

“EcoMeow” Arena para Gatos de Origen Vegetal con Concentración de Almidón

Indira Selena Quevedo Gonzalez y Luisa Fernanda Torres Acosta

Universidad Ean

Facultad de Ingeniería, Proyecto de Grado, Grupo 2

Lina María Chacón

Bogotá, D.C, 24 de Octubre de 2024

Resumen

Este proyecto se enfoca en optimizar la producción de una arena ecológica para gatos elaborada con materiales de origen vegetal que, al presentar elevadas cantidades de almidón, puedan funcionar perfectamente como agentes aglutinantes en el producto. Evaluando el desempeño del producto final, el objetivo es ofrecer una alternativa ecológica frente a las arenas tradicionales, que pueden afectar la salud del gato a largo plazo debido al polvo que generan. La investigación evalúa la viabilidad y el potencial de los materiales orgánicos para proporcionar una opción sostenible y eficiente en comparación con arenas comerciales basadas en bentonita y otras alternativas ecológicas de diferente base.

Introducción

En las zonas urbanas, los gatos se han convertido en mascotas comunes, lo que conlleva la necesidad de soluciones prácticas para su cuidado, como las cajas de arena. Sin embargo, las arenas aglomerantes convencionales, aunque prometen control de olores y facilidad de limpieza, suelen liberar polvo en grandes cantidades, lo cual puede afectar la salud respiratoria de los gatos y contribuir a problemas ambientales por su baja biodegradabilidad.

Este proyecto de grado se enfoca en desarrollar una arena ecológica de origen vegetal, diseñada para ser libre de polvo, biodegradable y eficaz en el control de olores. La propuesta busca superar las limitaciones de las arenas tradicionales y ofrecer una alternativa más segura y amigable con el medio ambiente.

La estrategia de investigación incluye una comparación detallada entre la arena de bentonita (una de las más comunes en el mercado) y algunas opciones de arenas ecológicas existentes. Se evaluarán aspectos como el control de olores, la aglomeración, la generación de polvo y la biodegradabilidad. La comparación permitirá identificar los puntos fuertes y las áreas de mejora, guiando el desarrollo de un prototipo optimizado que combine los beneficios de las arenas actuales con innovaciones que aborden sus deficiencias. Con pruebas rigurosas y análisis comparativos, el objetivo es crear un producto que mejore la calidad de vida de los gatos reduciendo riesgos respiratorios y minimice el impacto ambiental, ofreciendo una solución eficiente y sostenible para los propietarios de mascotas.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar una arena ecológica para gatos, de origen vegetal, que minimice el polvo y los olores, promoviendo la salud respiratoria de los gatos y superando las limitaciones de las arenas tradicionales.

Objetivos Específicos

- Comparar la arena de bentonita y las arenas ecológicas disponibles, en términos de control de olores, aglomeración, generación de polvo y su impacto en la salud respiratoria de los gatos.
- Identificar las mejores características de las arenas ecológicas existentes para desarrollar un prototipo que minimice el polvo y mejore la salud respiratoria de los gatos.
- Desarrollar un prototipo de arena para gatos de origen vegetal que maximice la biodegradabilidad y minimice la generación de polvo, incorporando las mejores características posibles en la formulación.
- Validar las características del prototipo en condiciones reales, evaluando su eficacia en el control de olores, la reducción de polvo y aglomeración de este, comparándolo con otras opciones del mercado.

Definición del Problema

Las arenas para gatos convencionales, compuestas sobre todo de arcilla inorgánica, presentan un grave desafío ambiental y de salud. La extracción minera necesaria para obtener la arcilla genera un impacto destructivo en los ecosistemas, y la falta de biodegradabilidad de estos productos contribuye significativamente al aumento de residuos no degradables en los vertederos. Se estima que, en Colombia, se desechan más de 12 mil toneladas de arena para gatos al año, lo que exacerba la crisis de residuos sólidos y aumenta la presión sobre el medio ambiente (Río Call, M. A., 2018).

Además del impacto ambiental, estas arenas también suponen un riesgo considerable para la salud de los felinos. Estudios han demostrado que el polvo que desprenden al ser utilizadas puede ser inhalado o ingerido por los gatos, causando irritación en las vías respiratorias y, en casos más severos, asma y otros problemas respiratorios. Específicamente como menciona Julie E. Trzil (2020), donde se ha reportado que hasta un 5% de los gatos domésticos pueden desarrollar asma, una condición que puede agravarse con la exposición continua al polvo de las arenas de arcilla. Este problema no solo afecta el bienestar del gato, sino también el costo emocional y económico para sus dueños, quienes enfrentan gastos veterinarios considerables para tratar estas afecciones.

A medida que la población de gatos en hogares sigue aumentando; con un promedio de 2 gatos por hogar en muchos países (M. Shahbandeh., 2024), el consumo de arena también se incrementa, lo que intensifica la necesidad de disponer grandes cantidades de residuos no biodegradables. Esta situación no solo representa un problema para los dueños de mascotas, que deben lidiar con la gestión de estos desechos, sino también para el medio ambiente, que sufre las consecuencias de esta acumulación. Según el análisis de demanda realizado en un estudio de mercado, un hogar con gatos utiliza unos 240 kilos de arena al año. Esta cantidad es necesaria para cubrir las necesidades higiénicas de un solo gato, con un consumo estimado de 5 kilos de arena higiénica por semana. (H. Harlette Raquel, 2019).

Desde la perspectiva del apoyo emocional, los gatos juegan un rol crucial como compañeros en la vida de muchas personas. Estos animales no solo proporcionan compañía, sino que también actúan como una fuente de apoyo emocional, especialmente en hogares donde se busca confort y estabilidad emocional. En diferentes culturas como la japonesa, las mascotas se consideran parte de la familia, donde se destaca la importancia emocional de las mascotas en la

vida de sus dueños (Veldkamp, E., 2009). La idea de que una mascota, que brinda tanto apoyo emocional, pueda sufrir por la exposición a productos dañinos, como las arenas tradicionales, puede ser muy angustiante para sus dueños. Este estrés emocional se intensifica cuando los gatos desarrollan problemas de salud relacionados con estos productos, lo que provoca un sufrimiento innecesario para la mascota y un impacto emocional considerable en sus dueños.

Esto no solo afecta el bienestar del gato, sino también el costo emocional y económico para sus dueños, quienes se enfrentan a gastos veterinarios para manejar condiciones como el asma; que pueden variar entre los \$200.000 y \$600.000 pesos colombianos mensuales, dependiendo de la gravedad de la enfermedad y la frecuencia que se requiera de las consultas. (Lucía F. Vargas, 2022). El costo de tratar estas afecciones no se limita únicamente al aspecto financiero; también implica un costo emocional significativo para los propietarios de gatos, quienes deben enfrentarse a la realidad de que su mascota, a quien consideran parte de la familia, está sufriendo. Además, el proceso de tratamiento puede ser largo y estresante, lo que aumenta la carga emocional.

Finalmente, con el aumento del número de gatos por hogar y la creciente dependencia de las arenas convencionales, el impacto ambiental y las preocupaciones de salud continúan escalando. Más gatos en casa significan un mayor consumo de arena, lo que se traduce en más desechos no biodegradables y un daño ambiental más significativo. La acumulación de estos residuos en vertederos no solo perpetúa la crisis de manejo de residuos sólidos, sino que también aumenta la huella ecológica de los hogares.

Justificación

La transición a una arena biodegradable vegetal aborda las preocupaciones mencionadas, ofreciendo beneficios adicionales en comparación con las arenas tradicionales de bentonita, compuestas principalmente de arcilla inorgánica.

En primer lugar, la reducción del polvo presente en las arenas convencionales mejora significativamente la calidad del aire en la caja de arena si esta es cerrada y los alrededores en caso de ser abierta, minimizando riesgos para la salud respiratoria de los gatos. Esta reducción de polvo no solo previene irritaciones en las vías respiratorias y el desarrollo de condiciones como el asma felina, sino que también reduce la necesidad de tratamientos veterinarios costosos. Al evitar estas

afecciones, los costos veterinarios asociados con problemas respiratorios pueden disminuir considerablemente, beneficiando tanto la salud del gato como el presupuesto del propietario.

Desde el punto de vista ambiental, el impacto positivo de las arenas biodegradables es considerable. A diferencia de las arenas de bentonita, que se extraen mediante procesos mineros destructivos y generan grandes cantidades de residuos no biodegradables, las arenas vegetales se desintegran de manera más rápida y natural. Este proceso de desintegración contribuye a una gestión de residuos más sostenible al reducir la acumulación de desechos en los vertederos. La menor presión sobre los sistemas de gestión de residuos no solo alivia la carga de los vertederos, sino que también ayuda a mitigar el impacto ambiental asociado con la producción y eliminación de la arena para gato.

Desarrollar una arena ecológica, proporciona una nueva metodología para evaluar los productos de cuidado animal, enfocando la selección de los mismo en una reducción de polvo, por ende, gran impacto en la salud del felino y su dueño. Esto permitirá establecer parámetros claros para la evaluación de productos similares en el futuro, promoviendo técnicas de prueba más sostenible y responsable.

Desde el punto de vista teórico, esta arena contribuye al conocimiento sobre cómo los materiales naturales pueden mejorar la salud respiratoria de los gatos al reducir el levantamiento de polvo de estas. Desafía las prácticas actuales de la industria y abre nuevas vías de investigación y control de calidad, hacia alternativas más ecológicas y efectivas, enriqueciendo la comprensión del impacto de los productos de cuidado animal en la salud y el bienestar.

Por último, las arenas de origen vegetal son más eficientes en la absorción de líquidos y el control de olores, mejorando la experiencia general para el felino y su propietario; una mayor capacidad de absorción y un control óptimo de olores, mantienen un entorno más limpio y agradable, facilitando el mantenimiento, limpieza y durabilidad de la caja de arena. Al elegir una arena biodegradable, se promueve una gestión de residuos más sostenible, se reduce la huella ecológica y proporciona un entorno más saludable y cómodo para los gatos, justificando el desarrollo del prototipo y objetivo general a realizar.

Marco Teórico

La arena para gato es un producto pensado para que los gatos domésticos puedan hacer sus necesidades dentro de casa de forma cómoda y limpia. Este producto ha evolucionado mucho desde que los gatos solían usar jardines, tierra o aserrín para cubrir sus necesidades. Ahora hay muchas opciones en el mercado que permiten escoger la que mejor se adapte tanto al gato como a su dueño. “Existen muchas alternativas de material de relleno para el arenero del gato, y hay que decidir qué tipo y marca se ajusta más a sus necesidades y a las del propietario.” Roldán, R. R. & EspeciesPRO. (2017) es una base para innovar dentro de este mercado, siendo clave que el gato acepte la arena, porque si no le gusta, buscará otro lugar para hacer sus necesidades.

Tabla 1.

Ventajas y desventajas de los distintos tipos de arena para gato.

| Material | Tipo de Arena | Ventajas | Complicaciones |
|---------------------------|--|--|---|
| Arcilla | Arena Aglomerante | Forma grumos Facilita la limpieza Buen control de olores | Genera polvo que puede afectar la salud del gato y el dueño |
| Sílice | Arena de Cristal (Sílice) | Absorbe bien la humedad Control efectivo de olores Bajo en polvo | Textura incómoda para algunos gatos Difícil aceptación del gato al entrar en la arena |
| Madera | Arena de madera | Ecológica y biodegradable Suave para las patas Absorbe olores | Puede generar más polvo Requiere cambios frecuentes No aglomera bien los desechos sólidos |
| Materiales biodegradables | Arena ecológica (Maíz, papel reciclado, etc) | Respetuosa con el medio ambiente Buena opción para gatos sensibles Bajo en polvo | Menor control de olores Adherencia en patas del gato |

Nota. Elaboración propia (2024)

El crecimiento del mercado está impulsado por el aumento en la población de gatos domésticos y la tendencia creciente de tener múltiples gatos en un hogar. Las redes sociales han contribuido a la visibilidad y promoción de diversos productos de arena, facilitando así su venta.

“Se espera que crezca a un ritmo constante de alrededor del 4% durante el período previsto 2022-2028” Kumar, V. (2023). Una de las innovaciones más destacadas es el desarrollo de arenas naturales, que son biodegradables y carecen de fragancias y productos químicos, lo que representa una oportunidad significativa para la expansión del sector, el aprovechamiento de recursos naturales que en su mayoría son desechos orgánicos sin uso directo a una empleabilidad y/u oportunidad de negocio industrial, mejorando la economía local y nacional, teniendo en cuenta el alcance.

El mercado se divide en dos categorías principales: aglomerante y no aglomerante. Las arenas aglomerantes han captado una porción considerable del mercado, ya que permiten una limpieza más fácil al formar grumos con los desechos, lo que simplifica el proceso para los dueños. Esta categoría se beneficia de su capacidad para retener la humedad, lo que aumenta su atractivo.

En cuanto a los materiales, la arena de arcilla domina el mercado debido a su alta capacidad de absorción y formación de grumos. Es también más económica en comparación con otros tipos, lo que la convierte en la opción preferida para muchos hogares, teniendo mayor alcance para los dueños sobre todo con múltiples gatos. La arena de sílice, aunque menos común, también se utiliza debido a sus propiedades absorbentes.

A nivel mundial, América del Norte se posiciona como un mercado clave, con un alto número de propietarios de gatos dispuestos a gastar en productos para sus mascotas. Según datos de la Asociación Estadounidense de Productos para Mascotas, cerca del 40% de los hogares en EE. UU. tienen al menos un gato, lo que suma un total significativo de felinos.

Entre los principales actores del mercado se encuentran empresas como Mars, Nestlé, Church & Dwight Co Inc., y The Clorox Company, que lideran la industria con una variedad de productos.

Uno de los principales principios activos de las arenas sanitarias, es la *Bentonita*, material de origen minero que tiene alta capacidad de absorción, dando la característica de aglomerante a una arena para el uso del gato.

Tabla 2.*Ficha Internacional de Seguridad Química bentonita*

| BENTONITA | |
|--|--|
| Aspecto | Descripción |
| Nombre | Bentonita |
| Número CAS | 1302-78-9 |
| Composición | Silicato de aluminio con contenido variable de sílice cristalina (1% a 60%). Compuesta principalmente de montmorillonita. |
| Estado físico | Grumos o polvo de color gris a blanco. |
| Densidad relativa | 2.5 (agua = 1). |
| Punto de fusión | >1200°C. |
| Solubilidad en agua | Insoluble. |
| Propiedades químicas | Base débil en suspensión acuosa. |
| Aplicaciones | Usada como aglutinante, absorbente y agente clarificante; frecuente en productos como arenas para gatos. |
| Estabilidad y reactividad | Estable, no inflamable; se permite el uso de cualquier tipo de extintor en caso de incendio. |
| Precauciones en la manipulación | Evitar la dispersión del polvo; usar protección respiratoria (mascarilla, gafas, guantes). |
| Vías de exposición | Inhalación, contacto con la piel y los ojos. |
| Efectos sobre la salud | La inhalación repetida puede provocar daños pulmonares y fibrosis. Enrojecimiento de piel y ojos tras exposición corta. |
| Riesgo de inhalación | Puede alcanzar rápidamente concentraciones molestas en el aire, especialmente en forma de polvo. |
| Almacenamiento | Conservar en un lugar seco. |
| Medio ambiente | Generalmente seguro para el medio ambiente, pero se recomienda minimizar la dispersión de polvo. |

Nota. Información tomada de INSST. (2018)

De la información observada en la tabla anterior se puede inferir que:

El polvo de bentonita es fácil de inhalar, lo que puede afectar tanto a los gatos como a sus dueños. La exposición repetida puede causar daños pulmonares y fibrosis, y en los gatos, la excavación constante los expone a partículas que pueden provocar afecciones respiratorias crónicas. Para los humanos, este polvo también supone un riesgo, especialmente en espacios cerrados, aumentando el peligro de desarrollar fibrosis pulmonar.

Contenido de Sílice Cristalina

El porcentaje de sílice cristalina en la bentonita puede oscilar entre el 1% y el 60%. La inhalación de sílice cristalina está vinculada al desarrollo de cáncer de pulmón y otras enfermedades respiratorias, lo que plantea un riesgo grave tanto para los gatos como para los dueños que manejan la arena.

Irritación Cutánea y Ocular

El polvo de bentonita puede causar irritación en la piel y los ojos. Aunque los gatos tienen menos contacto directo con el polvo debido a su pelaje, los dueños, al limpiar la caja de arena o manipular la bentonita, pueden sufrir estos efectos, con un riesgo potencial de sensibilización a largo plazo.

Composición y Estructura Del Grano De Sorgo

El grano de sorgo se caracteriza por su alto contenido de almidón, que constituye aproximadamente el 74% del grano. Este almidón está distribuido principalmente en el endosperma, que representa el 82.3% del grano. La estructura del sorgo, compuesta por el pericarpio, el endosperma y el germen, juega un papel clave en sus propiedades, ya que el almidón es el principal componente responsable de las características de aglomeración, debido a su capacidad para formar estructuras cohesivas cuando se combina con líquidos. Además, el sorgo tiene un contenido relativamente bajo de lípidos y proteínas, con el almidón ocupando un rol central en su capacidad para absorber líquidos.

Propiedades aglomerantes y capacidad de absorción

El sorgo contiene diferentes tipos de almidón, entre los cuales se destaca el almidón ceroso (casi 100% amilopectina) que es valorado en diversas aplicaciones industriales por sus propiedades

de cocción y gelatinización. Estas propiedades son de particular interés en el desarrollo de una arena para gatos, ya que el almidón ceroso puede facilitar la formación de aglomerados firmes cuando entra en contacto con líquidos, permitiendo una eficiente absorción y posterior fácil recolección de los desechos. Además, la estructura del endosperma del sorgo favorece la absorción de agua, lo que sugiere que podría ser un componente ideal para una arena con capacidad para absorber y retener líquidos.

El sorgo y el maíz son cereales con composiciones químicas similares, lo que los hace comparables en diversas aplicaciones industriales, como la formulación de productos absorbentes. Sin embargo, presentan diferencias clave en propiedades como el contenido de almidón, lípidos y su resistencia ambiental. A continuación, se presenta una tabla comparativa que destaca las principales características de ambos cereales para evaluar su potencial uso en productos como la arena para gatos:

Tabla 3.

Comparación de las propiedades del sorgo y el maíz

| PROPIEDAD | SORGO | MAÍZ |
|-----------------------------------|--|---|
| Contenido de proteína (%) | 7 - 14% (promedio de 10,7%) | 10% |
| Contenido de almidón (%) | 74 - 82% (alto contenido de almidón en endosperma) | 71% |
| Contenido de lípidos (%) | 2,4 - 6,5% (80% de lípidos insaturados, como oleico y linoleico) | 4,5% (mayor que en el sorgo) |
| Contenido de fibra (%) | 1,2 - 3,5% (bajo contenido, favorece digestibilidad) | 2% |
| Composición de aminoácidos | Limitado en lisina, metionina y triptófano | Similar, pero con mayor proporción de lisina |
| Taninos | Presente en variedades con testa (pueden reducir digestibilidad) | Ausente, lo que mejora digestibilidad |
| Resistencia ambiental | Mayor resistencia a condiciones climáticas adversas y al daño por aves debido a los taninos | Menor resistencia en comparación |
| Aplicaciones industriales | Almidón ceroso (amilopectina) para usos específicos como gelatinización y cocción | Almidón estándar, más utilizado en la industria alimentaria |

Nota: Elaboración propia información tomada de Domanski, C., Giorda, L. M., & Feresin, O. (1997)

Fibra de Coco como Componente Absorbente en la Arena para Gatos

La fibra de coco (*Cocos nucifera* L.) es un material lignocelulósico ampliamente utilizado en aplicaciones industriales debido a sus propiedades fisicoquímicas, que la convierten en una opción ideal para productos absorbentes y biodegradables, como la arena para gatos. Este material no solo ofrece beneficios en términos de absorción y control de humedad, sino que también cumple con normativas internacionales que aseguran su calidad y seguridad en aplicaciones comerciales e industriales.

Propiedades de la Fibra de Coco

La fibra de coco es un subproducto del mesocarpio del coco, lo que la convierte en una alternativa económica y ecológica para el desarrollo de productos sostenibles. Según el análisis fisicoquímico de la fibra de coco, su composición incluye altos niveles de celulosa (35.9%), hemicelulosa (18.56%) y lignina (19.38%), lo que le otorga una gran capacidad de absorción y resistencia estructural. Estas características son fundamentales para garantizar un desempeño eficiente en la arena para gatos, ya que permiten absorber líquidos y formar grumos compactos (Rincón, J., etc, 2016).

Capacidad de Absorción y Retención

La fibra de coco se destaca por su capacidad de absorber hasta 7.16 g de agua por gramo de material seco y retener 3.86 mL de agua por gramo. Además, su capacidad de absorción de aceite es de 4.99 g de aceite por gramo de material seco, lo que le otorga propiedades útiles en aplicaciones de control de líquidos. Estas características son clave para la formulación de arena para gatos, ya que aseguran que la arena mantenga la caja de arena seca y libre de malos olores, controlando eficazmente la humedad (Rincón, J., etc, 2016).

Aplicaciones Industriales

Debido a su alta capacidad de retención de agua y resistencia estructural, la fibra de coco es ampliamente utilizada en la industria de tratamiento de efluentes y en medios hidropónicos. Esto demuestra su versatilidad como material absorbente y estructural, lo que la convierte en un componente clave en productos que requieren retención de líquidos, como la arena para gatos. La estructura porosa de la fibra de coco permite una buena aireación, lo que ayuda a evitar la

descomposición de los líquidos absorbidos, un aspecto crucial en la gestión de los desechos en la caja de arena.

Bore como Agente Aglomerante en la Arena para Gatos

El bore (*Alocasia macrorrhiza*) posee un sistema radicular compuesto, rico en almidón, no solo en las raíces, sino también en el tallo y las hojas. En particular, las raíces presentan una estructura fibrosa que sugiere un alto potencial aglomerante al entrar en contacto con líquidos. Esta capacidad para formar estructuras compactas, sumada a su adaptabilidad en suelos arcillosos, lo convierte en un excelente agente aglomerante. Además, su fácil cultivo y alta disponibilidad hacen del bore una opción viable para la producción de una arena para gatos con propiedades aglutinantes y consistentes.

Composición y Estructura

Tabla 4.

Tabla sobre la clasificación taxonómica del Bore (Alocasia macrorrhiza).

| | | | |
|-------------|------------------|---------------|---------------|
| 1 Reino: | Vegetal | 6 Familia: | Aráceas |
| 2 Tipo: | Fanerógamas | 7 Subfamilia: | Colocasioidea |
| 3. Subtipo: | Angiospermas | 8 Género: | Alocasia |
| 4. Clase: | Monocotiledóneas | 9 Especie: | Macrorhyza |
| 5. Orden: | Espadiciflorales | 10 Fitonimia: | Bore |

Nota. Basto, G. (1995a).

El bore está compuesto por una mezcla rica en nutrientes y compuestos que, además de ser útiles en la alimentación animal, tienen propiedades que pueden ser aprovechadas para su aplicación en productos biodegradables:

- *Carbohidratos (Almidón)*: El tallo del bore es una fuente rica en almidón, lo que le permite almacenar grandes cantidades de energía. Este almidón tiene propiedades higroscópicas, lo que significa que es capaz de absorber humedad. Esta capacidad para retener líquidos es crucial para su uso como agente aglomerante en arena para gatos, ya que permite la formación de grumos sólidos cuando entra en contacto con la orina del animal.
- *Fibra*: El contenido de fibra en el bore, especialmente en sus hojas y tallo, es alto, con valores de fibra cruda de hasta 54.05% en el tallo y 63.46% en las hojas. Este alto contenido

de fibra no solo aporta beneficios como suplemento alimenticio, sino que también otorga una estructura que mejora la cohesión y compactación de la arena para gatos. La fibra puede ayudar a que los grumos formados sean más firmes y fáciles de retirar.

- *Composición Mineral:* El bore aporta pequeñas cantidades de minerales como calcio y fósforo, aunque en el contexto de su uso como agente aglomerante, estos no son componentes críticos. Sin embargo, su contenido mineral contribuye a su estabilidad física y puede influir en las propiedades mecánicas del producto final.

Tabla 5.

Comparación de referencias en contenidos nutricionales, en cuanto a proteína, fibra y materia seca del Bore.

| Parte de la planta | Materia seca (%) | Proteína cruda (%) | Fibra cruda (FDN) | Fibra cruda (FDA) | Fuente |
|--------------------|------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Tallo | 17,64 | 8,95 | 44,89 | 6,31 | Basto, G. (1995a) |
| Tallo | 96,43 | 5,97 | 46,8 | - | |
| Tallo | 95,43 | 5,86 | 54,05 | - | |
| Hoja completa | 18,97 | 12,87 | 37,9 | 15,23 | |
| Hoja completa | 14 | 17,14 | 11,51 fibra cruda | | |
| Hoja | 93,76 | 21,29 | 59,91 | - | |
| Hoja completa | 95,4 | 16,81 | 63,46 | - | |
| Parte de la planta | Materia Seca (%) | Proteína cruda (%) | Extracto etéreo % | Fibra cruda | Bore. 2012 |
| Hoja completa | 13 | 21-22 | 6 | 15-19 | |
| Parte de la planta | Materia Seca (%) | Proteína cruda (%) | Calcio % | Fósforo % | Moreno H. (2002) |
| Hoja completa | 14 | 13,6 | 0,94 | 0,31 | |
| Parte de la planta | Materia Seca (%) | Proteína cruda (%) | Fibra cruda % | Cenizas % | Obando D. et all. (2012) |
| Hoja | 22,4 | 15,4 | - | - | |
| Peciolo | 9,62 | 16,2 | - | - | |
| Hoja completa | 14 | 13,6 | 11,5 | 10 | |

Nota. Mora-Parra, F. E. (2015)

Según se observa en la tabla anterior, existe una diferencia notable en los contenidos de proteína cruda entre el tallo y las hojas, ya sean completas o separadas. Mientras que el tallo presenta valores de proteína cruda que oscilan entre 5,86% y 8,95%, las hojas completas o separadas muestran niveles mínimos de 13,6% y máximos de 22,33%. Esta disparidad indica que el mayor valor nutritivo de la planta se encuentra en las hojas, las cuales aportan un contenido elevado de proteína, en contraste con el tallo y otras partes de la planta, que proporcionan principalmente almidones y fibra.

Estructura Morfológica y Propiedades de Absorción

- **Tallo:** El tallo del bore es fundamental en su capacidad para acumular almidón, lo que le da la propiedad de absorber líquidos de manera eficiente. Esta característica es esencial para su uso en arenas aglomerantes, ya que el almidón es capaz de captar y retener grandes volúmenes de líquido, formando masas compactas que facilitan la limpieza.
- **Hojas:** Las hojas de *Alocasia macrorrhiza* son gruesas y ricas en fibras, sin embargo, nuestro proyecto principalmente se basará en el uso del tallo, ya que, es el que tiene mayor cantidad de almidón, por ende, el agente aglomerante principal que se espera compacte los desechos del animal.

Esencia de Salvia Morada en la Arena para Gatos

La salvia morada (*Salvia leucantha*) se destaca por sus propiedades aromáticas, que la convierten en un recurso eficaz para el control de olores. Su aroma agradable actúa como un neutralizador natural, contribuyendo a un ambiente más fresco y agradable. Además, su no toxicidad la hace adecuada para entornos con mascotas, garantizando la seguridad de los animales. La incorporación de esta planta en productos ecológicos puede potenciar sus beneficios estéticos y funcionales, ofreciendo una alternativa sostenible para la higiene animal.

Composición y Propiedades

La salvia morada contiene compuestos bioactivos como aceites esenciales (principalmente tuayona, cineol y alcanfor) que tienen propiedades antimicrobianas y antifúngicas. Estas propiedades permiten que la salvia morada actúe como un desodorante natural y ayuda a inhibir el

crecimiento de bacterias responsables de los malos olores en la arena para gatos, manteniendo un entorno más higiénico.

- **Absorción de Humedad:** Aunque la salvia en sí no es un agente absorbente de líquidos, se puede utilizar en combinación con otros materiales como el bore o arcillas, aportando sus propiedades desodorantes sin afectar negativamente la capacidad de aglomeración de la arena.
- **Propiedades Desodorizantes:** Gracias a sus aceites esenciales aromáticos, la salvia morada es efectiva para neutralizar los malos olores en la arena para gatos. Su capacidad para enmascarar olores desagradables la convierte en un aditivo ideal en fórmulas ecológicas de arena, contribuyendo a mantener un ambiente más fresco en el hogar.
- **Desodorizante natural:** La salvia morada ayuda a neutralizar los olores fuertes asociados con los desechos de los gatos, proporcionando una opción natural y libre de químicos sintéticos.

Implementación de Aceite de Semilla de Uva

Propiedades del Aceite de Semilla de Uva para su Uso en Arena para Gatos Ecológica

El aceite de semilla de uva, derivado de las semillas de la uva (*Vitis vinifera*), es un subproducto común de la producción de vino. Es apreciado por sus propiedades antioxidantes y por ser rico en ácidos grasos insaturados, especialmente ácido linoleico, y compuestos fenólicos. Sin embargo, en lo que respecta a su uso con animales, hay algunos aspectos importantes a tener en cuenta.

Composición del Aceite de Semilla de Uva

- **Ácidos grasos insaturados:** Contiene entre 70-75% de ácido linoleico, un ácido graso omega-6 esencial.
- **Antioxidantes:** Es rico en vitamina E y compuestos fenólicos como los flavonoides y las proantocianidinas, que son potentes antioxidantes.

Humectante Natural

El aceite de semilla de uva tiene excelentes propiedades humectantes, lo que lo convierte en una opción útil para reducir el levantamiento de polvo en la arena para gatos. Al ser un aceite

ligero, puede ayudar a mantener los componentes de la arena ligeramente aglutinados, evitando que se dispersen partículas finas de polvo cuando los gatos excavan.

Propiedades Anti-Polvo

Al agregar una pequeña cantidad de aceite de semilla de uva a la fórmula de la arena, se puede recubrir las partículas más pequeñas, disminuyendo la cantidad de polvo que se libera al aire durante el uso. Esto no solo mejora la experiencia de los gatos, sino que también reduce la irritación respiratoria tanto para los animales como para los dueños.

No Tóxico para Gatos

Aunque el aceite de semilla de uva puede ser motivo de preocupación en perros, no existen evidencias de toxicidad significativa en gatos al usarlo en pequeñas cantidades en productos no ingeridos, como la arena para gatos. Sin embargo, siempre es recomendable supervisar su uso y consultar con un veterinario si es necesario.

Aplicación Práctica

Se puede añadir el aceite de semilla de uva en pequeñas dosis durante el proceso de fabricación de la arena para gatos ecológica, asegurando que las partículas queden recubiertas sin generar una consistencia aceitosa o húmeda que incomode al gato.

Consideraciones

Cantidad Adecuada

Se debe realizar un ajuste cuidadoso en la proporción de aceite de semilla de uva para evitar que la arena se vuelva demasiado húmeda, lo cual podría afectar negativamente la aglomeración.

Análisis de Requerimientos

El siguiente análisis de restricciones asegura que el desarrollo de la arena para gatos de origen vegetal “EcoMeow” cumpla con altos estándares de calidad y sostenibilidad. Así mismo, se destacan áreas críticas como la biodegradabilidad, capacidad de aglomeración, control de polvo y de olores, que deben ser validadas bajo normativas internacionales y locales. Como se contempla

la reducción de costos asociados a problemas de salud felina, lo que favorece a los propietarios en términos económicos y emocionales.

Especificaciones y Parámetros de Diseño de la Arena Sanitaria

No existe norma ICONTEC específica para arenas sanitarias de mascotas, específicamente para gatos. Las normativas colombianas no contemplan un estándar técnico exclusivo para estos productos, lo que implica que no se ha establecido una regulación particular que defina los requisitos de calidad, sin embargo, se hace un análisis de los parámetros con las respectivas normativas ASTM. Siendo así relevante para garantizar que los productos de arena sanitaria, como lo es la arena para gatos “EcoMeow”, cumpla con los requisitos necesarios para ofrecer seguridad. Como que la arena absorba adecuadamente la orina, forme grumos compactos para facilitar la limpieza, controle los malos olores de manera natural, y no genere polvo, protegiendo la salud de los gatos y sus dueños.

En cuanto con el ICA, se ha confirmado que las arenas sanitarias para gatos y las empresas involucradas en su producción o importación ya no requieren registro ante esta entidad, debido a que estas arenas están compuestas por materiales inertes, se clasifican como productos de bajo riesgo para la salud animal. Esta decisión se basa en un historial desde 1996, año en que se autorizó su comercialización, durante el cual no se han reportado incidentes adversos que afecten a personas o animales debido a su uso o manejo. Consecuentemente, el ICA ha decidido que no se necesitará autorización a través de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCE) para la importación, producción y comercialización de arenas sanitarias para gatos. (Instituto Colombiano Agropecuario ICA, 2018)

Absorción de Líquidos

Según la normativa ASTM F726-06 los tipos de materiales absorbentes se clasifican en cuatro tipos según su forma física: Tipo I, materiales absorbentes en rollos, películas, hojas o tejidos, que tienen dimensiones lineales mayores que el grosor y pueden manipularse saturados o no; Tipo II, materiales sueltos o a granel, sin forma ni resistencia, manipulables con palas o equipos dispersantes; Tipo III, adsorbentes contenidos en una red permeable al hidrocarburo pero que retiene el material adsorbente; y Tipo IV, unidades aglomeradas con estructura abierta que permiten la intrusión de aceites de alta viscosidad (ASTM International, 2012).

Se debe de realizar pruebas para determinar la capacidad de la arena para absorber líquidos, especialmente teniendo en cuenta que se busca controlar olores y líquidos en el uso con gatos. Para verificar cumplimientos con las expectativas de absorción y retención, características esenciales en la arena para gatos. Asegurando la facilidad de manipularla, ya sea para limpiarla o cambiarla, manteniendo sus propiedades a lo largo del tiempo y que esta no se degrade en condiciones normales de almacenamiento antes de su uso.

Control de Olores

Para el control de olores la norma ASTM E544-24 es la encargada, ya que es una práctica estándar diseñada para referenciar la intensidad del olor de materiales por encima del umbral de percepción, utilizando una escala de referencia de intensidad de olor específica establecida por la ASTM. El proceso implica comparar la intensidad del olor de una muestra con las intensidades de una serie de concentraciones del odorante de referencia. El método de presentación de la muestra puede variar según la naturaleza de la muestra y debe ser coherente con buenas prácticas estándar (ASTM International, 2024).

Esto es crucial en la arena para evaluar la arena para gatos dentro de los diferentes estados que se puede llegar a encontrar (seca o expuesta a humedad, simulando el uso real) con el método de referencia de intensidad de olores y su comparación directa, con la a intensidad del olor de la muestra contra la escala de referencia de 1-butanol y determinan el punto que coincide con la intensidad del olor de la muestra. Ya que los olores provienen de la descomposición de la orina y las heces, principalmente compuestos como el amoníaco.

Densidad y Peso

En este apartado se aplica la normativa ASTM D7263-21 la cual es un estándar que detalla los métodos para determinar la densidad y el peso unitario de muestras de suelo en condiciones de laboratorio. Los procedimientos especificados en esta norma incluyen la medición de la densidad total (húmeda o aparente) y la densidad seca de muestras de suelo que pueden ser intactas, perturbadas o reconstituidas (ASTM International, 2021).

Para ser aplicada en la arena para gatos "EcoMeow" se debe hacer respectivamente la selección de las muestras las cuales deben cubrir tanto la arena fresca como la que no pueda haber sido expuesta a humedad o condiciones de almacenamiento similares a las que encontraría en uso

real con los respectivos equipos necesarios para medir la densidad y el peso unitario. Evaluando y calculando en estado seco y de haber absorbido líquido para simular orina o agua, con el fin de entender las variaciones del peso de la arena cuando está saturada en comparación con su estado seco.

De igual forma, se debe de comparar los resultados obtenidos con las especificaciones de calidad y rendimiento que has establecido para la arena para gatos. Determinando si el peso de las bolsas (5 0 10 kilos) es adecuado en términos de manejabilidad y satisfacción del cliente.

Empaque y Biodegradabilidad

La normativa ASTM D6400-12 es ampliamente utilizada y se enfoca en la compostabilidad de productos destinados al compostaje industrial, evalúa la capacidad de descomposición completa de los materiales bajo condiciones de compostaje controlado en un entorno aeróbico. Esta norma mide la descomposición del material la cual debe ser por acción de bacterias de mane natural, en un periodo de 180 días y verifica que alcance un cierto porcentaje de descomposición de al menos el 90% del material se convierta en CO₂, agua, y biomasa, sin dejar residuos tóxicos. (ASTM International, 2021).

Es ideal para validar la biodegradabilidad de los materiales vegetales de la arena en un contexto amplio de biodegradabilidad la cual puede ser desechada no solo en la basura si no en los inodoros directamente. Además, la arena debe desintegrarse físicamente hasta el punto de no ser visualmente distinguible, asegurando que se integre completamente en el entorno sin contribuir a la contaminación visual o física. A la vez que empaque el que debe contribuir positivamente a la sostenibilidad ambiental.

Clasificación de Normas de Materias Primas

Fibra de Coco (Molienda)

La fibra de coco procesada, utilizada en la arena para gatos "EcoMeow", se clasifica como material Tipo II según la norma ASTM F726-06, ya que es un material suelto o a granel que no tiene una forma definida ni resistencia estructural, lo que facilita su manipulación con palas o equipos dispersantes. Esta fibra se destaca por su capacidad de absorción rápida de líquidos, una propiedad fundamental en la arena para gatos, donde es crucial controlar la humedad y mantener

la limpieza. Para asegurar la consistencia y eficacia del producto, se aplica el estándar ASTM D7263-21, que permite medir la densidad y verificar la uniformidad del tamaño de grano tras la molienda. Esto garantiza que la fibra de coco mantenga su integridad estructural y se distribuya de manera uniforme en la arena, contribuyendo tanto a la absorción eficiente como a la comodidad del gato.

Además de sus capacidades de absorción, la fibra de coco es completamente biodegradable, lo que la convierte en un componente sostenible y respetuoso con el medio ambiente. Siguiendo la norma ASTM D6400-12, la compostabilidad de la fibra de coco se evalúa para asegurar que se descomponga adecuadamente en condiciones de compostaje industrial, convirtiéndose en CO₂, agua y biomasa sin dejar residuos tóxicos. Esto es clave para asegurar que tanto la arena como el empaque puedan ser eliminados de forma segura y ecológica, cumpliendo con las expectativas de sostenibilidad del mercado actual. La fibra, porosa y suave al tacto, no solo garantiza el confort del gato al pisar la arena, sino que también contribuye a la formación de aglomerados sólidos que facilitan la limpieza diaria.

Bore (Molienda)

El bore se destaca por ser un excelente aglomerante para la arena para gatos. Gracias a sus características naturales, ofrece una estructura cohesiva que facilita la retención de líquidos, lo que lo hace especialmente adecuado para esta aplicación. Luego de someterse a operaciones unitarias como la molienda, el Bore puede ser clasificado según la norma ASTM F726-06, que establece los requisitos para materiales absorbentes sueltos. Este proceso asegura que el Bore cumpla con los estándares de capacidad de absorción, clave para mantener la arena efectiva en la gestión de líquidos, optimizando así su rendimiento en el control de olores y en la formación de aglomerados sólidos, lo que facilita la limpieza y mantenimiento de las cajas de arena.

Así mismo, el bore presenta una ventaja significativa en términos de salud tanto para los gatos como para sus dueños, debido a su bajo contenido de polvo en comparación con otras opciones minerales tradicionales, como la bentonita. Esto reduce considerablemente el riesgo de problemas respiratorios, como el asma o la bronquitis, que pueden ser agravados por la inhalación de partículas finas. Siguiendo la normativa ASTM E544-24, se puede evaluar el papel del Bore en el control de olores, aprovechando su capacidad para neutralizar los compuestos volátiles que se liberan de la descomposición de la orina y las heces. Al moler el Bore a un tamaño de partícula

óptimo, se maximiza su superficie expuesta, lo que mejora su capacidad de absorción sin generar un exceso de polvo, garantizando así un producto de alta calidad y seguridad para el uso doméstico.

Sorgo (Grano Molienda)

El sorgo, al ser un material suelto y altamente absorbente, se clasifica según la norma ASTM F726-06 (Tipo II) por su capacidad para formar aglomerados sólidos y eficaces al contacto con líquidos, gracias a su alto contenido de almidón ceroso. Además, bajo la norma ASTM D7263-21, se evalúa su densidad tanto en estado seco como tras la absorción de líquidos, asegurando su manejabilidad y eficiencia. El sorgo también se ajusta a la norma ASTM D6400-12 debido a su biodegradabilidad, descomponiéndose sin dejar residuos tóxicos, lo que lo convierte en una opción sostenible. Finalmente, su bajo contenido de lípidos y proteínas favorece un control adecuado de olores y minimiza la generación de residuos grasos, contribuyendo a la limpieza y a un entorno saludable.

Esencia de Salvia morada (Extracción)

La esencia de salvia morada, extraída para ser utilizada en la arena para gatos "EcoMeow", se selecciona por su potente capacidad para controlar olores, además de aportar un aroma agradable que mejora la experiencia tanto para los gatos como para sus dueños. Este extracto natural destaca por su efectividad en neutralizar los olores no deseados que se generan por la descomposición de orina y heces. Según la norma ASTM E544-24, se garantiza que la intensidad y calidad del olor de la esencia de salvia morada se mantengan consistentes y efectivas. Esta norma establece un método estándar para referenciar la intensidad de los olores, lo que permite asegurar que la esencia mantenga un equilibrio óptimo entre ser lo suficientemente fuerte para controlar olores, pero sin ser invasiva o molesta.

Para asegurar la calidad, está debe ser pura y libre de cualquier aditivo o diluyente que pueda interferir en su efectividad o representar un riesgo para la salud del gato. Esto es especialmente importante, ya que cualquier compuesto adicional podría alterar tanto la seguridad del producto como su biodegradabilidad, afectando la compostabilidad de la arena según normas como la ASTM D6400-12. La esencia debe mantener su eficacia de forma prolongada, sin degradarse bajo las condiciones de uso, contribuyendo no solo al control de olores, sino también

mantener una atmósfera agradable en el espacio donde se utilice la arena, mientras preserva la integridad del producto en términos de sostenibilidad y salud animal.

Aceite de Uva

El aceite de uva, utilizado en la formulación de la arena para gatos "EcoMeow", se destaca por sus propiedades hidratantes y su capacidad para ayudar en el control de polvo. Este aceite, extraído de las semillas de uva, es conocido por ser ligero y de rápida absorción, lo que lo hace ideal para evitar que la arena se reseque en exceso y contribuya a la emisión de polvo, una preocupación clave tanto para la salud de los gatos como para sus dueños. Al reducir la dispersión de polvo, el aceite de uva ayuda a mejorar la calidad del aire en el hogar, minimizando la irritación respiratoria, lo que lo convierte en un ingrediente esencial en la formulación de arenas de alta calidad.

Para asegurar que el aceite de uva no afecte la biodegradabilidad de la arena, se sigue la norma ASTM D6400-12, que garantiza que los componentes del producto final, incluido el aceite, se descomponen de manera natural sin dejar residuos tóxicos. Es fundamental que el aceite de uva utilizado sea de grado alimenticio, garantizando que sea seguro tanto para los animales como para el entorno en el que se utilice. Además, debe integrarse perfectamente con los otros componentes de la arena, sin alterar su capacidad de absorción ni dejar residuos grasos que podrían comprometer el rendimiento del producto o su compostabilidad. Al cumplir con estos estándares, el aceite de uva no solo mejora la funcionalidad de la arena, sino que también asegura que el producto sea respetuoso con el medio ambiente y seguro para el uso doméstico.

Tabla 6.

Especificaciones y Parámetros de Diseño de la Arena Sanitaria "EcoMeow"

| Aspectos | Especificaciones y Normativas |
|-----------------------|--|
| Normativa General | No existe norma ICONTEC específica. Se toman referencias de normativas ASTM para garantizar calidad, seguridad y funcionalidad. |
| Absorción de Líquidos | - ASTM F726-06: Clasificación de materiales absorbentes. - Evaluar capacidad de absorción y retención para facilitar limpieza y controlar olores. |
| Control de Olores | - ASTM E544-24: Escala de intensidad de olor con 1-butanol. |

| | |
|----------------------------------|---|
| | - Pruebas en condiciones reales (seca y húmeda). |
| Densidad y Peso | - ASTM D7263-21: Determinación de densidad y peso unitario. - Evaluación en estado seco y saturado para simular uso real. |
| Empaque y Biodegradabilidad | - ASTM D6400-12: Compostabilidad bajo condiciones controladas. - Descomposición $\geq 90\%$ en 180 días sin residuos tóxicos. - Diseño amigable con el medio ambiente. |
| Clasificación de Materias Primas | Fibra de coco: ASTM F726-06, D7263-21, D6400-12. Alta absorción, biodegradable. Bore: Aglomerante, bajo en polvo, neutralizador de olores. Sorgo: Biodegradable, alta absorción. |
| Ingredientes Naturales | Esencia de Salvia Morada: Control de olores según ASTM E544-24. Libre de aditivos. Aceite de Uva: Reduce polvo, mejora manejo y compostabilidad. |

Nota. Elaboración propia (2024)

Restricciones

Restricciones Legales

Aunque no existe una normativa ICONTEC específica para la arena sanitaria de gatos en Colombia, es esencial cumplir con las regulaciones internacionales, como las normas ASTM, para garantizar que el producto sea seguro y efectivo. También se debe verificar el cumplimiento de las normativas ambientales y de salud pública, especialmente si se busca comercializar el producto en mercados internacionales, donde pueden existir regulaciones más estrictas. Además, aunque el ICA ha eliminado el requisito de registro para las arenas sanitarias, es necesario garantizar que todos los insumos y procesos de fabricación cumplan con la legislación vigente en cuanto a seguridad animal y manejo de materiales.

Salud Pública

Una posible restricción legal relacionada con la salud pública en la fabricación de la arena para gatos "EcoMeow" está en el proceso de molienda del bore seco y el sorgo, que puede liberar partículas finas en el aire. Estas partículas pueden representar un riesgo para los fabricantes en la

producción de la arena, ya que la inhalación de polvo en suspensión puede causar afecciones respiratorias, como asma o bronquitis. Teniendo en cuenta esto, de antes de la adición del aceite esencial, que actúa como agente de control del polvo, es fundamental implementar medidas de seguridad ocupacional que cumplan con las normativas de salud pública y seguridad laboral, tales como la utilización de equipos de protección respiratoria y sistemas de extracción de aire.

Restricciones Económicas

El costo de producción no es afectado por el uso de materiales sostenibles como el sorgo, el bore, la fibra de coco y los aceites naturales, ya que estos ingredientes no llegan a tener un precio tan elevado en comparación con alternativas convencionales menos ecológicas. Se observa de igual manera las posibles restricciones en términos de inversión inicial para desarrollar procesos de extracción y molienda, que aseguren la calidad y biodegradabilidad de la arena. Además, es ideal mantener precios competitivos en un mercado que a veces privilegia productos más económicos puede ser un desafío.

Restricciones Ambientales

El objetivo de producir un producto biodegradable implica desafíos ambientales en cuanto a la selección y procesamiento de materias primas. Y aunque el sorgo, el bore y la fibra de coco son biodegradables, se debe garantizar que todo el ciclo de vida del producto, desde la producción hasta su eliminación, no contribuya a la contaminación. También, es crucial considerar el impacto ambiental del empaque, que debe cumplir con las normativas de compostabilidad según la ASTM D6400-12, para asegurar que se descomponga sin dejar residuos tóxicos.

Restricciones Sociales

Existen expectativas sociales cada vez mayores hacia productos ecológicos y sostenibles. Esto implica que "EcoMeow" debe cumplir no solo con los requisitos funcionales de una arena sanitaria, sino también con los valores éticos y ambientales que los consumidores actuales valoran, como la biodegradabilidad y el uso de materiales naturales. No cumplir con estas expectativas podría limitar la aceptación del producto entre los consumidores más conscientes del medio ambiente.

Planteamiento Metodológico

La metodología desarrollada para la elaboración de la arena ecológica para gatos de origen vegetal “EcoMeow” se estructura en varias etapas que buscan cumplir con los objetivos específicos del proyecto, garantizando un proceso sistemático de investigación, formulación y validación. El enfoque se basó en la selección y tratamiento de materias primas, así como en la evaluación de su eficacia a través de pruebas de laboratorio bajo condiciones controladas. Así mismo, la metodología incluye la selección, tratamiento, formulación y pruebas finales del prototipo de arena para garantizar que el producto sea eficiente, seguro y sostenible. A continuación, se detallan cada una de las etapas del proceso:

1. Etapa de Investigación y Definición de Parámetros Iniciales

En esta se hizo una revisión bibliográfica exhaustiva de la literatura científica y de normativas para identificar los requisitos técnicos y sanitarios que deben cumplir las arenas ecológicas para gatos; incluyendo la capacidad de absorción, el control de olores, la biodegradabilidad y la generación de polvo.

2. Selección de Materias Primas

En esta fase, se identificaron y se seleccionaron los materiales vegetales que será utilizados en la formulación de la arena ecológica para gatos “EcoMeow”. Se consideraron materias como la fibra de coco, el bore (*Alocasia macrorrhiza*) y la esencia de salvia morada, así como el aceite de semilla de uva. Cada uno de estos componentes se eligió por sus propiedades específicas.

- *Fibra de Coco*: capacidad de absorción y retención de humedad.
- *Bore*: propiedades aglutinantes derivadas de su alto contenido de almidón.
- *Sorgo*: contiene un alto contenido de almidón, excelentes propiedades aglomerantes.
- *Esencia de Salvia Morada*: propiedades desodorizantes naturales.
- *Aceite de Semilla de Uva*: reducción de la emisión de polvo.

3. Etapa de Preparación y Tratamiento de Materias Primas

Esta etapa consiste en el acondicionamiento de las materias primas para su uso en la formulación de la arena ecológica. Los procesos realizados fueron los siguientes:

- *Molienda de la Fibra de Coco*: se trituraron las cáscaras de coco manualmente utilizando un triturador de cocina, donde se aseguró una textura fina y uniforme.

Figura 1.

Molienda de la Fibra de Coco.



Nota. Se realizaron pruebas tanto en molino como en licuadora en la cual se utilizó como recurso final por facilidad para llevar a cabo el proceso de molienda de la fibra de coco.

- *Molienda del Sorgo:* se sometió a un proceso de molienda controlada para reducir su tamaño de partícula y liberar el almidón contenido en el endosperma. La molienda se realizó con un triturador manual de cocina para obtener un tamaño de partícula adecuado, posteriormente de ser llevado a un proceso de tamizado con las demás materias.

Figura 2.

Molienda del Sorgo.



Nota. Se realizaron pruebas tanto en mortero como en licuadora en la cual se utilizó como recurso final por facilidad para llevar a cabo el proceso de molienda del sorgo.

- *Procesamiento del Bore:* el bore fue sometido a tres tratamientos diferentes para evaluar su comportamiento de aglomeración. Se utilizó el bore directamente crudo, bore rallado y bore cocido. Así mismo se hacen diferentes combinaciones de fibra de coco y bore (en sus diferentes presentaciones) fueron mezcladas y secadas en horno a 60°C durante dos días para asegurar la eliminación de la humedad y mejorar sus propiedades de aglomeración.

Figura 3.

Proceso de Secado del Bore con las Fibras de Coco.



Nota. Muestras con combinaciones diferentes del sorgo (rayado, cocinado) solo y mezclado con la fibra de coco.

Figura 4.

Proceso de Secado y Molienda del Bore.



Nota. Se realizaron en licuadora y en triturador manual para posteriormente tamizarlas por 2 diferentes (No. 12 y No. 20) hasta obtener la muestra deseada del sorgo.

- *Extracción de Esencia de Salvia Morada:* primero se utilizó método de destilación Soxhlet con etanol como solvente para extraer la esencia de la salvia morada. La extracción se llevó a cabo en condiciones controladas de laboratorio para asegurar una alta pureza del compuesto aromático. El extracto se almacenó en gracia de vidrio opacos para evitar su degradación por la luz y se mantuvo a baja temperatura hasta el proceso de destilación para la eliminación del etanol en la mezcla. El cual se dio por una destilación por arrastre de vapor y la cual se llevó posteriormente a un proceso de decantación por varios días para obtener finalmente el extracto.

Figura 5.

Proceso de Extracción de Esencia de Salvia Morada.



Nota. Tomo alrededor de una semana obtener el extracto de la salvia morada por el proceso de decantación.

4. Formulación y Diseño del Prototipo

Con las materias primas preparadas, se procedió a las mezclas experimentales con diferentes formulaciones para evaluar la capacidad de aglomeración, control de olores y reducción de polvo. Las formulaciones se dividieron en tres grupos principales, las cuales fueron homogeneizadas y compactadas en pequeñas cantidades para hacer las pruebas del prototipo a pequeña escala:

- La primera formulación se da con un porcentaje de 70% fibra de coco, 20% bore, 5% extracto de salvia morada y 5% de aceite de esencia de uva.

Figura 6.

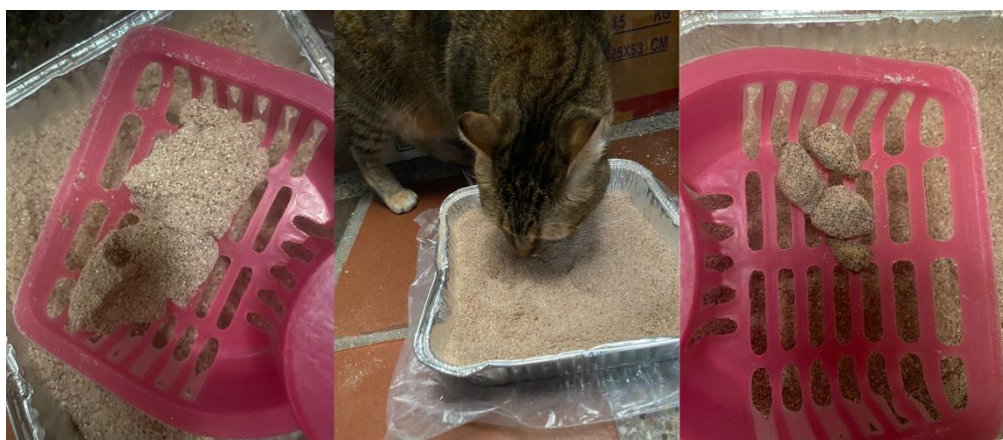
Primera Formulación de la Arena para Gatos.



- La siguiente composición se da con un 55% de fibra de coco, 40% de bore con 5% de extracto de salvia morada y un 5% de aceite de esencia de uva.
- En la última formulación se hace uso de sorgo al 68.65%, con un porcentaje del 11.25% de la fibra de coco y un 20% del bore, complementándolo con aceite de esencia de uva en un 0.08% y extracto de salvia morada en un 0.03%.

Figura 7.

Formulación Final de la Arena para Gatos.



La fórmula final de la arena “EcoMeow” está hecha a base de productos de fibra vegetal como lo son el bore, el sorgo y la fibra de coco los cuales garantizan la formación de grumos sólidos. Así mismo cuenta con control de olores, el cual viene dosificado de la esencia de salvia

morada para mantener un nivel óptimo de neutralización de olores. Como también cuenta con una reducción de polvo en comparación a las arenas tradicionales, ya que se incorporó aceite de uva en pequeñas cantidades para minimizar la emisión de polvo durante el uso de la arena.

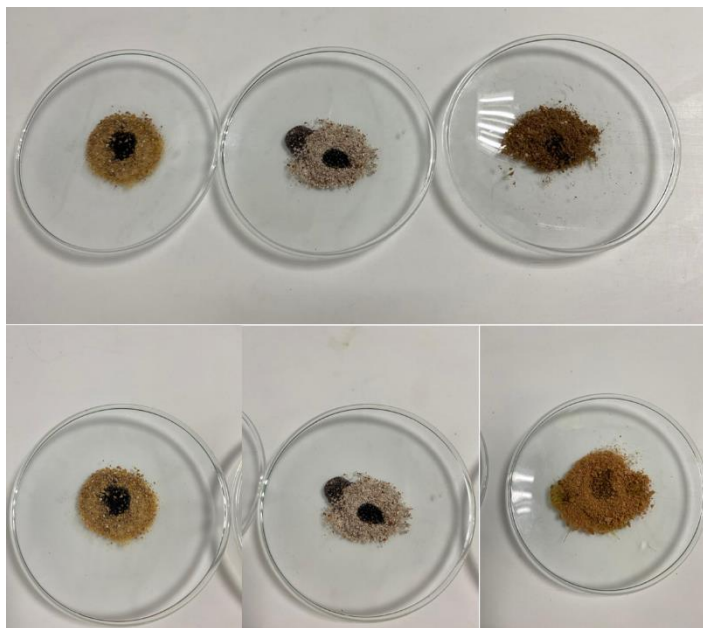
5. Pruebas de Laboratorio y Validación de Propiedades Fisicoquímicas

Esta etapa comprende la evaluación de las propiedades fundamentales de cada formulación a través de pruebas específicas. Las pruebas de absorción y retención de humedad siguieron la norma ASTM F726-06 para medir la capacidad de absorber líquidos simulados (orina). Se evaluó la aglomeración observando la formación y resistencia de los grumos.

Así mismo se realizaron pruebas de Lugol en las diferentes materias primas a utilizar para analizar su comportamiento final en la arena, donde se evidenció en la primera muestra (bore) un tono oscuro concentrado-medio en el color en el centro, lo cual indica una alta presencia de almidón. En cuanto a la segunda muestra (sorgo), se muestra una reacción más evidente, con zonas más oscuras en el centro. Lo que significa una mayor concentración de almidón en comparación con la primera muestra. Por último, en la tercera muestra (fibra de coco), observa un cambio leve en el color, lo que se puede decir que esta cuenta con más bajas concentraciones de almidón, pero que no terminan de ser nulas.

Figura 9.

Pruebas de Lugol en las Diferentes Formulaciones de la Arena.



Nota. Muestra de materias primas, en el orden 1. Bore, 2. Sorgo y 3. Fibra de Coco.

La emisión de polvo se midió de igual forma y se comparó con arenas comerciales de bentonita. Para el control de olores, se utilizó el extracto directamente de la salvia morada, evaluando la intensidad del olor en estado seco y húmedo; así como se le hizo una medición de pH equivalente a 5, cumpliendo con las normativas ASTM. Con base en los resultados, se optimizó la fórmula ajustando las proporciones de fibra de coco, el sorgo y el bore para mejorar la aglomeración, aumentando el aceite de semilla de uva para reducir el polvo y modificando la esencia de salvia morada para garantizar un control de olores efectivo y seguro para los felinos.

6. Validación y Evaluación del Prototipo

Una vez obtenida la formulación final, se realizan pruebas piloto en entornos domésticos donde se evaluó la aceptación del prototipo por parte de los gatos. Se analizó el confort del gato y la facilidad de la limpieza para los dueños. Se recopiló información de los propietarios sobre el comportamiento del gato al utilizar la arena, la duración de la efectividad del control de olores y la generación de polvo y de los posibles residuos.

7. Optimización de la Fórmula y Desarrollo del Prototipo Final

Con base en los resultados obtenidos en las pruebas de campo, se realizaron ajustes finales en la formulación del prototipo para maximizar su rendimiento y aceptación en el mercado. Se documentó el proceso metodológico nuevamente con los cambios, dando resultados de pruebas de laboratorio, análisis de datos y conclusiones obtenidas. Para obtener así el producto final de la arena “EcoMeow”. Por ende, con los resultados de las pruebas en laboratorio y las pruebas de campo que se analizaron comparativamente con los objetivos planteados. Se evaluó la efectividad en términos de aglomeración, reducción de polvo, control de olores y biodegradabilidad. Los datos obtenidos permitieron establecer conclusiones sólidas y recomendaciones para futuras investigaciones o mejoras de la arena.

Alternativa de Solución

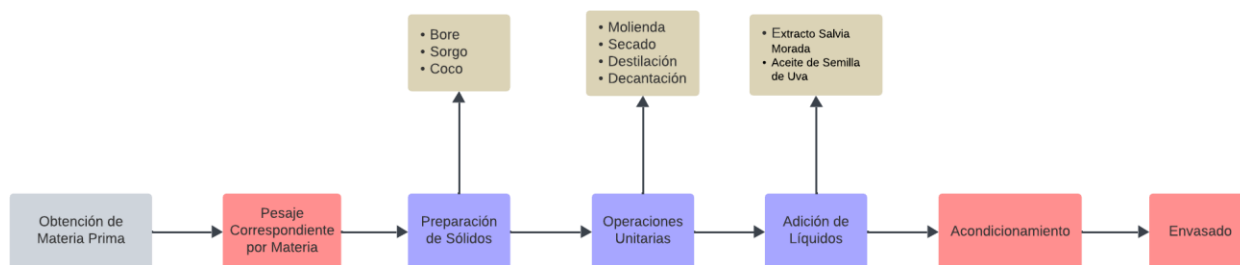
El proceso para desarrollar la arena ecológica para gatos “EcoMeow” es una alternativa sostenible que busca reducir el impacto ambiental y garantizar la seguridad de los usuarios (gatos y dueños). Este proceso integra materias primas naturales y biodegradables, como fibra de coco, sorgo y bore, combinadas con ingredientes líquidos naturales como extracto de salvia morada y aceite de semilla de uva.

Las operaciones unitarias, como la molienda, secado, destilación y decantación, aseguran que las propiedades funcionales de los materiales se optimicen para lograr un producto que absorba

líquidos, controle olores, sea de fácil manejo y contribuye a un entorno limpio y seguro. Además, el empaquetado final cumple con normativas de biodegradabilidad, promoviendo la sostenibilidad en toda la cadena de producción. Este enfoque integra tecnología y respeto ambiental, ofreciendo una solución innovadora en el mercado de productos para mascotas.

Figura 10.

Diagrama de Bloques del Proceso.



Nota. Elaboración propia (2024)

Análisis de Costos

Al revisar la información a detalle, se realiza el análisis de costos asociados en el proceso a producción real y escalada. Esto se realiza con el fin de comprender la evaluación económica del prototipo y su viabilidad.

Cabe recalcar que se presentará la información real del proceso, como también se hará una comparativa a una proyección industrial, de los gastos y beneficios que ciertas actividades mejorarán la viabilidad económica del proyecto.

Figura 11.

Costos Directos.

| COSTOS DIRECTOS | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-------------|---------------------|-----------------------|
| COMPUESTO | COSTO | ML | DENSIDAD(g/ml) | MASA (g) | UNIDAD | FÓRMULA | COSTO FINAL | PORCENTAJE DE FÓRMULA |
| Aceite de semilla de uva | \$ 27.700,00 | 250 | 0,915 | 228,75 | \$ 121,09 | 3 | \$ 22,00 | 0,08% |
| Bore | \$ 20.500,00 | 2750 | - | 2750 | \$ 7,45 | 800 | \$ 5.963,64 | 20,00% |
| Cáscara de coco | \$ 3.000,00 | 1300 | - | 1300 | \$ 2,00 | 450 | \$ 92,00 | 11,25% |
| Sorgo | \$ 11.000,00 | 3500 | - | 3500 | \$ 3,14 | 2745,8 | \$ 8.629,66 | 68,65% |
| Salvia morada | \$ 3.000,00 | 100 | - | 100 | \$ 30,00 | 1,2 | \$ 9,00 | 0,03% |
| Etanol | \$ 51.429,00 | 3785,41 | 0,789 | 2986,7 | \$ 17,22 | - | \$ 17,22 | - |
| Total | \$ 116.629,00 | 11685,41 | 1,704 | 10865,4 | \$ 180,91 | 4000 | \$ 14.733,51 | 100% |

Nota. Elaboración propia (2024)

Se mencionan las materias primas, entre ellas el alcohol, ya que, en las pruebas se realizó la extracción de la salvia con destilación y el líquido transporte fue el etanol. Se evidencia que el costo final de la inversión es de \$14.733,51 por un producto de 4Kg.

Figura 12.

Costos Directos a Proyección Industrial.

| COSTOS DIRECTOS - Proyección industrial | | | | | | | | |
|---|---------------------|-------------|----------------|---------------|------------------|-------------|--------------------|-----------------------|
| COMPUESTO | COSTO | ML | DENSIDAD(g/ml) | MASA (g) | UNIDAD | FÓRMULA | COSTO FINAL | PORCENTAJE DE FÓRMULA |
| Aceite de semilla de uva | \$ 58.339,00 | 1000 | 0,915 | 915 | \$ 63,76 | 3 | \$ 22,00 | 0,08% |
| Bore | - | - | - | - | - | 800 | - | 20,00% |
| Cáscara de coco | - | - | - | - | - | 450 | - | 11,25% |
| Sorgo | \$ 11.000,00 | 3500 | - | 3500 | \$ 3,14 | 2745,8 | \$ 8.629,66 | 68,65% |
| Salvia morada | \$ 11.000,00 | 30 | - | 30 | \$ 366,67 | 1,2 | \$ 9,00 | 0,03% |
| Total | \$ 80.339,00 | 4530 | 0,915 | 4445,0 | \$ 433,57 | 4000 | \$ 8.660,66 | 100% |

Nota. Elaboración propia (2024)

La obtención de la materia prima se deja en ceros, ya que, lo más rentable sería la siembra del bore y la obtención de la cáscara de coco como gestión de residuo, ya que se puede realizar algún vínculo con empresas que generen este deshecho orgánico y esto se puede recibir de manera gratuita (como está planteado) o a muy bajo precio.

Figura 13.

Costos Indirectos.

| GASTOS INDIRECTOS | | |
|----------------------------------|---|------------------------|
| SERVICIO | DESCRIPCIÓN | VALOR ESTIMADO |
| Asesoría legal | Honorarios para abogados y consultorías administrativas | \$ 1.102.000,00 |
| Seguros Empresariales | Póliza de seguro contra riesgos diversos | \$ 550.980,00 |
| Impuestos y Contribuciones | Pago de impuestos, contribuciones locales y nacionales | \$ 550.000,00 |
| Reparación de equipos | Reparación periódica de equipos mecánicos o eléctricos | \$ 500.000,00 |
| Mantenimiento de infraestructura | Mantenimiento regular del espacio de trabajo | \$ 381.192,00 |
| Manejo de desechos sólidos | Costo por recolección y disposición de residuos | \$ 220.298,00 |
| Reserva para emergencias | Fondo para cubrir emergencias empresariales | \$ 240.596,00 |
| Reserva para gastos no planeados | Fondo para cubrir gastos imprevistos | \$ 200.000,00 |
| | TOTAL | \$ 3.745.066,00 |

Nota. Elaboración propia (2024)

A escala de un proceso más robusto, se estiman gastos generales administrativos, asesoría legal, mantenimiento y gastos preventivos que son necesarios en una empresa con personal capacitado y maquinaria específica. Sin embargo, son únicamente estimados.

Figura 14.

Costos Fijos.

| COSTOS FIJOS | | | | |
|--------------------------|------------------|---------------------|--------------------|----------------------|
| DESCRIPCIÓN | UNIDAD DE MEDIDA | COSTO UNITARIO | CANTIDAD UTILIZADA | COSTO TOTAL |
| Energía Eléctrica | Kwh | \$ 1.073,00 | 1 | \$ 1.073,00 |
| Agua | m3 | \$ 3.205,00 | 0,2 | \$ 641,00 |
| Transporte | Viaje | \$ 3.000,00 | 4 | \$ 12.000,00 |
| Mano De Obra | Hora | \$ 11.538,00 | 4,1 | \$ 47.305,80 |
| Elementosde Bioseguridad | Día | \$ 2.000,00 | 1 | \$ 2.000,00 |
| Equipos | Día | \$ 35.000,00 | 2 | \$ 70.000,00 |
| TOTAL | - | \$ 55.816,00 | - | \$ 133.019,80 |

Nota. Elaboración propia (2024)

Se mencionan gastos que no varían con la producción del prototipo, involucrando mano de obra, EPP's y gastos del sitio que se utilizó para el desarrollo metodológico. De igual manera, se aclara que son gastos estimados.

Figura 15.

Costos Directos a Proyección Industrial Comparación (Producto-Mercado).

| | PRODUCTO | | MERCADO | |
|------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|
| | PROTOTIPO | PROYECCIÓN | ARENA DE MAÍZ | ARENA AGLOMERANTE |
| Costo total | \$ 14.733,51 | \$ 8.660,66 | - | - |
| Porcentaje de ganancia | 40% | 80% | - | - |
| Precio de venta | \$ 20.626,92 | \$ 15.589,18 | \$ 25.000,00 | \$ 20.000,00 |
| CVu | 14734 | 8661 | | |
| CMu | \$ 5.893,41 | \$ 6.928,53 | | |
| PEu | 23 | 9 | | |

Nota. Elaboración propia (2024)

Se analiza el costo total, porcentaje de ganancia y con esto el precio de venta; en esta gráfica está el resumen y la esencia de la comparación entre el prototipo que realizamos y la proyección mencionada al inicio del análisis de costos.

Se observa en el análisis, que se duplica el porcentaje de ganancia en la proyección y sin embargo, sigue siendo un precio de venta mucho más económico que el prototipo, arena biodegradable y arena convencional de bentonita, las cuales son los principales agentes de comparación en el mercado y principal competencia.

Luego se calculó el CVu (Costo Variable por Unidad), CMu (Contribución Marginal por Unidad) y el PEu (Punto de Equilibrio por Unidad), concluyendo de igual manera, la viabilidad de la proyección industrial del proyecto.

Figura 16.

Evaluación de Inversión Inicial.

| EVALUACIÓN DE INVERSIÓN INICIAL | | | | | | | | | |
|---------------------------------|-----|-----------------|-----------------|----------------|--------------------|-----|-----------------|---------------|---------------|
| PROTOTIPO | | | | | PROYECCIÓN | | | | |
| DESCRIPCIÓN | Und | ENTRADAS | SALIDAS | GANANCIA | DESCRIPCIÓN | Und | ENTRADAS | SALIDAS | GANANCIA |
| Producción (4Kg) | 1 | \$ 20.626,92 | \$ 147.753,31 | -\$ 127.126,39 | Producción (4Kg) | 1 | \$ 15.589,18 | \$ 71.680,46 | -\$ 56.091,27 |
| Producción (20kg) | 5 | \$ 103.134,59 | \$ 206.687,36 | -\$ 103.552,77 | Producción (20kg) | 5 | \$ 77.945,91 | \$ 43.303,29 | \$ 34.642,63 |
| Producción (100kg) | 25 | \$ 515.672,95 | \$ 501.357,62 | \$ 14.315,33 | Producción (100kg) | 25 | \$ 389.729,57 | \$ 349.536,23 | \$ 40.193,34 |
| Producción (400kg) | 100 | \$ 2.062.691,81 | \$ 1.606.371,09 | \$ 456.320,72 | Producción (400kg) | 100 | \$ 1.558.918,29 | \$ 999.085,51 | \$ 559.832,77 |

Nota. Elaboración propia (2024)

Se evalúa un poco más de cerca el punto de equilibrio, encontrando el punto donde, el proyecto empezará a generar ganancias. Se analiza en unidades vendidas como exponencial de las inversiones con las salidas.

Está explícitamente notable la mejoría entre la proyección y el prototipo, evidenciando que, dentro de las unidades mencionadas, el prototipo comienza a generar una pequeña ganancia desde las 25 unidades vendidas, mientras que, la proyección del mismo prototipo ya tiene hasta el doble de ganancia desde las 5 unidades vendidas.

Análisis de Sostenibilidad

La elección de desarrollar la arena para gato “EcoMeow” se fundamenta en la necesidad de cubrir problemas generados por las arenas convencionales, las cuales, tienen grandes consecuencias a largo y corto plazo, además de, encontrar soluciones sostenibles en el mercado de

productos para mascotas, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) del Pacto Global. Esta justificación aborda el enfoque sostenible, los impactos ambientales, sociales y económicos, como también las restricciones legales y de salud pública asociadas.

Enfoque de sostenibilidad

La materia prima utilizada en la producción del prototipo, son completamente biodegradables, por ende, esto no solo contribuye a la reducción de residuos en vertederos, sino que también, promueve la economía circular, donde los productos se diseñan para ser descompuesto sin dejar residuos tóxicos, en línea con el ODS 12 “*Producción y Consumo Responsables*”).

Al optar por ingredientes vegetales, se minimiza la huella de carbono asociada a la extracción y procesamiento de materiales sintéticos y/o provenientes de minería como la bentonita (el principal componente de la arena convencional). Además, el uso de materias primas locales puede fomentar el desarrollo económico regional y la sostenibilidad agrícola, contribuyendo a los ODS 8 “*Trabajo Decente y Crecimiento Económico*” y 15 “*Vida de Ecosistemas Terrestres*”.

Restricciones legales y de Salud Pública

Aunque no existe una normativa específica para arenas para gatos en Colombia, “EcoMeow” se diseñará para cumplir con las normas ASTM internacionales, asegurando la seguridad y calidad del producto. Este cumplimiento es esencial para su aceptación nacional y global, lo que abre oportunidades comerciales.

El proceso de producción contemplaría medidas de seguridad ocupacional para prevenir problemas de salud respiratoria asociados a la generación de polvo. Esto incluye el uso de equipos de protección personal y sistemas de extracción de aire, alineándose con las regulaciones de salud pública y seguridad laboral.

Restricciones Económicas y Sociales

La selección de materiales sostenibles como el sorgo y la fibra de coco no incrementa significativamente los costos de producción, lo que permite mantener precios competitivos. Esta estrategia es crucial en un mercado donde los consumidores buscan alternativas ecológicas sin

comprometer su presupuesto, además, teniendo en cuenta las facilidades de siembra y/o adquisición de la misma materia prima.

La creciente demanda de productos ecológicos refleja un cambio en las expectativas del consumidor hacia la sostenibilidad. "EcoMeow" no solo busca satisfacer las necesidades funcionales de los dueños de mascotas, sino también alinearse con los valores éticos y ambientales de los consumidores, facilitando su aceptación en el mercado.

Discusión de Resultados

Se realizaron pruebas de Lugol para evaluar la presencia y concentración de almidón en la materia prima y en el prototipo final, ya que, es un componente clave para la formación de aglomerados y el control de líquidos. Se puede decir que el resultado del bore confirma que es un buen aglomerante, aunque su baja proporción en la fórmula final (20%) está justificada por su densidad y la necesidad de complementar sus propiedades con otros materiales, ya que este no rinde tanto y no sería viable para la finalidad del prototipo.

El Sorgo presentó la reacción más evidente con zonas oscuras bien marcadas, indicando que contiene la mayor concentración de almidón entre las tres materias primas. Este resultado respalda su uso como el componente principal en la formulación final (68,65%), dado que su alto contenido de almidón mejora significativamente la formación de aglomerados sólidos, facilitando la limpieza de la arena. Además, su estructura suelta permite una óptima absorción de líquidos, garantizando un rendimiento superior en comparación con los otros materiales evaluados. Así mismo con la fibra de coco la cual mostró una reacción menos intensa, lo que sugiere concentraciones más bajas de almidón. Sin embargo, su incorporación al 11,25% en la fórmula final se justifica por su capacidad de absorción y su naturaleza fibrosa, que contribuye a mejorar la textura y la manejabilidad de la arena. Esta combinación también ayuda a mantener la biodegradabilidad del producto y refuerza su enfoque sostenible.

Finalmente, la formulación final compuesta por un 68,65% de sorgo, 11,25% de fibra de coco y 20% de bore, complementada con un 0,08% de aceite de semilla de uva y un 0,03% de extracto de salvia morada, representan un balance óptimo entre funcionalidad y sostenibilidad. La alta proporción de sorgo asegura una capacidad superior de aglomeración y absorción, mientras

que los componentes secundarios añaden propiedades esenciales como el control de olores y la reducción de polvo, haciendo de esta combinación la opción más efectiva y adecuada para satisfacer las necesidades del producto. Así mismo esta fórmula fue más efectiva ya que en el control de olores, la formación de aglomerados sólidos y la reducción del polvo levantado durante el uso, superando a las propuestas iniciales. Las cuales, en cambio, al contener una mayor proporción de bore, presentaron un olor peculiar que no resultó agradable ni adecuado para este tipo de producto. Aunque la fórmula final mostró resultados superiores, se detectó como área de mejora una adherencia mínima de la arena a las patas del gato, lo cual podría ser optimizado en futuros ajustes del diseño.

Plan de Implementación

Fase de Investigación y Validación del Producto

En esta fase se asegura que el producto cumpla con las expectativas de los consumidores para que esté listo a la hora de su comercialización, en este caso haciendo pruebas piloto donde se distribuyen lotes iniciales a un grupo reducido de usuarios para recopilar retroalimentación sobre el rendimiento (control de olores, aglomeración, levantamiento de polvo, y manejo). Posterior una optimización del producto al incorporar ajustes basados en los comentarios de los usuarios, como mejorar la adherencia de la arena a las patas de los gatos. Luego realizar un análisis de competencias donde se estudie productos similares en el mercado para identificar las ventajas competitivas y las posibilidades en las áreas de mejora. Así mismo, una certificación ambiental donde se obtengan sellos que validen la biodegradabilidad y sostenibilidad del producto (por ejemplo, certificados ASTM o equivalentes).

Fase de Producción y Logística

En esta fase se garantiza la disponibilidad del producto con una cadena de suministro eficiente, donde se lleva a cabo el escalamiento del producto ajustando los procesos de fabricación para producir a gran escala, asegurando la calidad y los costos competitivos. Continuando con la selección de proveedores directos de las materias primas, priorizando aquellos con prácticas sostenibles, luego diseñando y produciendo un empaque que refuerce la propuesta de valor

sostenible de la arena, para por último organizar una red logística donde se da una alianza con transportistas y distribuidores para asegurar la entrega eficiente a puntos de venta y minoristas.

Fase de Marketing y Comercialización

Es ideal crear conciencia y atraer consumidores a través de estrategias de marketing efectivas por eso, se debería de segmentar al mercado identificando los nichos claves, como serían los propietarios de gatos interesados en productos sostenibles y de alta calidad, para luego crear estrategias digitales implementando campañas en redes sociales, utilizando plataformas como Instagram, TikTok y Facebook para mostrar los beneficios del producto a través de videos explicativos, testimonios y promociones. Así mismo como las activaciones en puntos de ventas, donde se pueden hacer demostraciones en tiendas con las macotas, permitiendo a los consumidores probar el producto. Esto también para hacer acuerdos con veterinarias o refugios recomendando “EcoMeow”.

Fase de Distribución y Expiación

En esta última fase se posiciona el producto en el mercado para expandir su alcance, con la distracción multicanal como las ventas a través de tiendas físicas (supermercados y tiendas especializadas) y plataformas digitales (Amazon, Mercado Libre, tiendas propias). Haciendo alianzas respectivas con minoristas para incorporar el producto en cadenas reconocidas de tiendas de mascotas y supermercados. Y, por último, tener una visión de expansión internacional una vez consolidado en el mercado local, explorar oportunidades de exportación a mercados internacionales interesados en productos ecológicos.

Conclusiones

Se logró desarrollar un prototipo de arena ecológica que minimiza el polvo, que al mismo tiempo controla olores y promueve la salud respiratoria de los gatos. Este producto, basado en materiales vegetales como el sorgo, la fibra de coco y el bore, optimiza la biodegradabilidad, contribuyendo al cuidado del medio ambiente y superando varias limitaciones de las arenas tradicionales, como la emisión de polvo y el bajo control de olores. El prototipo final es funcional, sostenible y bien aceptado por usuarios y mascotas en pruebas piloto.

Así mismo, al comparar la arena de bentonita y otras alternativas ecológicas, se identificaron deficiencias significativas en términos de control de olores y generación de polvo en las opciones convencionales. Este análisis orientó el diseño del prototipo para superar estas deficiencias, logrando un mejor rendimiento ambiental y funcional frente a las arenas disponibles en el mercado.

Se seleccionaron los materiales más adecuados para la formulación de la arena, destacando el alto contenido de almidón del sorgo como clave para la aglomeración eficiente, la fibra de coco por su capacidad de ayudar a controlar los olores, y el bore por su complementariedad. Esta combinación demostró ser efectiva para cumplir con las expectativas de funcionalidad, sostenibilidad y confort para los gatos y sus dueños.

Se formuló una mezcla que integra sorgo, fibra de coco, bore, aceite de semilla de uva y esencia de salvia morada, maximizando la reducción de olores y minimizando la emisión de polvo. Esto se pudo evidenciar en la validación en laboratorio confirmó propiedades óptimas de aglomeración, control de olores y reducción de polvo, con una mejora significativa respecto a las formulaciones iniciales.

Finalmente, el prototipo seleccionado fue evaluado en condiciones reales de uso, mostrando buena aceptación por parte de los gatos y facilidad de limpieza para los dueños. Sin embargo, aunque el producto demostró una alta funcionalidad, se identificó como área de mejora la adherencia mínima a las patas de los gatos, lo que será optimizado en futuras iteraciones del diseño.

Referencias

- A, Orús. (2023). *Porcentaje de hogares que tenían un gato o más como mascota en Europa en 2022*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/572621/hogares-con-un-gato-como-mascota-por-pais/>
- Arévalo, P., & Barboza, M. (2020). *Uso del bagazo de caña de azúcar y bagazo modificado como adsorbente de aceites lubricantes a diferentes PHs*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10192>
- ASTM International. (2012). *ASTM F726-06: Standard Test Method for Sorbent Performance of Adsorbents*. <https://www.astm.org/f0726-06.html>
- ASTM International. (2021). *ASTM D6400-12: Standard Specification for Labeling of Plastics Designed to be Aerobically Composted in Municipal or Industrial Facilities*. <https://www.astm.org/workitem-wk82212>
- ASTM International. (2021). *ASTM D7263-21: Métodos de prueba estándar para la determinación en laboratorio de la densidad y el peso unitario de muestras de suelo*. <https://www.astm.org/d7263-21.html>
- ASTM International. (2024). *ASTM E544-24: Práctica estándar para hacer referencia a la intensidad del olor por encima del umbral*. <https://www.astm.org/e0544-24.html>
- Basto, G. (1995a). *El Bore. Características Botánicas, sistemas de cultivo y valor alimenticio en la producción porcina*. CORPOICA. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2080/38159_19912.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Basto Gómez, G. (1995). *Caracterización taxonómica y morfológica del Bore*. Agrosavia.co. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/2080/38159_19912.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Buechel, T. (2019). *Fibra de coco: un componente de los medios de cultivo*. Premier Tech. <https://www.pthorticulture.com/es-us/centro-de-formacion/fibra-de-coco-un-componente-de-los-medios-de-cultivo#:~:text=La%20fibra%20de%20coco%20ofrece,para%20la%20turba%20de%20esfagno>
- Domanski, C., Giorda, L. M., & Feresin, O. (1997). *Composición y calidad del grano de sorgo*. EEA INTA Manfredi, Cuaderno de Actualización N° 7, 47-50. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/42-calidad_y_composicion_del_grano_de_sorgo.pdf

González Vázquez, J. F. (2009). *Interés farmacéutico de la Salvia officinalis y de la Euphrasia officinalis*. Universidad de Salamanca. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3760677.pdf>

Harlette Raquel, H. (2019). *Exportación de arena de gato vegetal al mercado de Francia*. Repositorio Institucional Universidad de Lima. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10270>

ICA. (2018). *Arenas sanitarias para gatos ya no necesitan registro ante el ICA*. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/noticias/arenas-sanitarias-gatos-no-necesitan-registro-ica>

INSST. (2018). *Icsc 0384 - bentonita*. International Labour Organization (ILO). https://chemicalsafety.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0384&p_version=2

Jenna, P. S. O., & Alvin, P. M. (s/f). *Leading pet industry association*. Americanpetproducts.org. Recuperado el 21 de septiembre de 2024, de <https://americanpetproducts.org/>

Julie E. Trzil. (2020). *Feline Asthma: Diagnostic and Treatment Update, Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 50. (2), 375-39. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.10.002>

Kumar, V. (2023, marzo 27). *Archivos de tendencias de arena para gatos*. Market Research Reporting & Analysis Agency in India; UnivDatos Market Insights. <https://univdatos.com/es/etiqueta/tendencia-de-arena-para-gatos/>

La Agenda 2030 en Colombia - Objetivos de Desarrollo Sostenible. (s/f). La Agenda 2030 en Colombia - Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://ods.dnp.gov.co/>

La salvia morada - Salvia leucantha - Lamiaceae - MundoForestal. (2024, junio 4). *Mundo Forestal**. <https://www.elmundoforestal.com/portfolio/salvia-morada/>

Lucía F. Vargas. (2022). *¿Cuánto cuesta una consulta veterinaria en Colombia?* Wamiz. <https://wamiz.es/perro/consejos/164842/cuanto-cuesta-una-consulta-veterinaria-en-colombia>

M. del Río Calle. (2018). *Biofelin: Aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar con el fin de generar nuevos usos*. ITM. <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/5666>

- M. Shahbandeh. (2024). *Number of pet owning households in the United States in 2023, by species (in millions)*. Statista. <https://www.statista.com/statistics/198095/pets-in-the-united-states-by-type-in-2008/>
- Mora-Parra, F. E. (2015). *Caracterización del Bore (Alocasia macrorrhiza) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal*. Revista de Investigaciones Agroempresariales. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/riag/article/download/313/335/645>
- Moreno H. (2002). *Caracterización del recurso alimenticio. El Bore (Alocasia macrorrhiza)*. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bogotá. Recuperado de Mora-Parra: Caracterización del bore (Alocasia macrorrhiza) y su utilización como fuente alternativa para la alimentación animal <http://www.buenastareas.com/ensayos/Caracterizacion-De-Bore-Como-Recurso-Alimenticio/844054.html>
- Musk, A. W., Greville, H. W., & Tribe, A. E. (1980). *Pulmonary disease from occupational exposure to an artificial aluminium silicate used for cat litter*. Occupational and Environmental Medicine, 37(4), 367–372. <https://doi.org/10.1136/oem.37.4.367>
- Obando D. et al. (2012). *El Bore Como Alternativa de Alimentación en la Producción de Cerdo*. Facultad de ciencias agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. <http://www.buenastareas.com/ensayos/El-Bore-Una-Alternativa-De-Alimentacion/4615417.html>
- ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible. (2021, septiembre 22). Pacto Mundial. <https://www.pactomundial.org/que-puedes-hacer-tu/ods/>
- Rincón, J., Rincón, P., Torres, E., Mondragón, A., Sánchez, M., Arana, A., Ortiz, A., & Jiménez, E. (2016). *Caracterización físicoquímica y funcional de la fibra de mesocarpio de coco (Cocos nucifera L.)*. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/3/49.pdf>
- Rolf C. Hagen Inc. (2021). *Arena Aglomerante de Madera para Gatos Catit Go Natural*. <https://www.catit.com/es/productos/arena-para-gatos/arena-aglomerante-de-madera-para-gatos-go-natural/>
- Roldán, R. R. & EspeciesPRO. (2017, 8 noviembre). *Lo que debes saber sobre arena para gatos*. especiesPRO | Publicación Para Comercios de Animales de Compañía. <https://especiespro.es/articulos/arena-para-gatos/>
- Siigo. (2024). Salario mínimo legal vigente para el 2024: así quedó el sueldo. Siigo.com. <https://www.siigo.com/blog/salario-minimo-vigente/>

Veldkamp, E. (2009). *The Emergence of “Pets as Family” and the Socio-Historical Development of Pet Funerals in Japan*. Vol 22, No 4, Pages 333-346. Tarlor & Francis Online. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2752/089279309X12538695316103>

Zazo, M. (2020, octubre 5). *Plantas no tóxicas para gatos*. Tiendanimal. https://www.tiendanimal.es/articulos/plantas-no-toxicas-para-gatos/?srsltid=AfmBOoo8HORp5ghXz9k5m5ES_up9dtm85CIA--jwIWIv32me5DJcZ6Gg