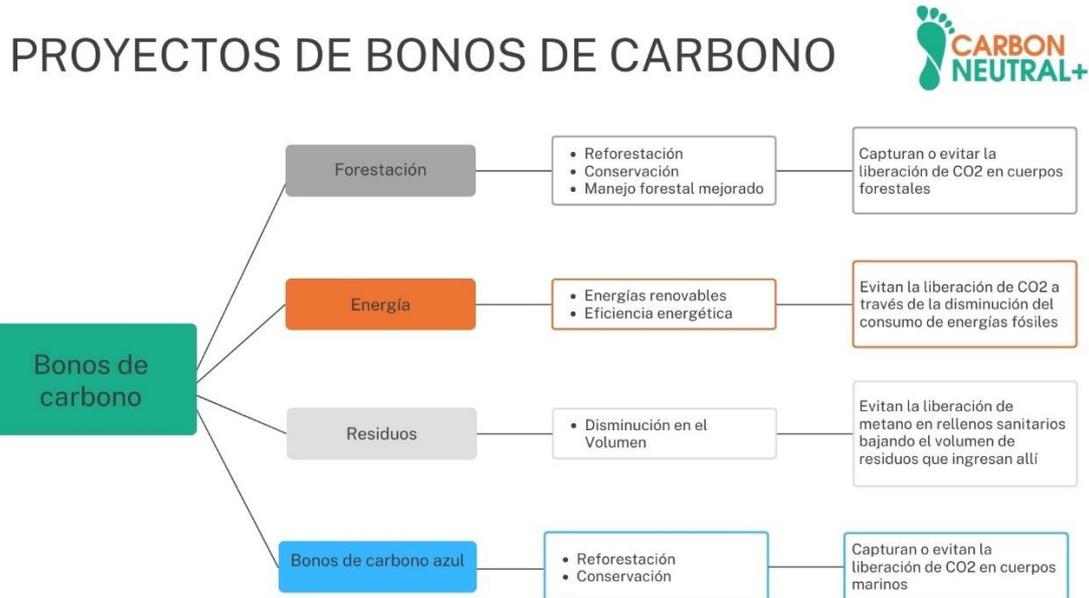


Figura 22. Mecanismos por los cuales podemos atraer inversiones mediante nuestro registro como emisores de bonos de carbono. Tomado de *Carbono Neutral+*

<https://www.carbonneutralplus.com/proyectos-de-bonos-de-carbono-cuales-son-que-tipos-hay/>



Resumen del plan de negocios.

Descripción general de la empresa y su organización

Somos una empresa tecnológica enfocada en el desarrollo de matrices a partir de residuos para concentrar a otros residuos y aprovecharlos en la obtención de nuevas formas de energía alterna

Nombre de la empresa: Malta Paw

Imagen o logotipo:



Slogan: “Matrices inteligentes para un futuro sostenible.” / “Transformamos residuos en energía, con tecnología y propósito”

Necesidad que satisface: Absorbe la humedad y elimina malos olores provocados por las excretas de animales de compañía. Aprovecha residuos de otras actividades económicas y evita la sobreproducción de residuos de manejo especial, además de mitigar la sobreexplotación de matrices minerales

QUIENES SOMOS

Somos una empresa de base tecnológica enfocada en desarrollar soluciones sostenibles al transformar residuos en productos útiles de uso diario, incluyendo la investigación sobre obtención de hidrógeno a partir de residuos orgánicos como apoyo a la transición energética.

MISIÓN

Somos una empresa de base tecnológica que genera productos y servicios de alto valor que cubren las necesidades con mayor demanda en la población mexicana, ofreciendo una alternativa ecológica y sostenible para el cuidado de las mascotas y el medio ambiente. Además, transformamos los desechos en recursos mediante un innovador tratamiento de las heces para la generación de amonio, contribuyendo a la economía circular y a la reducción de impactos ambientales. Estamos comprometidos en brindar productos de alta calidad que promuevan la sostenibilidad, el bienestar de los hogares y el planeta

VISIÓN

A 1 año: Consolidarnos como empresa y posicionarnos como líder en el mercado de arena biodegradable para mascotas estableciendo alianzas estratégicas con fabricantes de cerveza y gobiernos locales de la Ciudad de México.

A 5 años: Ser una empresa reconocida a nivel nacional por la innovación y sostenibilidad en la producción de arena biodegradable para mascotas, posicionándonos como una alternativa ecológica



líder en el mercado. Expandir el mercado ofreciendo nuestro producto a otros lugares como albergues, hospitales veterinarios, zoológicos y hoteles de mascotas con membresías por ser clientes de mayor producción de excretas. Consolidar nuestro proceso de tratamiento de desechos para la generación de amonio, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y promoviendo la economía circular.

A 10 años: Expandir nuestra presencia en mercados internacionales, estableciendo alianzas estratégicas con distribuidores y empresas del sector ecológico. Contar con certificaciones de carbono neutro y ser reconocidos como emisores de bonos de carbono. Apoyar con capacitación a otras empresas que estén buscando operar de forma ambientalmente responsable. Fortalecer nuestra capacidad de producción mediante el desarrollo de nuevas tecnologías para optimizar la eficiencia y sostenibilidad de nuestros procesos. Convertirnos en referentes en la valorización de residuos orgánicos y su transformación en recursos útiles para diversas industrias.

A 20 años: Ser una empresa global líder en soluciones sostenibles para la gestión de desechos de mascotas y la producción de fertilizantes y energías limpias a partir de amoníaco. Desarrollar nuevas aplicaciones y tecnologías que impulsen la transición hacia un mundo más sustentable, reduciendo significativamente la huella ecológica de los desechos domésticos y promoviendo un impacto positivo en el medio ambiente y la sociedad.

VALORES

Sostenibilidad: Nos comprometemos con el cuidado del medio ambiente mediante procesos y productos ecológicos que fomentan la economía circular y reducen la huella ambiental.

Economía circular: Buscamos minimizar el desperdicio de materiales y maximizar el uso de recursos, asegurando que los productos al final de su vida útil se reintegren al medio ambiente sin causar daño.

Innovación: Apostamos por la investigación y el desarrollo tecnológico para ofrecer soluciones eficientes y sostenibles en la gestión de desechos y la producción de arena biodegradable.

Responsabilidad ambiental: Promovemos el uso de materiales reciclados y biodegradables, garantizando que nuestras actividades contribuyan a la conservación del planeta.

Bienestar animal y humano: Diseñamos productos seguros, cómodos y eficaces para las mascotas, cuidando también la salud y el bienestar de sus dueños.

Calidad y eficiencia: Nos esforzamos en ofrecer productos y servicios de alto rendimiento, garantizando su efectividad y funcionalidad en cada etapa del proceso.

Compromiso social: Trabajamos en colaboración con comunidades, empresas y organizaciones para generar un impacto positivo en la sociedad y fomentar el consumo responsable.

Ética y transparencia: Actuamos con honestidad y responsabilidad en todas nuestras operaciones, asegurando una comunicación clara y un compromiso real con nuestros clientes, colaboradores y aliados.

Adaptabilidad y mejora continua: Nos mantenemos en constante evolución, adaptándonos a los cambios tecnológicos y ambientales para seguir ofreciendo soluciones innovadoras y sustentables.

Organización de la empresa

El establecimiento del organigrama empresarial se basó en 3 criterios:

A) El tamaño de la empresa

* Empresas pequeñas como startups y pequeñas Pymes tecnológicas pueden funcionar con 1-2 personas que cubran los roles I+D+T pero requieren apoyo externo como consultoras y universidades

*Empresas medianas con niveles de I+D más estructurado requieren equipos de I+ D+ T de 3-5 personas que tengan roles diferenciados como un coordinador de transferencia tecnológica que se



enfoque en la gestión de acuerdos, vinculación con socios, etc; 1-2 especialistas en I+D que se enfoquen en el desarrollo de los prototipos, su validación y montaje de técnicas de producción; y un experto en propiedad intelectual que se enfoque en el desarrollo de patentes y contratos y que trabaje en colaboración con áreas legales y comerciales

* Empresas grandes o corporativos requieren equipos más estructurados en donde se trabaje con departamentos de manera separada, estos departamentos deben ser conformados por equipos multidisciplinarios de más de 5 personas, y organizados por un área de Transferencia tecnológica interna, un líder de innovación que trabaje de manera alineada con las estrategias corporativas, un equipo de ingenieros/ científicos que se encarguen de las adaptaciones tecnológicas, un equipo de especialistas en comercialización, abogados que gestionen patentes y contratos de confidencialidad, y un analista de mercado que se ocupe del estudio de demanda de productos en el mercado relacionados a nuestras actividades

B) **El volumen de proyectos** (los emprendimientos con más patentes anuales requieren más recursos, y, por lo tanto, una organización mejor estructurada)

C) **El sector de nuestra actividad**, las industrias farmacéuticas o de energía requieren más especialización que otras. Si la empresa se basa en licencias tecnológicas, el equipo de operaciones debe ser más robusto.

Tomando en cuenta que nuestra empresa es base tecnológica y que al momento está conformada por un especialista en marketing y comercio (Israel Pérez Hernández), un especialista en Ingeniería Industrial que nos puede ayudar con el tema de gestión de calidad y optimización de procesos de operación (Alejandro Quiterio Sánchez); dos especialistas en energías geotérmica y fotovoltaica (Dra. Sahylin Muñoz Becera y Dr. Héctor Miguel Aviña), un químico (Eduardo Vázquez Aguilar), y tres especialistas en fotocatalisis y desarrollo de matrices catalíticas (Dra. Karen Valencia García, M. en I. Guadalupe Bello López y Dra. Flor Tania Escárcega Olivares), se optó por proponer un esquema organizacional para un emprendimiento mediano por los servicios tecnológicos que puede brindar.

Organigrama.





Tabla 14. Integración de los miembros de Malta Paw acorde a sus capacidades

Nombre Completo	Conocimientos y habilidades	Experiencias	Cargo y función
Dra. Tania Escárcega Olivares	Biotecnología y procesos de fermentación	Desarrollo de nuevas tecnologías, desarrollo de procesos por fermentación, fabricación de matrices poliméricas, desarrollo de proyectos de emprendimiento y transferencia tecnológica	<p>Dirección General Función: Liderazgo estratégico, toma de decisiones, gestión general, cumplimiento normativo, alianzas y supervisión de áreas clave.</p> <p>Encargada de Producción y Desarrollo Tecnológico I+D+i (Investigación, desarrollo e innovación): Desarrollo de nuevos sustratos y productos de síntesis.</p>
Dra. Karen Valencia García	Procesos para obtención de hidrógeno	Ciencia de materiales, producción de hidrógeno por fotocatalisis, física, amplia experiencia en la impartición de conferencias, habilidades de divulgación científica	<p>Área de Producción y Desarrollo Tecnológico</p> <p>Subdivisión Producción de Hidrógeno Verde: Implementación de tecnologías de catálisis heterogénea y fotocatalisis.</p>
Dra. Sahylin Muñiz Becerra	Procesos de transferencia de calor y energía geotérmica Invernaderos	Transferencia tecnológica Emprendimientos, especialista en energías geotérmica y fotovoltaicas con habilidades de negociación	<p>Encargada del área de Energía y Sostenibilidad Función: Diseño e implementación de sistemas energéticos sostenibles para las plantas de producción y el servicio post venta (energía solar, geotermia, eficiencia energética en procesos de síntesis).</p>
Dr. Héctor Miguel Aviña Jiménez	Procesos de transferencia de calor y energía geotérmica	Transferencia tecnológica Emprendimientos, liderazgo, planeación de proyectos y escalamiento, especialista en energías geotérmica y fotovoltaicas	<p>Dirección General Función: Liderazgo estratégico, toma de decisiones, gestión general, cumplimiento normativo, alianzas y supervisión de áreas clave.</p>
M. I. Guadalupe Bello López	Ingeniera Química Esp. Ingeniería sanitaria Maestra en Ing. Ambiental	Emprendimientos. Enlace con sectores gubernamentales, sociales y culturales en Cuauhtepc, GAM, CDMX. Habilidades gerenciales, negociación y ventas, análisis de ciclo de vida y economía circular	<p>Encargada del área de Post Venta y Servicios Ambientales Función: Supervisión de servicios post venta, asesoría a clientes sobre el uso correcto del sustrato, recolección de residuos, compostaje, y generación de productos secundarios en sitio o bajo contrato.</p> <p>Responsable comercial y mercadotecnia Función: relaciones con clientes, canales de distribución, análisis de</p>



			mercado. Alianzas estratégicas con sector gobierno
Q. Eduardo Vázquez Aguilar	Químico	Síntesis de perovskitas, conocimientos en procesos unitarios, capacidad de abstracción, enfocado en resolución de problemas. Programación básica para sistemas Arduino y desarrollo de sensores	Área de Producción y Desarrollo Tecnológico Subdivisión I+D+i Procesos Químicos y Bioquímicos: Optimización de procesos de tratamiento de residuos y generación de fertilizantes, amoníaco y composta.
Alejandro Quiterio Sánchez	Químico y Mtro. en Administración industrial	Gestión de calidad acorde a ISO 9001, especialista en relaciones causa-efecto en áreas de trabajo, especialista en optimización de procesos	Encargado del área Administrativa y Financiera Función: Estrategia de marketing, ventas, recursos humanos, compras, contratos, logística, cumplimiento legal, encargado de calidad y Subdirección general Función: Liderazgo estratégico, toma de decisiones, gestión general, cumplimiento normativo, alianzas y supervisión de áreas clave
Israel Pérez Hernández	Contador y mercadólogo	Especialista en gestión de cadenas de suministro y liderazgo, resolución de problemas por análisis de datos, inteligencia artificial, ciberseguridad, , realidad virtual y habilidades de negociación	Área de administración, planeación y creación de estrategias Función: Estrategia de marketing, ventas, posicionamiento de marca, relaciones con clientes, canales de distribución, análisis de mercado. Contabilidad

Análisis del mercado y la competencia.

Segmentación del Mercado

Población felina: 16.2 millones de gatos en México.

Mercado objetivo: Tutores de gatos, veterinarias, tiendas de mascotas, distribuidores de productos ecológicos.

Crecimiento Anual: Se estima un crecimiento del 8% anual en el mercado de productos de higiene para mascotas.

Análisis de la competencia.

Dentro del mercado nacional se encontraron 7 diferentes tipos de arena para gato, de las cuales 5 de ellas usan materiales no renovables como arcillas, bentonita y sílice. Solo dos marcas son biodegradables: Cats Best de origen Alemán, hecho de madera (\$70 por Kg) y Coco pet hecho de coco (\$103.50/Kg). El precio promedio ronda los \$90/Kg. El precio más bajo de arena de sílice corresponde



a Clean & Dry (\$10.53/ Kg), Happy flowers (\$20.35/Kg) y Tidy cats de Purina (\$26.27/Kg). Las presentaciones generalmente van de los 3 a los 10 Kg.

Existen 4 empresas que ofrecen sus servicios para el aprovechamiento de las heces en la CDMX, 2 de ellas solo venden enzimas para biodigestores y 2 se dedican a la recolección y composteo.

Ventajas competitivas:

Reducción de la huella de carbono.

Producción local que disminuye costos logísticos.

Promoción de la economía circular

Colaboración directa con proveedores de malta y poda

Desglose de productos y servicios.

1. Arena biodegradable para mascotas ligera, absorbente y retiene los malos olores. La presentación inicial será de 1 kg con bolsa de polietileno resellable de 30 x 40 cm para ventas al detalle y por retail.
2. Membresías para la recolección de heces, cuyo costo inicial sugerido es de \$300 mensuales que incluye 2 Kg de arena biodegradable para mascotas y un contenedor de 12 L con sensor otorgado a comodato, para ventas al detalle.
3. Asesorías a empresas, escuelas y sector gubernamental sobre ingeniería ambiental, economía circular o procesos de fermentación. La cual se evaluará en cada caso, sin embargo se sugiere un costo de \$250 por hora.
4. Ventas corporativas para empresas que requieran Amoniaco e hidrógeno en sus procesos.

Estrategia de comercialización y marketing.

Las ventas al detalle son la parte medular de la primera etapa. La cual se subdivide en dos niveles de acuerdo a la capacidad de producción existente. En el nivel A, se estima que la producción inicial sea de 2 toneladas mensuales promocionadas para venta por los siguientes canales de distribución:

- E-commerce (Mercadolibre, Amazon, AniMALL, apps de entrega a domicilio, etc).
- Seguimiento de rutas establecidas en la zona sur de la CDMX para promoción.
- Fidelización de clientes ubicados dentro de las rutas establecidas, a través de membresías.
- Formación de una red de micro distribuidores (Tiendas, veterinarias, peluquerías).
- Actividades de promoción en parques, mercados sobre ruedas, zonas pet-friendly y eventos para mascotas.
- E-learning por redes sociales (You Tube, Instagram, Facebook), colaboraciones con influencers y asociaciones de adopción de animales.

En el nivel B, cuando la producción alcance las 25 toneladas mensuales, se planea continuar con la siguiente estrategia de comercialización y marketing para ventas retail.

- Formación de Alianzas Estratégicas en CDMX con Tiendas reconocidas: Petco, Pet Markt, Pets México, San Marcos Mascotas, Petland, Powerful, Mister Mascotas, Sunny Pet, Oxxo.
- Formación de Alianzas Estratégicas en CDMX con refugios y asociaciones: Agatán, Gatos de la Roma, Fundación Toby, Adóptame México.

En la segunda etapa, cuando se tenga completamente diseñado y probado el proceso de obtención de amoniaco e hidrógeno, se planea continuar con las actividades de la primera etapa además de implementar la siguiente estrategia de comercialización para ventas corporativas



- A través de la Dra. Sahylin y el Dr. Aviña, contactar a empresas que requieran amoniaco e hidrógeno en sus procesos, tales como: Energy, PEMEX, etc.

Recomendación de la figura jurídica para el proceso de transferencia.

De acuerdo con las características del proyecto la mejor opción es convertirlo en una SAPI de C.V.

Tiene las siguientes atribuciones:

La Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable (S.A.P.I. de C.V.) es una figura jurídica mexicana diseñada para fomentar la inversión en empresas, especialmente en pequeñas y medianas empresas (PyMEs) y startups. Esta estructura ofrece flexibilidad en la gestión corporativa y protección a los inversionistas, facilitando el acceso al capital y promoviendo el crecimiento empresarial.

II. Marco Jurídico

Las S.A.P.I. de C.V. están reguladas principalmente por la Ley del Mercado de Valores (LMV) y, en lo no previsto por esta, por la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM). Estas leyes establecen las bases legales para su constitución, operación y disolución.

III. Constitución de una S.A.P.I. de C.V.

1. Requisitos Previos

- **Denominación Social:** Se debe obtener la autorización de la denominación o razón social ante la Secretaría de Economía.
- **Accionistas:** Se requiere un mínimo de dos accionistas, quienes pueden ser personas físicas o morales.

2. Acta Constitutiva

El acta constitutiva debe contener:

- Objeto social.
- Duración de la sociedad.
- Importe del capital social y su parte exhibida
- Número, valor nominal y naturaleza de las acciones.
- Forma de administración y vigilancia.
- Facultades de la asamblea general y condiciones de validez de sus deliberaciones.
-



CONCLUSIONES

Malta Paw es un proyecto base tecnológico que busca posicionarse en el mercado por etapas. En la primer etapa buscamos dar a conocer el producto como un sustrato para mascotas elaborado con energías limpias a partir de dos residuos muy particulares: malta cervecera y residuos de poda y jardinería. Mediante asociaciones con otras empresas que ofrecen el servicio de recolección post venta y apoyos gubernamentales y de inversionistas, buscamos crecer nuestra producción e implementación de servicio de recolección post venta para el tratamiento de sustratos usados separando las heces de orinas retenidas en el sustrato. Malta Paw puede prospectarse como una empresa líder en el aprovechamiento de residuos y conversión en productos de valor y energías renovables.

Referencias

Ponce Talancón, Humberto. La matriz foda: alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones. Enseñanza e Investigación en Psicología, vol. 12, núm. 1, enero-junio, 2007, pp. 113-130. Consejo Nacional para la Enseñanza en Investigación en Psicología A.C.

Xalapa, México. <https://www.redalyc.org/pdf/292/29212108.pdf>

Pech, Rafael, Castillo Caamal, J. y Ceh, Gelsy. (2020). Análisis de costos para las tortillas de maíz destinadas al autoconsumo y venta en Yaxcabá, Yucatán. Agricultura Sociedad y Desarrollo. 17. 233-252. 10.22231/asyd.v17i2.1344

Mercado libre c. https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-3512851330-150-bolsa-transparentes-3040cm-cierre-resellables-para-ropa- JM#is_advertising=true&backend_model=search-backend&position=2&search_layout=grid&type=pad&tracking_id=a99c0522-c88d-47e1-a052-4d863d59d5c4&is_advertising=true&ad_domain=VQCATCORE_LST&ad_position=2&ad_click_id=ZjM1Yjg5MzktN2EyMy00MmY4LWJkOWQtMDRlZTUxZDVjNmJj

Quintanar Olguín, Juan, Fuentes López, Martha Elena, & Tamarit Urías, Juan Carlos. (2011). Evaluación económica de un secador solar para madera. Revista mexicana de ciencias forestales, 2(7), 97-104. Recuperado en 23 de abril de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322011000500009&lng=es&tlng=es.

Boggs, B. K., King, R. L., & Botte, G. G. (2009). Urea electrolysis: Direct hydrogen production from urine. *Chemical Communications*, 32, 4859–4861. <https://doi.org/10.1039/b905974a>

Cottam, Y. H., Caley, P., Wamberg, S., & Hendriks, W. H. (2002). Feline reference values for urine composition. *J. Nutr.*, 132.

El-Nahhal, Y. Z., Al-Agha, M. R., El-Nahhal, I. Y., El Aila, N. A., El-Nahal, F. I., & Alhalabi, R. A. (2020). Electricity generation from animal manure. *Biomass and Bioenergy*, 136. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105531>

Frayne, J., Murray, S. M., Croney, C., Flickinger, E., Edwards, M., & Shoveller, A. K. (2019). The behavioural effects of innovative litter developed to attract cats. *Animals*, 9(9), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ani9090683>

Herrera-Camacho, J., Baltierra-Trejo, E., Taboada-González, P. A., Gonzalez, L. F., & Marquez-Benavides, L. (2017). *Environmental Footprint of Domestic Dogs and Cats*. July. <https://doi.org/10.20944/preprints201707.0004.v1>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021a). Primera Encuesta Nacional De Bienestar Autorreportado (Enbiare) 2021. *Comunicado De Prensa Núm. 772/21*, 1–3.



- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021b). Primera Encuesta Nacional De Bienestar Autorreportado (Enbiare) 2021. *Comunicado De Prensa Núm. 772/21*, 1–3. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ENBIARE_2021.pdf
- Joachim, A., Auersperg, V., Drüe, J., Wiedermann, S., Hinney, B., & Spersger, J. (2023). Parasites and zoonotic bacteria in the feces of cats and dogs from animal shelters in Carinthia, Austria. *Research in Veterinary Science*, 164(May), 105022. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2023.105022>
- Mai, L., Zeng, E., & Zeng, E. Y. (2022). Dog poop bags: A non-negligible source of plastic pollution. *Environmental Pollution*, 292(PA), 118355. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118355>
- Malek, A., Ganta, A., Divyapriya, G., Nambi, I. M., & Thomas, T. (2021). Hydrogen production from human and cow urine using in situ synthesized aluminium nanoparticles. *International Journal of Hydrogen Energy*, 46(54), 27319–27329. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.06.024>