

Información Importante

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea del CRAI-Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la CRAI-Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan **finalidad académica**, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-Biblioteca
Universidad Santo Tomás, Bucaramanga**

Aprovechamiento de los residuos orgánicos de las cafeterías en alimento para animales

Alejandra Núñez Quiñones

Trabajo de grado para optar por el título de Químico Ambiental

Director: Ciro Eduardo Rozo Correa

Químico, M. Sc

Codirector: Isabel Cristina Ocasiones

Ingeniera Química, M. Sc.

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Facultad de Química Ambiental

2018

Dedicatoria

La realización de este trabajo está dedicada a mis padres, quienes son pilar fundamental en mi vida, gracias a ellos esta meta se pudo llevar a cabo. Su compañía y apoyo constante me lleno siempre de fortaleza para cumplir mis objetivos.

A mis hermanos, por ellos me esfuerzo cada día, para darles un buen ejemplo y que vean que el estudio es la mejor herencia que nos dejan nuestros padres.

A mis abuelos maternos, pues me apoyaron durante toda mi carrera, tanto económica como moralmente.

Agradecimientos

A Dios, pues en el he dispuesto toda mi fe. Agradezco a mis padres por el apoyo que me brindaron a lo largo de la carrera, por sus valores y por su esfuerzo para darme todo lo necesario. Doy gracias especiales a mi director MSc Ciro Eduardo Rozo, por su tiempo, dedicación y paciencia, pues me apoyo durante todo el proceso, es a quien le debo parte de mi conocimiento. A mis tíos, por darme fuerza apoyo y por creer en mí.

Tabla de contenido

	Pág.
Resumen	11
1. Planteamiento del problema	14
2. Justificación	15
3. Objetivos	17
3.1 Objetivo general	17
3.2 Objetivos específicos	17
4. Marco referencial	17
4.1 Marco teórico	17
4.1.1 Residuo Solido (RS).	17
4.1.2 Clasificación de los RSO.	19
4.1.3 Política nacional para la gestión de residuos sólidos.	20
4.1.4 Manejo integral de residuos	21
4.1.5 Perfil de nutrientes de alimento para animales	22
4.1.6 Marco legal para alimento animal	24
4.2 Análisis estadístico	25
4.3 Marco de antecedentes	26
5. Metodología	30
5.1 Recolección de muestra	30
5.1.1 Deshidratación de la muestra	31
5.2 Análisis nutricional.	32
5.2.1 Determinación de ceniza cruda	32
5.2.2 Determinación del contenido de grasa.	32
5.2.3 Determinación del contenido de proteína	33
5.2.4 Determinación del contenido de fósforo mediante un método espectrofotométrico	34
5.2.5 Determinación de calcio	35
5.2.6 Análisis de fibra	37
6. Resultados y discusión	37
6.1 Recolección de la muestra	37
6.2 Análisis de muestras	38
6.3 Deshidratación de las muestras.	39
6.4 Análisis nutricional	40
6.4.1 Determinación de ceniza cruda	41
6.4.2 Determinación de grasa	41
6.4.3 Determinación del contenido de proteína	42
6.4.4 Determinación del contenido de fosforo	43
6.4.5 Determinación del contenido de Calcio	45
6.4.6 Determinacion del contenido de fibra	47

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS ORGANICOS CAFETERIA-USTA	5
6.5 Implementación para uso en alimento de animales	48
7. Conclusiones	50
8. Apéndices	57

Lista de abreviaturas

RS	Residuos solidos
RSO	Residuo sólido orgánico
AMB	Área metropolitana de Bucaramanga
GIRS	Gestión integral de residuos solidos
NTC	Norma técnica colombiana
P	Fosforo
Ca	Calcio
N	Nitrógeno
UV-Vis	Ultravioleta Visible
USTA	Universidad Santo Tomas de Aquino
g	Gramos
ppm	Partes por millón
UV-vis	Ultravioleta- visible
AA	Absorción atómica
LD	Limite de detección
LC	Limite de cuantificación
nm	Nanómetros
GIRS	Gestión integral de residuos solidos
AAFCO	Asociación de Oficiales Controladores de Alimentos de Norteamérica

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación de residuos sólidos orgánicos.</i> (Icontec, 2006)	19
Tabla 2 <i>Perfiles nutricionales para gato adulto.</i> (Dueñas, 2018)	23
Tabla 3 <i>Perfil nutricional para perro adulto</i> (AAFCO, 2014)	23
Tabla 4 <i>Perfil nutricional para ganado lechero</i> (AAFCO, 2018)	24
Tabla 5. <i>Contenido nutricional en porcentaje para alimento de conejos</i>	24
Tabla 6. <i>Contenido nutricional producto del mercado.</i> (DOG CHOW)	25
Tabla 7. <i>Curva calibración fosforo</i>	35
Tabla 8 <i>Porcentaje de humedad en muestras</i>	39
Tabla 9 <i>Deshidratación muestra</i>	40
Tabla 10. <i>Determinación de Ceniza cruda en las diferentes muestras de alimento</i>	41
Tabla 11. <i>Contenido de grasa en muestras</i>	42
Tabla 12. <i>Determinación del contenido de proteína en las muestras</i>	43
Tabla 13. <i>Determinacion del contenido de fosforo en las muestras.</i>	44
Tabla 14. <i>Determinacion del contenido de calcio en las muestras</i>	47
Tabla 15. <i>Determinación del contenido de fibra en muestras</i>	48
Tabla 16 <i>Implementación para uso en alimento animal</i>	48

Lista de Figuras

<i>Figura 1. Metodología realizada.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 2 Deshidratador solar</i>	<i>31</i>
<i>Figura 3. Extracción soxhlet.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 4. Digestor DKL12</i>	<i>34</i>
<i>Figura 5. Equipo de emisión y absorción atómica</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6. Almacenamiento de muestra.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 7 Curva de calibración F</i>	<i>44</i>
<i>Figura 8. Repetitividad Calcio</i>	<i>45</i>
<i>Figura 9. Curva de trabajo Ca</i>	<i>46</i>

Glosario

Curva de Calibración: Representación gráfica de la señal de medida como una función de la cantidad de analito. (Daniel C. Harris, 2007)

Residuos sólidos: se define como residuo sólido a todas las materias generadas en actividades comunes del ser humano, que no alcanzan otro uso en la actividad en la que ha sido utilizada principalmente. (Garrido, 1998)(garrido, 1998)

Generador: persona natural o entre privada y pública que como resultado de sus actividades produzca residuos sólidos (fraume & Palomino, 2006)

Materias primas: se trata de aquellas sustancias naturales o artificiales, que son empleadas por algunas industrias para su uso directo o conversión en algún producto. (PRESIDENTE DE LA REPUBLICA DE COLOMBIA, 1997)

Valorización: se le denomina valorización a aquel proceso donde el objetivo principal es recuperar el valor o el poder calorífico de materiales que componen los residuos, por medio de la recuperación, el reciclado o regeneración.(Decreto 4741, 2005)

Disposición final: Se refiere a el proceso de aislar los residuos sólidos que no son aprovechable, en lugares seleccionados y diseñados para evitar la contaminación, o cualquier daño o riesgo a la salud humana y al medio ambiente. (Decreto 4741, 2005)

Contaminación Ambiental: introducción directa o indirecta de sustancias, materiales o formas de energía, que no forman parte o no están en las concentraciones normales y que producen un efecto perjudicial inmediato o futuro para los componentes del medio ambiente.(Decreto 1713, 2002)

Resumen

Debido a que los residuos sólidos (RS) producidos por la industria alimentaria actualmente tienen un manejo no adecuado, dado que un gran porcentaje de estos terminan en los vertederos; ocasionando así un impacto ambiental, se hace necesario, proponer alternativas como utilizar estos RS como materia prima para la producción de alimento animal. Los RS son un recurso que puede ser valioso si se sabe manejar, actualmente solo se recicla una parte mínima de lo que se podría recuperar, y así apuntar hacia la búsqueda de una gestión apropiada y una economía circular.

En la actualidad el área metropolitana de Bucaramanga cuenta con una problemática que cada vez se hace más emergente, el cierre del relleno sanitario El carrasco, donde actualmente van todos los residuos producidos en la universidad santo tomas, de allí la necesidad de evaluar la viabilidad nutricional de los residuos producidos en las cafeterías de la Universidad, analizando parámetros como el contenido de agua, cenizas, nivel de proteína, fibra, entre otras.

Este proyecto se centró en la oportunidad de dar un valor agregado a los residuos sólidos orgánicos por sus cualidades nutritivas, dando a conocer su transformación para la producción de un producto alimenticio.

Palabras Claves: Alimento animal, Valorización, Residuos.

Abstract

Because the solid waste (RS) produced by the food industry currently has an inadequate management, given that a large percentage of these end up in landfills; this causing an environmental impact, it is necessary to propose alternatives such as using these RS as a raw material for the production of animal feed. The RS are a resource that can be valuable if you know how to manage, currently only a minimum part of what could be recovered is recycled, and this point towards the search for proper management and a circular economy.

Currently the metropolitan area of Bucaramanga has a problem that is becoming increasingly emerging, the closure of the El Carrasco landfill, where currently all the waste produced in the university takes place, hence the need to assess the nutritional viability of waste produced in the cafeterias of the University, analyzing parameters such as water content, ash, protein level, fiber, among others.

This project focused on the opportunity to give added value to organic solid waste for its nutritional qualities, making known its transformation for the production of a food product.

Key words: Animal feed, Valorization, Residues.

Introducción

La acumulación de los residuos que genera la población, son causa de una problemática ambiental, dado que están siendo tratados como basura o desechos ignorando la adecuada gestión integral, el cual tiene como propósito la minimización, aprovechamiento tratamiento, la disposición final entre otras. (Rodríguez, 2002)

Los residuos orgánicos producidos en la cafetería principal de la Universidad Santo Tomás seccional Bucaramanga sede Floridablanca, actualmente están siendo desechados al relleno sanitario de Bucaramanga, el cual, cumplió su vida útil hace 15 años, aunque aún se prolonga su funcionamiento por declaratoria de emergencias sanitarias. Dado esto, resalta la necesidad de buscar nuevas alternativas para los residuos generados por la comunidad. Alternativas como dar un nuevo valor a los residuos que son considerados como “basura”. (Rcn Radio, 2018)

La universidad Santo Tomas sede Bucaramanga Cuenta con seis cafeterías, de las cuales cuatro prestan servicio de restaurante, y los residuos generados allí pueden ser materia prima para nuevos productos. En este trabajo se estudió el contenido nutricional de un producto alimenticio generado a partir de los residuos generados por la cafetería principal de la sede Floridablanca, sabiendo que esta genera 106, 0 kg/ sem de residuos con material orgánico; se analizó cada uno de los parámetros nutricionales. (Ibáñez & Navarro, 2016)

1. Planteamiento del problema

El aumento de la población a nivel mundial ha traído consigo problemáticas ambientales, entre estas los residuos orgánicos (RO) que se generan por millones de toneladas diarias a nivel mundial. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en Colombia hay 49.291.609 personas de acuerdo con las cifras reportadas al 30 de junio de 2017, las cuales generan diariamente grandes cantidades de residuos sólidos que no son procesados de manera apropiada, ya que la comunidad aún no tiene una conciencia y una responsabilidad ambiental.(DANE,)

Según el Ministerio de Ambiente, para 2011 Colombia ya estaba generando aproximadamente 9.488.204 de toneladas de residuos sólidos al año, entre los que se encuentran los RO, lo cual constituye una cantidad importante, cuya mala disposición a lo largo de la historia ha ocasionado y sigue ocasionando problemas ambientales, debido a que no tienen el mejor manejo y la mejor disposición final. (MINAMBIENTE, 2015)

En la actualidad, en los sitios de disposición final de los residuos producidos por Bucaramanga y su área metropolitana (AMB), se encargan de reciclar una mínima parte de todo lo que llega al lugar de disposición final. Este problema no es solamente ambiental, sino social, político y económico, por lo que requiere de atención y aporte económico para lograr una solución efectiva, dado que el buen manejo requiere de una buena infraestructura y un plan de manejo adecuado. Los residuos sólidos traen problemas ambientales como los malos olores, además causan problemas económicos, debido a que su recolección y transporte pueden llegar a ser muy costoso.

La Universidad Santo Tomás en el marco de ser una universidad verde y en el marco de la economía circular busca alternativas para el manejo de los residuos orgánicos de las cafeterías, ya que hay en total 6 cafeterías en la USTA, situándose en el campus de Floridablanca 4 de estas

cafeterías, una en la sede de Bucaramanga y una en el campus de Piedecuesta. Donde, la cafetería de Bucaramanga genera 199,6 Kg de residuos /semana y la cafetería principal del campus de Floridablanca genera 86,6 Kg de residuos /semana. Las demás cafeterías tienen un promedio de 113,2 Kg/semana. (Ibañez & Navarro, 2016) De tal forma que en el presente trabajo busco una alternativa para el aprovechamiento de los residuos orgánicos de las cafeterías como producto alimenticio para animales, buscando cerrar el ciclo de vida de estos RO, para evaluar su calidad se analizaron sus propiedades nutritivas para lo cual se montaron las técnicas analíticas en la USTA.

2. Justificación

Debido a que es necesario la búsqueda de una mejor calidad de vida, se pretende analizar nuevas alternativas que tengan un compromiso, tanto ambiental, como social y económico. Tratando de mitigar el deterioro ambiental con el análisis de los residuos sólidos como materia prima para la producción de nuevos productos, como en este caso el alimento animal.

Las Naciones Unidas ha declarado, según García en tan sólo en la Unión Europea se generan 2.000 millones de toneladas de desechos cada año, de la cuales el 14 % son residuos sólidos. Teniendo en cuenta que aún no es reciclado este porcentaje y que esto causa efectos negativos tanto al ambiente como a la salud humana, se ha creado una jerarquía en la gestión de estos residuos la cual siguen los países industrializados que consta de los siguientes niveles: (Esteban, García, Ramos, & Márquez, 2007)

- Prevención o minimización
- Recuperación
- Reciclaje

- Incineración
- Eliminación en vertederos controlados

Teniendo en cuenta esto, el aprovechamiento se hace una actividad útil dado que tiene como objetivo evitar la contaminación y además de esto dar un valor agregado a productos que actualmente se denotan como basura.

Cabe resaltar que en Colombia el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible es el encargado de regular el ordenamiento y deterioro ambiental, creado mediante el Decreto 1076 de 2015.(Ministerio de ambiente,).Y en cuanto a los residuos sólidos, en el Decreto 1713 de 2002 se establece que los residuos sólidos deben tener un manejo integral en donde los productos se reincorporen al ciclo y se busque la reintegración con beneficios económicos y una producción más eficiente. (Decreto 1713, 2002) La normativa hace evidente la necesidad de buscar estrategias que tengan como objetivo principal aprovechar los residuos que actualmente se llevan a los rellenos sanitarios de tal forma que se logre una economía circular. Todo en pro de disminuir la contaminación con medidas eficaces.

Teniendo en cuenta que la USTA genera aproximadamente 462 kg de materia orgánica por semana (Ibañez & Navarro, 2016) se generó una metodología para la producción de un producto para consumo animal, teniendo como base, que en Colombia, y a nivel mundial el concentrado para animales, es un producto altamente consumido. Dentro de las animales mascotas, se encuentran algunas aves, peces, perros, conejos y gatos. Los perros y gatos son quienes más consumen este producto. Según un estudio hecho por Fenalco a B&Optimos, empresa de estudio de mercados en Latinoamérica, de las 1.500 personas de la población colombiana que afirma tener mascotas, un mayor porcentaje tiene perros, siendo así, 10 millones de perros domésticos son

alimentados diariamente con concentrados y en un porcentaje menor, los gatos son los segundos animales domésticos alimentados con concentrados. (DINERO, 2015)

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Elaborar un producto alimenticio para animales a partir de los residuos orgánicos generados en la cafetería principal de la Universidad Santo Tomás.

3.2 Objetivos específicos

- Proponer una metodología para la preparación de alimento para animales a partir de residuos de las cafeterías de la Universidad Santo Tomás.
- Analizar el contenido nutricional del alimento animal

4. Marco referencial

4.1 Marco teórico

4.1.1 Residuo Solido (RS). Según lo planteado en el Decreto 4741 de 2005 se define Residuo sólido como un objeto, material, sustancia, o producto que tenga un estado ya sea sólido, líquido o gas y se encuentre en recipientes para su posterior descarte dado que no se puede volver a utilizar

en la actividad en la que ha sido utilizado inicialmente. Dado a que la legislación o la normatividad vigente así lo acuerda. (SIAC)

Y los residuos sólidos orgánicos (RSO) según el decreto 1713 de 2002 son un objeto, material, sustancia que es resultante del consumo o uso de diferentes actividades domésticas, industriales o comerciales, y que son abandonadas y que finalmente se puede aprovechar o transformación en un nuevo producto, en sí, darle un valor agregado a lo que se conoce como un residuo. Es importante resaltar que no todos los residuos sólidos son aprovechables, que estos se dividen en aprovechables y no aprovechables. (Decreto 1713, 2002)

El mismo decreto 1713 de 2002 define los residuos sólidos aprovechables como aquel material, objeto o sustancia que no tiene valor directo para aquel que lo genere, pero que es susceptible de incorporación a un proceso productivo. Y así buscar una economía circular. (Decreto 1713, 2002). Siendo la economía circular la búsqueda profunda para la reutilización de desechos, en un modelo cíclico, lo más parecido a la metodología que se lleva a cabo en la naturaleza. Este modelo busca una mejor economía y lo más importante una sustentabilidad ambiental, para así poder disminuir el impacto causado por el hombre al medio ambiente. (Lett, 2014)

Además de los conceptos anteriores, la Guía Técnica Colombiana- GTC 53-7 define los residuos sólidos orgánicos como aquellos “Materiales sólidos o semisólidos de origen animal, humano o vegetal que se abandonan, botan, desechan, descartan y rechazan, los cuales son susceptibles de biodegradación incluyendo aquellos considerados como subproductos orgánicos provenientes de los procesos industriales, toda vez que estos hacen parte del ciclo de vida de los residuos sólidos”. (Icontec, 2006)

4.1.2 Clasificación de los RSO. Según la naturaleza de los residuos y sus características estos se encuentran clasificados en:

(Gladys Jaramillo Henao & Liliana María Zapata Márquez, 2008)

- Residuos de alimentos: son aquellos restos de alimentos que provienen de gran variedad de fuentes, entre estas, restaurantes, cafeterías y comedores.
- Restos vegetales: se denominan residuos vegetales aquellos provenientes de podas de jardines, parques y zonas verdes, y, además, se consideran residuos vegetales aquellos residuos de cocina que no han sido sometidos a cocción, entre estos, legumbres y cascaras de frutas.
- Papel y cartón: son residuos con gran potencial de reciclaje.
- Plásticos: considerados como residuos de origen orgánico ya que se fabrican a partir de compuestos orgánicos como el etanol, y también de algunos derivados del petróleo. (Gladys Jaramillo Henao & Liliana María Zapata Márquez, 2008)

Según la norma técnica colombiana GTC 53-7 se describe la clasificación de los RSO de acuerdo a su origen, procedencia o generador.

Tabla 1. *Clasificación de residuos sólidos orgánicos.* (Icontec, 2006)

Tipo de generador	Tipo de residuos	Descripción
Naturales		Ramaje
		Residuos de leña
		Follaje
Agrícola	Actividades pecuarias	Estiércol
		Mortalidad natural
		Residuos generados en el manejo de animales.
Industrial	Agricultura	Residuos vegetales de cosechas
	Industrias procesadoras de alimentos.	Cárnicos
		Plumas y escamas
		Estiércol
		Productos deteriorados

			Desechos y excedentes de procesos
	Bebidas		Cascarilla
	alcohólicas		Afrecho
			Pulpa de papel
			Levaduras
	Lácteos		Grasas
			Desechos y excedentes de procesos
	Frutas y		Bagazo
	verduras		Cascara
			Residuos orgánicos excedentes de proceso
	Grasas		Grasas
	Cereales y		Afrecho
	granos		Almidones
			Bagazo
	Azúcar		Bagazo
Curtiembres			Procesos de pelambre: grasa, pelo y carnaza

Nota: clasificación de residuos orgánicos. Adaptado de GTC 53-7 Guía para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos no peligroso.

4.1.3 Política nacional para la gestión de residuos sólidos. La política nacional para la gestión de residuos sólidos busca tener un modelo lineal hacia la economía circular, buscando optimizar recursos para que los productos permanezcan más tiempo en el ciclo económico y se aproveche en una mayor proporción su materia prima y su potencial energético. Por esto, esta política se basa en cuatro ejes estratégicos, los cuales tienen como objetivo revenir la generación de residuos, minimizar aquellos van a los sitios de disposición final, promover la reutilización, y tener un mayor aprovechamiento y tratamiento de los residuos y poder evitar la generación de gases de efecto invernadero. (Informe nacional de aprovechamiento2016)

Las estrategias enfocadas a las actividades de aprovechamiento son: (*Informe nacional de aprovechamiento2016*)

- Desarrollar programas que ayuden a la minimización en el origen
- Estudiar y modificar los patrones de consumo y producción insostenibles
- Crear sistemas de comercialización de materiales aprovechables y promocionar lo existentes
- Fortalecer cadenas de reciclaje

4.1.4. Manejo integral de residuos. Mirando la situación desde el punto de vista ambiental, la generación creciente de residuos se debe a las estrategias de mercadeo que son utilizadas, los sistemas de producción insostenibles, la falta de conciencia ciudadana, la ausencia de un marco de apoyo a la introducción de tecnologías limpias. Por lo cual es importante buscar solución a la cantidad de residuos que está siendo generados y que van a los sitios de disposición final sin pasar antes por etapas de como las que estipula la GIRS, la cual se basa en: (Ministerio de ambiente, 1998)

- En primer lugar, de la jerarquía esta la reducción en el origen, pudiendo así evitar la cantidad y toxicidad de residuos y los impactos que estos puedan llegar a producir.
- Como segundo paso, el aprovechamiento, el cual implica la separación y recogida de materiales residuales en su lugar de origen. Donde estos residuos se podrían aprovechar en la producción de nuevos productos, como el compost, el biogás combustible o como se está planteando en este trabajo, como materia prima para producción de alimento para animal. Cabe resaltar que el aprovechamiento es un factor importante dado que ayuda a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, además disminuir el consumo de energía y reducir la contaminación ambiental.

- Luego del aprovechamiento se pasará a una transformación la cual implica una alteración física, química o biología de los residuos.
- Por último, la disposición final controlada de todo aquello que no queda después de estudiar las etapas anteriores.

4.1.5 Perfil de nutrientes de alimento para animales Según una reciente encuesta realizada por Fenalco (Federación Nacional de comerciantes) en el país existen alrededor de 2,700 establecimientos de comercio dedicados a la venta de producto para mascotas, dado que 6 de cada 10 familias en Colombia tienen una mascota, donde son considerados como parte de la familia, haciendo que sus dueños se preocupen por la calidad de vida que pueden llevar. (El Espectador, 2015) Por lo cual se preocupan por dar una buena comida a sus mascotas, datos que se ven representados en el valor total que representa el negocio de mascotas, el cual sería de 3,02 billones de pesos, donde solo en el segmento de comida son 2,99 billones. (El Tiempo, 2018)

Es claro que, a la hora de comprar el alimento para mascotas, la persona no tiene un concepto claro del balance ideal que requiere su animal; y aunque en el mercado existen muchas marcas y precios de alimentos que dicen ser completos para sus animales, la calidad nutricional para sus animales si puede variar de un alimento a otro.

Para hacer un control de los productos que salen al mercado de alimento para animales y estandarizar los productos de calidad, está la Asociación de Oficiales Controladores de Alimentos de Norteamérica, (AAFCO), este ente se encarga de proveer información sobre estudios realizados que tratan sobre la fisiología digestiva, el comportamiento alimenticio y los requerimientos nutricionales de los animales. La alimentación para animales debe tener un factor específico que

incluye la edad del animal, su estado fisiológico y su actividad, por lo cual las industrias alimenticias fundamentan sus fórmulas nutricionales en estos parámetros. (Dueñas, 2018)

En Colombia, el ICA (instituto Colombiano Agropecuario), es la institución encargada de supervisar la producción de alimentos para animales, aunque esta no tiene mucha información sobre los diferentes estándares de calidad que manejan las diferentes marcas del mercado. El ICA solo controla que el proceso de producción del alimento, las materias primas, el empaclado y rotulado cumplan con la reglamentación, mas no tiene como función vigilar la calidad y composición nutricional del pienso. (ICA,)

Dadas estas condiciones, se evaluará el producto según las tablas estandarizadas por la AAFCO.

Tabla 2 *Perfiles nutricionales para gato adulto.* (Dueñas, 2018)

Parámetro	Mínimo	Máximo
Proteína %	26	
Fibra %		5
Grasa %	9	22,5
Cenizas %		10
Calcio %	0,6	1,5
Fosforo %	0,5	1,25
Humedad %		10

Tabla 3 *Perfil nutricional para perro adulto* (AAFCO, 2014)

Parámetro	Mínimo	Máximo
Proteína %	18	22,5
Fibra %		4
Grasa %	5,5	8,5
Cenizas %		10
Calcio %	0,5	1,2
Fosforo %	0,4	1,00
Humedad %		10

Tabla 4 *Perfil nutricional para ganado lechero (AAFCO, 2018)*

Parámetro	Mínimo	Máximo
Proteína %	38	
Fibra %		4
Grasa %	4	
Cenizas %		
Calcio %	0,8	1,3
Fosforo %	0,65	
Humedad %		

4.1.6 Marco legal para alimento animal El alimento de consumo animal debe tener algunas características nutritivas que han sido decretadas. Estas características varían según la especie animal.

4.1.1.1 Marco legal para alimento de gatos y perros. Para los gatos la norma técnica colombiana 3686 y 3687 establece dentro de los requisitos específicos, para alimento seco un máximo de 12 % de humedad y para alimento para gato húmedo un 80% de humedad. (ICONTEC, 2014a; ICONTEC, 2014b)

4.1.1.2 Marco legal para alimento de conejos. Según la NTC 3697 el producto de alimento para animal no deberá contener fragmentos metálicos ni excrementos de roedores u otros. Y deberá contener una humedad máxima de 12.5 % (ICONTEC, 1995)

Tabla 5. *Contenido nutricional en porcentaje para alimento de conejos*

Parámetro	Mínimo	Máximo
Proteína %	17	
Fibra %	14	
Grasa %	1.5	

Cenizas %	10
Calcio %	1.1
Fosforo %	0.8

Cabe resaltar que para la estandarización de método se realizara el análisis de un alimento animal disponible en el mercado para perros, el cual contiene un contenido nutritivo representado en la siguiente tabla.

Tabla 6. *Contenido nutricional producto del mercado. (DOG CHOW)*

Parámetro	%
Proteína% min	21
Grasa % min	10
Fibra % max	4
Humedad % max	12
Calcio % min-max	1.2-1.8
Fosforo % min-max	0.8-1.4

4.2 Análisis estadístico

Es importante la estandarización de un método ya que los resultados analíticos deben ser suficientemente confiables para llegar a tomar una decisión basada en ellos, por esto, para que un resultado sea confiable debe tener un grado de confianza, por lo cual se utilizan parámetros estadísticos para así verificar los resultados obtenidos en los análisis analíticos. Teniendo en cuenta conceptos como:

Exactitud: señala la aproximación entre el valor que es obtenido experimentalmente y el valor que se encuentra en la literatura.

Precisión: da a conocer la medida del error aleatorio, es decir, el grado de unanimidad entre datos que han sido obtenidos de una misma manera. Esta medida da a conocer dos niveles importantes de valoración, que son: la repetitividad, la cual se da en las mismas condiciones del

método en un intervalo de tiempo definido. Y la otra es la reproducibilidad, la cual enuncia el grado de similitud que hay entre datos tomados por distintas analistas o laboratorio.

Coeficiente de variación: referida a la desviación estándar dividida por la media.

Varianza: es la medida de dispersión definida como el cuadrado de la desviación estándar.

Linealidad: definida como a capacidad del método de análisis, dentro de un intervalo determinado, de dar una respuesta que sea proporcional a la cantidad de analito que se quiere determinar en una muestra.

Validación: verificación de parámetros del método que se está utilizando para analizar el grado de confiabilidad de este.

Incertidumbre: es el parámetro asociado al resultado caracterizando la dispersión de los valores. Este es evaluado a partir de la distribución estadística de la cantidad de valores en una serie de mediciones las cuales pueden ser caracterizadas a partir de su desviación estándar.

Error aleatorio: se refiere al error inevitable que se da por sucesos imposibles de controlar durante un proceso de medición, dado a que sus fuentes son difíciles de identificar.

Sensibilidad: medida de la capacidad de diferencias las variaciones pequeñas que se pueden dar en la concentración del analito. Este depende de dos factores importantes, la pendiente de la curva de trabajo y la reproducibilidad del método.

4.3 Marco de antecedentes

A lo largo de la historia se han ido buscando alternativas para la reutilización de residuos sólidos como materia prima para nuevos productos. Generalmente en la industria de biocombustibles como es el caso del trabajo realizado por Gil y Maupoey titulado “An integrated approach for

pineapple waste valorisation. Bioethanol production and bromelain extraction from pineapple residues” el que se basa en la aplicar tres métodos diferentes para obtener bioetanol a partir de los residuos de la piña; los tres procesos que se llevaron a cabo fueron la fermentación directa del licor extraído (DF), sacarificación consecutiva y fermentación de los desechos sólidos (CSF), y sacarificación y fermentación simultáneas de los desechos sólidos (SSF). Para así buscar un valor agregado a los residuos de la piña. (Gil & Fito, 2018)

Por otro lado, está la línea de aprovechamiento de residuos orgánicos como materia prima para la producción de alimento animal, esta ha sido de interés en los últimos años. Un estudio hecho por García y Esteban analizan los residuos sólidos de las diferentes fuentes en una ciudad, como los residuos domésticos, los residuos de plazas de mercado, etc. Ellos se enfocaron en analizar el contenido nutritivo de estos residuos. Obtuvieron muestras durante nueve meses que fueron recogidas una vez a la semana. Para finalmente hacer un análisis químico, microbiológico y mineral. (García, Esteban, Márquez, & Ramos, 2005)

Otro estudio en la misma línea es el titulado “Evaluation of fruit–vegetable and fish wastes as alternative feedstuffs in pig diets” que se basó en evaluar los residuos vegetales como alimento para cerdos en crecimiento. Este análisis se hizo mediante la determinación nutricional de los residuos recogidos en tiendas de la ciudad donde se realizó el estudio. Analizando el contenido de humedad, extracto de eter, fibra bruta, ceniza, extracto libre de nitrógeno, Ca, K, Mg, Fe, Zn, Mn y Cu. (Esteban et al., 2007)

En el año 2015 fue reportado un estudio “Valorisation of food waste to produce new raw materials for animal feed” el que busca disminuir en casi un 70% los residuos que actualmente son depositados en los vertederos. Para esto, analizan el alto potencial que pueden tener los residuos sólidos para ser utilizados como materia prima para producir alimento animal; empezaron con la

caracterización de los residuos, analizando cuales son las industrias que generan residuos y las cantidades generadas. Seguidamente analizaron nitritos, metales pesados, pesticidas e hicieron un análisis microbiológico. Para luego hacer el estudio nutricional, analizando cenizas, pH, cafeína, nivel de azúcares, nivel de grasa, nivel de almidón, nivel de proteínas y contenido de agua y fibra. (San Martín, Ramos, & Zufía, 2015)

En este estudio analizaron también los métodos de secado de muestra dado que además de que este puede variar la composición de la muestra, el proceso de secado genera un mayor impacto ambiental durante la valorización de los residuos. Y analizaron procesos de secado como microondas, secado por combustión de pulsos, estático y horno rotatorio. Teniendo en cuenta estudios anteriores para escoger el secado más eficiente. (San Martín et al., 2015)

Entrando en detalle con el impacto del método de secado de frutas y verduras escogido, cabe la importancia de hacer un breve análisis de cada uno de ellos. Empezando por el secado por microondas un Review hecho por Zhang y otros “Trends in microwaverelated drying of fruits and vegetables” analizaron que, aunque el secado por microondas tiene ventajas como temperaturas más bajas en combinación con vacío y secado más eficiente; tiene desventajas como la falta de uniformidad de calor inherente en la muestra y las altas temperaturas que se pueden dar en algunos de los lados de la muestra. (Zhang, Tang, Mujumdar, & Wang, 2006)

Otro método de secado es el secado por combustión se basa en producir pulsos con altas temperaturas, teniendo como ventaja una mayor eficiencia del proceso de secado, trabajando a temperaturas de 2000 a 2500 K. aunque también tiene desventajas de ruido, debido a la diferencia de velocidades que se dan entre los gases que están dentro del equipo y el del ambiente. (Zbicinski, 2002)

Algunos procesos de secado dependen de los combustibles fósiles y electricidad, y dado que el mundo actualmente está buscando alternativas para reducir su uso, en este trabajo se analizará el uso de un deshidratador solar como reemplazo de los hornos y/o estufas.

Un estudio hecho por Singh et al analizan el secado solar para invernaderos buscando evitar el consumo de combustible fósiles y también aprovechar las ventajas nutricionales que este secado puede traer, dado, ayuda a reducir el costo de energía, también a producir productos secos de mayor calidad nutricional, según la Reseña histórica y tendencias recientes en los sistemas de secado solar por O. Prakash, A. Kumar. cómo se cita en (Singh, Shrivastava, & Kumar, 2017)

Según el trabajo realizado por Ibáñez en la cafetería de la Universidad Santo tomas sede Floridablanca se generan 106, 0 kg/ sem de residuos con material orgánico. Solo en la cafetería principal. Y en todas las cafeterías del campus se genera un total de 462 kg/sem.(Ibáñez & Navarro, 2016)

La materia orgánica que es generada en las cafeterías se divide a su vez en dos, una que se compone de aquellos residuos internos, que se dan en la preparación de los alimentos que se venden allí, donde se encontrarían desde cascara de verduras hasta huesos de las carnes; y otra es la externa, la cual se da por los residuos de los alimentos ya preparados. (Ibáñez & Navarro, 2016)

Por último, cabe resaltar la importancia que tendrá el producto en el mercado colombiano. El mercado de mascotas en Colombia ha ido creciendo significativamente en los últimos años, teniendo en cuenta que, aunque el producto que se está buscando, tiene un valor en la producción ambiental, se analizó también el valor que tiene este producto en el mercado. Según un informe hecho por la oficina comercial de Chile en Colombia, se afirma que en Colombia se producen 20.000 a 22.000 toneladas de alimento animal al mes, de las cuales el mayor porcentaje son para

gatos y perros. Donde según cifras reportadas, al año 2016 se produjeron ventas de 1014.8 miles de millones de pesos. (ProChile, 2017)

5. Metodología

Para lograr los objetivos propuestos en esta investigación se propuso la metodología descrita en la figura 1.

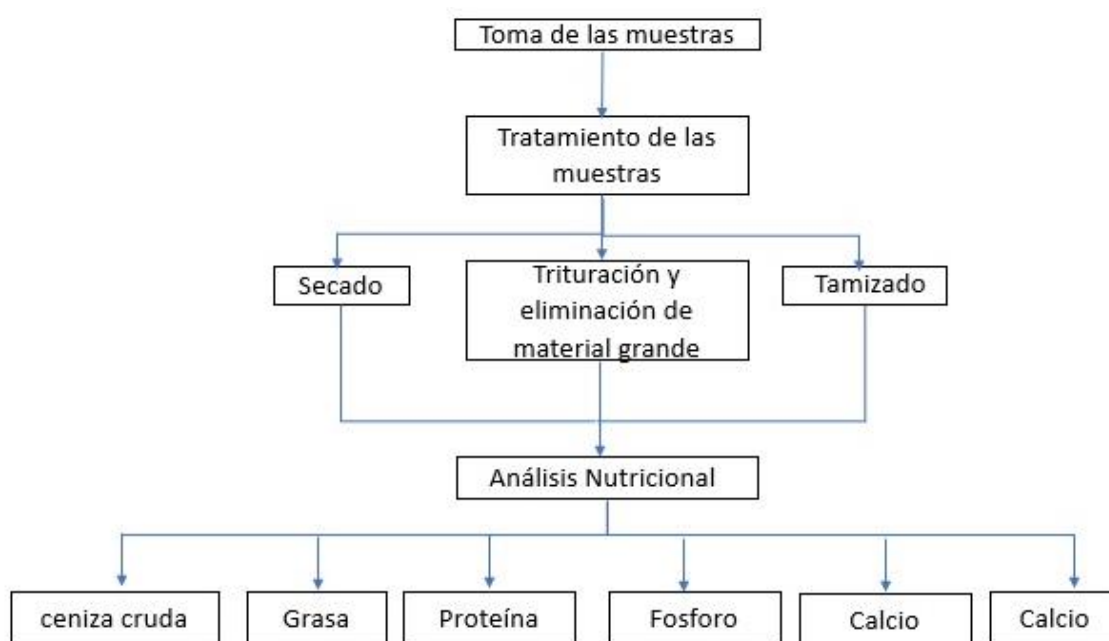


Figura 1. Metodología realizada.

En general el trabajo consistió en varias etapas descritas a continuación.

5.1 Recolección de muestra

Las muestras fueron tomadas el 02 mayo, 22 agosto y 4 de septiembre de 2018 en la cafetería principal de la universidad santo tomas, ubicada en Floridablanca, Santander, correspondiente a

los residuos orgánicos generados por la cafetería. Se tomó una muestra representativa la cual fue puesta en contenedores de a 200 g cada uno. (García et al., 2005)

5.1.1 Deshidratación de la muestra Las muestras se deshidrataron para obtener una estabilidad microbiológica. Este proceso se llevó a cabo mediante dos procedimientos, uno empleando un secador solar (figura 2) para contribuir al medio ambiente y cumplir con uno de los objetivos de la química verde. La eficiencia energética. Se dejó la muestra durante 24 h sol y 48 h sol.

Y el otro método de secado fue utilizando un horno convencional, las muestras se introdujeron en un horno a 105° C durante 24 h y 48 h, pasado este tiempo, se sacaron las muestras para proceder a la trituration de la muestra. para comparar y que la composición nutricional no experimentara cambios.



Figura 2 Secador solar

Una vez la muestra se deshidrataron se trituraron con el fin de buscar un diámetro adecuado y homogenizar los residuos, esto se hizo con ayuda de una licuadora Waring Commercial laboratory Blender para realizarles a las muestras el análisis nutricional. (García et al., 2005)

5.2 Análisis nutricional.

Se analizaron algunos parámetros nutricionales como el contenido de humedad, contenido de cenizas, niveles de proteína, contenido de fibra, nivel de grasa y calcio. (García et al., 2005)

5.2.1 Determinación de ceniza cruda La NTC 4648 describe el método para la determinación de ceniza cruda en alimentos para animales. Para la aplicación de esta metodología, se pesaron 5 g de muestra en un crisol de incineración previamente pesado. Seguidamente se puso el crisol en una placa de calentamiento hasta que la muestra se carbonizo, y se pasó a la mufla a 550°C durante 3 horas. (ICONTEC, 2006)

Ecuación 1 Determinación de contenido de ceniza cruda

$$w = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} * 100\%$$

Siendo

m_0 la masa en gramos del crisol vacío

m_1 la masa en gramos del crisol con la muestra

m_2 la masa en gramos del crisol con la ceniza cruda.

5.2.2 Determinación del contenido de grasa Siguiendo la norma para análisis de alimento animal, en este caso la NTC 4969 siendo esta la que especifica que el contenido de grasa para alimento animal se realizó por soxhlet. (ICONTEC, 2001) Se tomaron 2 g de muestra seca y se transfirió a un dedal de extracción, se colocó en el extractor Soxhlet con 150 ml de éter de petróleo, y se dejó extraer durante 6 horas.

Ecuación 2 Determinación del porcentaje de grasa

$$\% \text{ de grasa en peso seco} = \left(\frac{\text{g de grasa en muestra}}{\text{g de muestra seca}} \right) * 100$$

Imagen



Figura 3. Extracción soxhlet

Fuente: Autor

5.2.3 Determinación del contenido de proteína La determinación de proteína en las muestras de alimento para animal se realizó mediante el método Kjeldahl siguiendo la normal NTC 4657. Como primer paso se hizo la digestión de las muestras. Se adicionó al tubo de digestión 12 mL de H₂SO₄ concentrado, 5 mL de H₂O₂ 35 %, 1 gramo de muestra y 1 tableta Kjeldahl. Luego de la digestión, se dejó enfriar y se procedió a la destilación de la muestra, se agregaron 30 ml de H₃BO₃ al 4%, 50 mL de NaOH al 30% y se tituló con HCL 0,2 N (Nielsen,)

Ecuación 3 Determinación de nitrógeno total

$$\% N = \frac{\text{vol del acido (mL)} * N * 14}{1000 * g \text{ de la muestra}} \times 100$$

Se calculará el contenido de proteína cruda a partir de:

Ecuación 4 Determinación de proteína cruda

$$W_p = 6,25 W_N$$

Donde

W_p = es el contenido de proteína cruda en gramos por kilogramo de la muestra de ensayo

W_N = es el contenido de nitrógeno



Figura 4. Digestor DKL12

Fuente: Autor

5.2.4 Determinación del contenido de fósforo mediante un método espectrofotométrico La

determinación de fósforo se hizo mediante el método Bray II, para esto se pesaron 2 g de muestra,

a la cual se le añadió 20 mL de sln extractora y se agitó durante 40 seg, luego se precisó a filtrar. Del filtrado se tomaron mL y se aforo con solución trabajo de molibdato de amonio en un balón de 20 mL. Finalmente se hizo la lectura por espectroscopia UV-VIS.

Para la curva de calibración, Se transfirieron alícuotas de la solución estándar preparado, que contenían concentraciones de P como se muestra en la tabla 7. Se mantuvo durante 10 min y se leyó la absorbancia a 660 nm. Se trazo la curva de calibración representando la absorbancia contra los contenidos de fosforo correspondientes, en miligramos, de las soluciones estándar de fosforo.

Tabla 7. *Curva calibración fosforo*

Ppm	V1 50 ppm	Alícuota ML	Concentración
2	2	2	0,2
4	4	2	0,4
6	6	2	0,6
8	8	2	0,8
10	10	2	1,0
12	12	2	1,2
16	16	2	1,6
18	18	2	1,8

5.2.5 Determinación de calcio Para el análisis de calcio se utilizó la técnica de Espectroscopía de Absorción atómica (AAS) por llama, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica marca Termo Solar Ice 3000.

Como primer paso se procede a la reducción a cenizas de la muestra por 3 h. Se deja enfriar la muestra. (ICONTEC, 2003)

5.2.1.1 Descomposición Mientras se agitaba la muestra, se agregaron 5 ml de ácido clorhídrico al 37%. Se agitó y se calentó el contenido del crisol hasta que estuvo casi seco. Se disolvió el

residuo, calentándolo con 5 ml de ácido clorhídrico al 37% y 5 ml de agua, se filtró y transfirió a un balón volumétrico de 20 ml. Se dejó enfriar y luego se diluyó con agua hasta el aforo.

5.2.1.2 Condiciones de medición Mediante espectrometría de absorción atómica se determinó la concentración de calcio en las muestras. Se optimizó la respuesta del instrumento para medición con la llama de óxido nitroso-acetileno.

5.2.1.1.1 Preparación de la curva de calibración. Para la cuantificación de Ca se realizó una curva de calibración empleando patrones de referencia a partir de una solución patrón de 1000 ppm de Ca.

5.2.1.1.2 Expresión de los resultados. Se calculó el contenido de Calcio. Empezando en la curva de calibración y teniendo en cuenta el peso de la porción de ensayo y las diluciones aplicadas.



Figura 5. Equipo de emisión y absorción atómica

Fuente: Autor

5.2.6 Análisis de fibra Para la **determinación de fibra** en las muestras se pesaron de 2 a 3 g de la muestra, se procedió a realizar una digestión acida durante 30 min a 240 °C, agregando 100 mL de H₂SO₄ al 1.25 % y 5 gotas de alcohol isoamyl. Pasados los 30 min se filtró y raspo la muestra del papel filtro, para proceder a la digestión alcalina, se puso la muestra en el mismo balón con 100 mL de NaOH al 1.25%. pasados 30 min se filtró la muestra y seco a 60 °C durante 24 h.

6. Resultados y discusión

6.1 Recolección de la muestra

La muestra se recolecto del sitio de disposición final de los residuos orgánicos de la cafetería principal de la USTA sede Floridablanca. El proceso que se realizó fue separar la muestra recogida en recipientes de a 200 g cada uno. Para tener un análisis más crítico de cada muestra lo que se hizo fue realizar un análisis visual de los componentes de cada uno de los recipientes. Como se muestra en la figura.



Figura 6. Almacenamiento de muestra

Fuente Autor

6.2 Análisis de muestras

Las muestras fueron recolectadas los días 2 de mayo, 22 de agosto y 4 de septiembre de 2017, las muestras se repartieron en 200 g por recipiente.

Las muestras del día 2 de mayo fueron divididas en 2, una que fue deshidratada a 24 h la cual es nombrada en este trabajo como muestra 1 y otra a 48 h nombrada como muestra 2. En este día la muestra recolectada contenía gran variedad de alimentos, como tomate, zanahoria, remolacha, plátano, arroz, papa, arveja, aunque los residuos obtenidos de este día contenían también carne, pollo y varios huesos de pollo.

Con el fin de validar los métodos de análisis nutricional se utilizó como referencia un alimento para perros comercial el cual tiene presente su composición (Tabla 6) y se nombra muestra 3.

Las muestras del día 22 de agosto, las cuales fueron deshidratadas a 24 h y nombrada en este trabajo como muestra 4 y muestra 5 la muestra desahitada a 48 h. además una parte de la muestra recolectada en este día se puso en el secador solar durante 48 h, la cual se nombró como muestra 8. Las muestras recogidas este día tenía gran variedad de vegetales; repollo, tomate, aguacate, y además contenía mucha pasta y arroz, y poca cantidad de carne.

El día 4 de septiembre se tomó una muestra, llamada muestra 7, con la cual se quiso hacer un análisis de la pérdida de humedad en horno convencional. Y se colocó otra muestra, llamada muestra 6, en el secador solar durante 24 h. Las muestras que se recolectaron este día estaban constituidas por material vegetal como, pepino, aguacate, tomate, pero además contenía huesos de pollo, arroz, pasta, maíz y repollo.

6.3 Deshidratación de las muestras.

Las muestras se deshidrataron mediante dos procesos, mediante un horno convencional y mediante un secador solar, buscando tener una comparación sobre la humedad en cada uno de los casos. Los resultados obtenidos para la humedad se muestran en la tabla 8.

Humedad

$$W_1 = \frac{m_3 - (m_5 - m_4)}{m_3} * 100$$

M₃ = es la masa, en gramos, de la porción de ensayo

M₄ = es la masa, en gramos, de la capsula.

M₅ = es la masa, en gramos, de la capsula con tapa y muestra de ensayo secada.

Tabla 8 *Porcentaje de humedad en muestras*

Muestra	% Humedad
Muestra 1	10,36 ± 0,090
Muestra 2	9,60 ± 0,150
Muestra 3 (referencia)	8,72 ± 0,140
Muestra 4	10,03 ± 0,006
Muestra 5	8,09 ± 0,420
Muestra 6	15,03 ± 0,003
Muestra 8	11,88 ± 0,510

Las muestras 1, 2, 4 y 5 fueron deshidratadas mediante el horno convencional, la humedad fue determinada siguiendo la NTC 4647 y comparada con la humedad del alimento comercial; las muestras deshidratadas a 24h tuvieron una humedad alrededor del 10% y a 48 h una humedad alrededor del 9%. Las muestras en general presentaron un mínimo porcentaje de humedad de 8,09% y un máximo de 10,36%, siendo valores cercanos al valor máximo obtenido de la muestra comercial (8,72%) valor por debajo de lo establecido en la tabla nutricional (12%).

Las muestras 6 y 8 fueron deshidratadas mediante el secador solar, a 24 h sol y 48 h, presentaron valores de 15,03% y 11,88%, respectivamente. La deshidratación mediante secador solar a 24 h no cumple con la humedad necesaria para alimento animal, teniendo en cuenta el valor proporcionado en la tabla nutricional del alimento comercial (12%); por otro lado, a 48 h la humedad del alimento está por debajo del límite máximo requerido. Cabe resaltar que este proceso se realizó en el mes de agosto, temporada de lluvia y fue complejo realizarlo.

Con el fin de evaluar el tiempo óptimo de secado, se evaluó la muestra 7 a 4, 8 y 12 h. resultados mostrados en la tabla 9.

Tabla 9 *Deshidratación muestra*

Muestra	% Humedad
A las 4 horas a 105°C	72%
A las 8 horas a 105°C	79%
A las 12 horas a 105°C	50%

Como se observa en los resultados obtenidos en la tabla 9 se puede determinar que el tiempo de secado a 12 h no alcanza a ser optimo, dado que la muestra tendría un porcentaje de humedad del 50 %, estando por encima del porcentaje de humedad del alimento comercial, por tal razón teniendo en cuenta los resultados a 24 y 48 h, se puede determinar que el tiempo de secado optimo seria de 24 h tanto por horno convencional como por secado solar.

Una vez obtenido el material vegetal seco y triturado se procede a realizar el análisis nutricional.

6.4 Análisis nutricional

El análisis nutricional de las muestras está compuesto por la determinación de: ceniza cruda, grasa, proteína, fosforo, calcio y fibra, como se muestra a continuación.

6.4.1 Determinación de ceniza cruda El análisis de ceniza se realizó por triplicado siguiendo la metodología de la NTC 4648 y los resultados obtenidos en el laboratorio para las diferentes muestras de alimento para animal se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. *Determinación de Ceniza cruda en las diferentes muestras de alimento*

Muestras	% ceniza cruda
Muestra 1	22,58 ± 1,27
Muestra 2	18,33 ± 0,42
Muestra 3 (Referencia)	16,56 ± 0,48
Muestra 4	20,32 ± 0,72
Muestra 5	13,73 ± 0,18
Muestra 6	24,39 ± 0,41
Muestra 7	19,30 ± 1,00
Muestra 8	7,78 ± 0,09

Para la ceniza cruda no hay una porcentaje mínimo o máximo establecido por el ICA, por tal motivo, no aparece en el contenido nutricional, pero la Asociación de Oficiales Controladores de Alimentos de Norteamérica, (AAFCO) establece un porcentaje de 10% de ceniza cruda. Teniendo en cuenta la AAFCO solamente la muestra 6 cumple con el contenido de ceniza cruda.

Las muestras en general presentaron un mínimo de porcentaje de ceniza cruda de 7,78% y un máximo de 24,39%, siendo valores cercanos al valor obtenido de la muestra comercial (16,56%). Las muestras a 48 h presentaron una disminución en el porcentaje de ceniza cruda con respecto a las muestras de 24 h. Adicionalmente, no se presentaron variaciones en el contenido de las cenizas con los métodos de deshidratación.

6.4.2 Determinación de grasa para la determinación de contenido de grasa En las muestras se empleó el método de extracción por soxhlet de acuerdo al procedimiento. Este análisis se realizó

por triplicado y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11 y apéndice B. Resultados determinación de grasa. Los resultados estadísticos para la determinación de grasa en cada una de las muestras están dentro del margen aceptable de confiabilidad del coeficiente de variación y desviación estándar.

Tabla 11. *Contenido de grasa en muestras*

Muestras	% Grasa
Muestra 1	17,60 $\pm$ 0,23
Muestra 2	10,81 $\pm$ 0,31
Muestra 3 (referencia)	15,59 $\pm$ 0,38
Muestra 4	15,59 $\pm$ 0,25
Muestra 5	14,58 $\pm$ 0,17
Muestra 6	16,56 $\pm$ 0,07
Muestra 7	16,33 $\pm$ 0,27
Muestra 8	13,98 $\pm$ 0,04

Las muestras en general presentaron un mínimo porcentaje de grasa de 10,81% y un máximo de 17,6%, siendo valores cercanos al valor obtenido de la muestra comercial (15,59%), valor por encima del valor mínimo establecido en la tabla nutricional (10%Min).

Las muestras a 48 h presentaron una disminución en el porcentaje de grasa con respecto a las muestras de 24 h. Adicionalmente, no se presentaron se puede observar que no hubo variaciones significativas entre las muestras que fueron deshidratadas por secador solar y por horno convencional.

6.4.3 Determinación del contenido de proteína Para el análisis del contenido de proteína en las muestras se determinó primero el nitrógeno total por el método Kjeldahl siguiendo el procedimiento 5.3.3 determinación del contenido de proteína. Los resultados se muestran en la tabla 12 y apéndice C. Resultados proteína.

Tabla 12. *Determinación del contenido de proteína en las muestras*

Muestras	% Proteína
Muestra 1	20,48 ± 0,27
Muestra 2	19,00 ± 1,67
muestra 3 (referencia)	22,65 ± 2,18
Muestra 4	16,11 ± 1,11
Muestra 5	12,56 ± 0,05
Muestra 6	20,13 ± 1,48
Muestra 7	25,48 ± 2,29
Muestra 8	14,86 ± 0,08

Las muestras en general presentaron valores de proteína entre 12,65% y 25,48%, cercanos al obtenido de la muestra de referencia (22,65%), valor que se encuentra por encima del mínimo establecido en la tabla nutricional (21%).

Cabe resaltar que las muestras 4, 5 y 8 presentaron valores menores de proteína a comparación de las otras muestras, de 16,11%, 12,56% y 14,86% respectivamente, esto se puede deber a que los residuos que se obtuvieron el día 22 de agosto, como se define en el ítem 6.2 Análisis de muestra, contenían gran cantidad de material vegetal y poca cantidad de carne o huesos.

Además, se puede observar que se mantienen las mismas variaciones, entre las muestras deshidratadas mediante secador solar y las deshidratadas por horno convencional. También se puede observar que la muestra que fue sometida a deshidratación a 12h presenta un mayor contenido de proteína.

6.4.4 Determinación del contenido de fósforo Para la determinación del contenido de fósforo en cada una de las muestras se llevó a cabo mediante un método espectrofotométrico planteado en el procedimiento 5.3.4 Determinación del contenido de fósforo mediante un método espectrofotométrico. Para lo cual se realizó una curva de calibración, la cual se muestra en la figura 7.

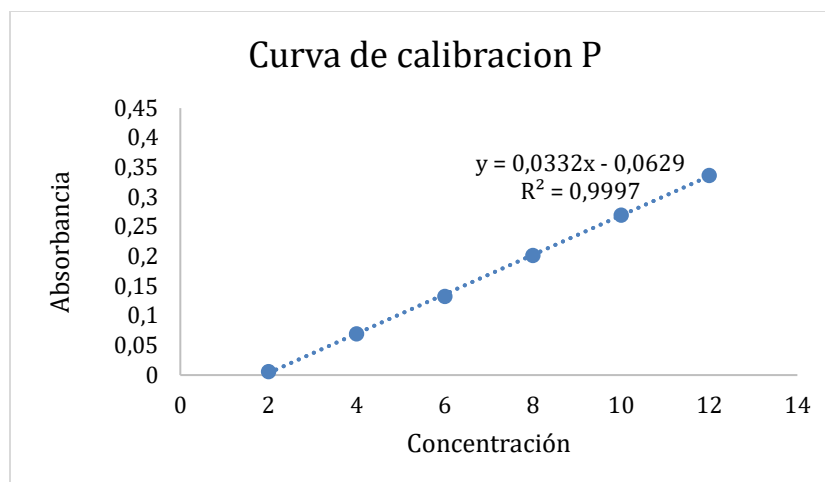


Figura 7 Curva de calibración P

De tal forma la ecuación para calcular la concentración de Fosforo en las muestras de alimento animal es:

$$[\text{Concentración}] = \frac{\text{Absorbancia} + 0,0629}{0,0332}$$

Este análisis se realizó por triplicado y los resultados obtenidos se muestran en la tabla 13 y apéndice D. resultados determinación de fosforo.

Tabla 13. Determinación del contenido de fosforo en las muestras.

Muestras	% de Fosforo
Muestra 1	1,41 ± 0,19
Muestra 2	1,29 ± 0,15
muestra 3 (referencia)	1,45 ± 0,02
Muestra 4	1,39 ± 0,16
Muestra 5	1,29 ± 0,16
Muestra 6	1,26 ± 0,10
Muestra 7	1,32 ± 0,02
Muestra 8	1,06 ± 0,10

Las muestras presentaron valores para contenido de fosforo entre 1,06% y 1,45%, valores que se encuentran cercanos al valor obtenido del alimento de referencia (1,45), y dentro del contenido

establecido en la tabla nutricional del alimento (0,8% min – 1,4%). Todas las muestras de 24 h presentan un mayor contenido de fosforo a comparación de las muestras de 48 h. Y no se presentan variaciones significativas entre las técnicas de secado.

6.4.5 Determinación del contenido de Calcio Para la implementación del método analítico en la determinación de calcio en alimento para animales por absorción atómica con llama, se evaluó la repetitividad del método elaborando tres curvas de calibración en un intervalo de tiempo de una semana, los resultados se muestran en la figura 8. Los estándares utilizados para la elaboración de las curvas de calibración fueron preparados a partir de un patrón de 1000 mg/L de Ca.

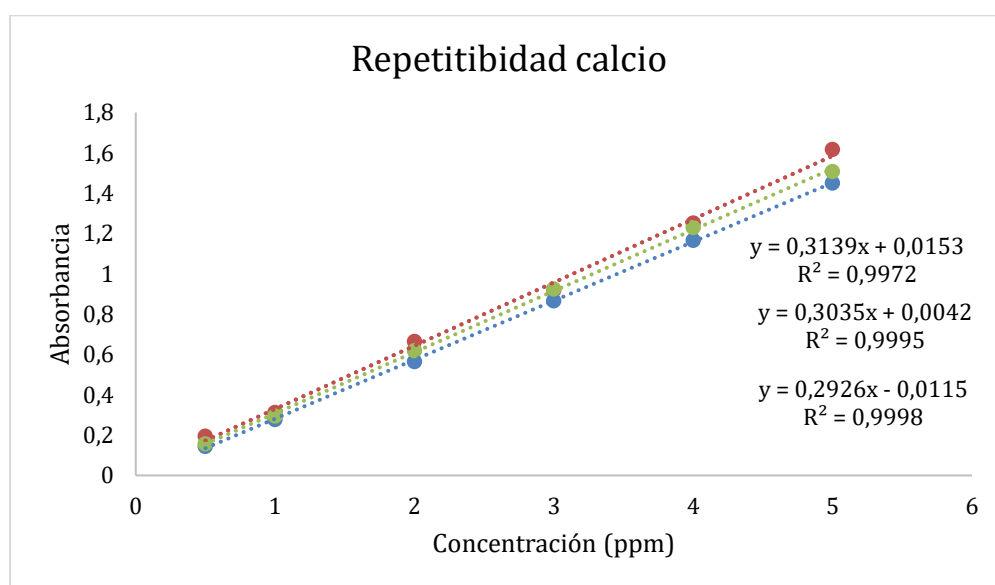


Figura 8. Repetitividad Calcio

Las curvas de calibración para el método analítico de Ca son repetitivas, además todas las curvas cuentan con un coeficiente de correlación (R^2) aceptable, cercano a 1, es decir, existe una relación directamente proporcional entre la absorbancia y la concentración de estas. Lo cual indica que los estándares empleados fueron preparados correctamente y que toda muestra analizada

dentro del intervalo de estas curvas, serán resultados confiables. Por otro lado, se realizó una curva de calibración de trabajo con el promedio de las tres curvas de calibración y la curva resultante para Ca se representa en la figura 9.

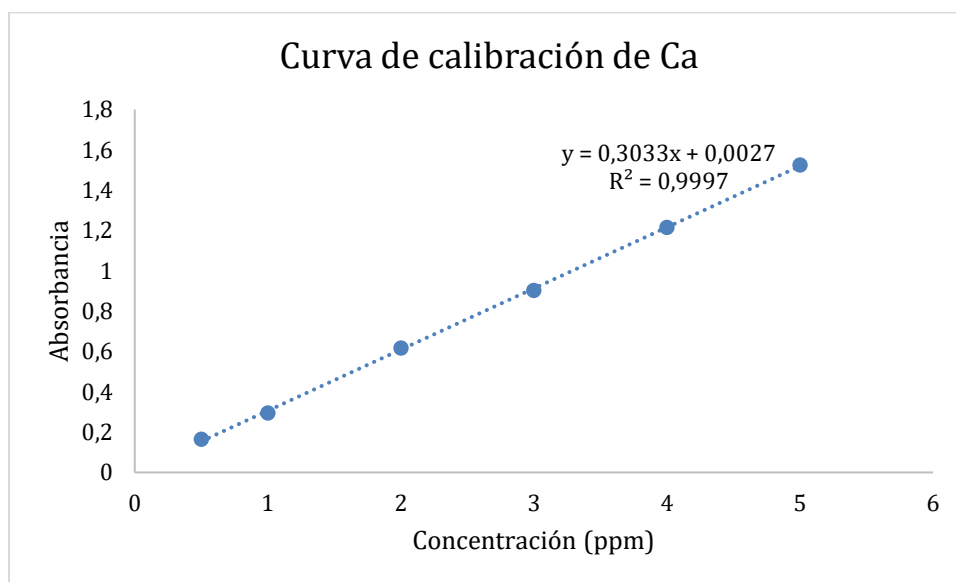


Figura 9. Curva de calibración para análisis de Calcio

De tal forma la ecuación para calcular la concentración de Calcio en las muestras de alimento animal es:

$$[\text{Concentración}] = \frac{\text{Absorbancia} - 0,002}{0,3033}$$

Para la determinación de Ca se realizó siguiendo el procedimiento 5.3.5 determinación de calcio. Para calcular la concentración de Ca en las muestras se utilizó la ecuación y en la tabla 14 se encuentran las concentraciones de Ca de las muestras de alimento animal, y se representan en % de calcio

Tabla 14. *Determinacion del contenido de calcio en las muestras*

Muestras	% Calcio
Muestra 1	5,56% $\pm$ 0,30
Muestra 2	1,51% $\pm$ 0,07
muestra 3 (referencia)	3,26% $\pm$ 0,18
Muestra 4	1,91% $\pm$ 0,07
Muestra 5	0,35% $\pm$ 0,02
Muestra 6	8,74% $\pm$ 0,44
Muestra 7	1,84% $\pm$ 0,11
Muestra 8	0,46% $\pm$ 0,02

Según los resultados obtenidos en la tabla 14 las muestras presentaron valores para contenido de calcio de 0,35% a 8,74%, valores cercanos a los obtenidos para la muestra de referencia (3,26%) y que se encuentra por encima del valor reportado en la tabla nutricional del alimento (1,2% Min – 1,8% Max). Las muestras a 24 h presentan un mayor contenido de calcio (8,74%) que las muestras deshidratadas a 48 h. y se puede observar que la muestra 6 que fue deshidratada por secador solar a 24 h presenta un alto contenido de calcio, mientras que la muestra 8 deshidratada a 48 h mediante la misma técnica presenta un contenido de 0,46%

Se puede observar que la cantidad de calcio en las muestras es alta, excepto en las muestras 5 y 8 con 0,35% y 0,46% respectivamente, esto puede ser debido a que estas muestras hacen parte de las muestras recolectadas el día 22 de agosto, estas no contenían huesos.

6.4.7 Determinacion del contenido de fibra Para el análisis del contenido de fibra en las muestras se siguió el procedimiento 5.3.6 determinación Fibra. Los resultados se muestran en la tabla 15 y apéndice F. Resultados determinación de fibra.

Tabla 15. *Determinación del contenido de fibra en muestras*

Muestras	% Fibra
Muestra 1	2,44 ± 1,03
Muestra 2	2,27 ± 0,29
Muestra 3 (referencia)	3,02 ± 0,99
Muestra 4	5,35 ± 2,08
Muestra 5	2,86 ± 0,88
Muestra 6	3,30 ± 0,78
Muestra 7	2,05 ± 1,01
Muestra 8	2,51 ± 0,25

Las muestras en general presentaron un contenido de fibra de 2,05% a 5,35%, valores cercanos al valor obtenido en el alimento de referencia (3,02%) y que se encuentran por debajo del contenido máximo reportado en la tabla nutricional del alimento (4%Max). Las muestras deshidratadas a 24 h presentaron un mayor contenido de fibra que las muestras deshidratadas a 48. Y no se observaron variaciones entre las técnicas de secado.

6.5 Implementación para uso en alimento de animales

Con el fin de determinar si las muestras analizadas cumplen con el contenido nutricional mínimo para ser considerado como alimento animal, se compararon los datos obtenidos en cada uno de los análisis con los contenidos establecidos por la AAFCO para alimento de gatos adultos, perros adultos, y ganado lechero. Y se tubo en cuenta, la NTC 3697 para alimento para conejos. (tabla 16)

Tabla 16 *Implementación para uso en alimento animal*

Muestra	%Humedad	% ceniza cruda	% Grasa	% Proteína	% Fosforo	% Calcio	% Fibra
Muestra 1	10,36	22,58	17,60	20,48	1,41	5,56	2,44
Muestra 2	9,60	18,33	10,81	19,00	1,29	1,51	2,27

Muestra 3 (referencia)	8,72	16,56	15,59	22,65	1,45	3,26	3,02
Muestra 4	10,03	20,32	15,59	16,11	1,39	1,91	5,35
Muestra 5	8,09	13,73	14,58	12,56	1,29	0,35	2,86
Muestra 6	15,03	24,39	16,56	20,13	1,26	8,74	3,30
Muestra 8	11,88	7,78	13,98	14,86	1,06	0,46	2,51
Muestra 7	50,00	19,30	16,33	25,48	1,32	1,84	2,05
AAFCO gato adulto	10 % Max	10 % Max	9- 22,5%	26% Min	0,5 - 1,25%	0,6 - 1,5%	5% Max
AAFCO perro adulto	10 % Max	10 % Max	5,5 - 8,5%	18- 22,5 %	0,4 - 1,00%	0,5 - 1,2%	4% Max
AAFCO Ganado lechero			4% Min	38% Min	0,65 min	0,8 - 1,3%	4% Max
NTC 3697 Conejos	12,5% Max	10% Max	1,5% Min	17% Min	0,8% Min	1,1% Max	14% Min
Producto referencia	12% Max		10% Min	21% Min	0,8 - 1,4%	1,2 - 1,8%	4% Max

De los resultados obtenidos para humedad (tabla 16) se puede deducir que todas las muestras cumplen con los porcentajes de humedad establecidos por la AAFCO y la NTC 3697. A excepción de la muestra 7, que tiene un contenido de humedad de 50% debido a que el secado de la muestra solo fue por 12 h.

Las muestras presentaron un contenido de ceniza cruda entre 7,72% y 22,58%, valores que superan el establecido por la AAFCO (10%); a excepción de la muestra 8 que presenta un contenido de ceniza cruda de 7.78%, siendo así la única muestra que cumple con el contenido de ceniza.

Para el contenido de grasa, la AAFCO establece un contenido de grasa que entre un 5% y 22 %; y las muestras presentaron contenido de grasa que oscila entre 17,60% y 10,81%, siendo así, todas las muestras cumplen con el contenido de grasa para alimento animal.

La AAFCO y la NTC 3697 establecen un porcentaje de proteína de 17% y 26% min, teniendo en cuenta este porcentaje, las muestras cumplen con el contenido de proteína, cabe resaltar que las muestras del día 2 de mayo presentaron valores altos de proteína, por su composición. Para ganado lechero, el porcentaje de proteína es mayor, de 38%, lo cual refiere que las muestras no cumplen con el contenido de proteína requerido para este animal.

Teniendo en cuenta el perfil nutricional establecido por la AAFCO para contenido de fosforo que oscila entre 0,65 y 1,25%, las muestras se encuentran aptas para animales como ganado y conejos, y se encuentra un poco por encima del máximo contenido de fosforo para perros y gatos (1% Max y 1,25% Max respectivamente).

La AAFCO establece un porcentaje de contenido de calcio de 0,6% Min – 1,5% Max para gato adulto, para perro adulto 0,5% Min – 1,2% Max y para ganado lechero 0,8% Min - 1,3% Max, y 1,1 % Max para conejo según la NTC 3680, teniendo en cuenta esto, las muestras no cumplen con el contenido de calcio, dado que contienen un mayor porcentaje.

Analizando los resultados obtenidos para fibra en cada una de las muestras, se puede terminar que cumplen con el contenido máximo estipulado por la AAFCO tanto para gato adulto como para perro y ganado (5% Max, 4% Max, 4% Max respectivamente). La NTC 3697 establece un límite mínimo de fibra de 14%, las muestras analizadas en este trabajo no entrarían en ese rango de contenido de fibra, dado que el mayor porcentaje de fibra fue de 5,35 en la muestra 5.

7. Conclusiones

Las muestras fueron deshidratadas a tiempos de 24h y 48h mediante horno convencional y secador solar, siendo el tiempo óptimo de secado 24 h ya que las propiedades nutricionales no cambian

con respecto al del alimento deshidratado a 48h y cumple con los valores requeridos establecidos en la norma.

Según los resultados obtenidos de las muestras deshidratadas mediante horno convencional y secador solar, se pudo determinar que el secador solar fue eficiente, dado que, existía una variación mínima entre una técnica y otra, y se estaría reemplazando una fuente de energía convencional, por una renovable.

El análisis nutricional evidenció que el contenido de las muestras deshidratadas tanto por horno convencional como por secador solar cumplen con los requerimientos de la AFFCO y NTC para contenido de fibra, grasa y fosforo. Y para contenido de proteína, las muestras se encuentran por debajo del valor requerido, parámetro que se puede modificar con la proporción de carnes presentes en la muestra.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el análisis de Calcio en las muestras, se pudo concluir que las muestras contenían un alto nivel de calcio debido a que las muestras recolectadas contenían en su composición huesos de pollo.

Teniendo en cuenta la composición nutricional del alimento para animales producido a partir de los residuos orgánicos recolectados de la cafetería principal de la Universidad Santo Tomás sede Floridablanca, se concluye que es apto para consumo animal.

La validación de las técnicas analíticas se realizó utilizando como referencia el alimento comercial, los resultados obtenidos están acordes a los reportados en la tabla nutricional del producto, a excepción del calcio, que esta elevado. Adicionalmente, se realizó la validación estadística a través de la reproducibilidad y repetitividad de los análisis.

Referencias bibliográficas

AAFCO. (2014). *Aafco methods for substantiating nutritional adequacy of dog and cat foods*

AAFCO. (2018). *Animal feed labeling guide*

DANE. Reloj de población. Recuperado de <http://www.dane.gov.co/reloj/>

Daniel C. Harris. (2007). *Análisis químico cuantitativo* (sexta edición ed.) Reverte.

Decreto 1713, Decreto U.S.C. (2002). Recuperado de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

DECRETO 3075; Decreto U.S.C. (1997).

Decreto 4741, (2005).

DINERO. (2015). *La comida de perros se vende como pan caliente*

DOG CHOW. *Adultos razas medianas y grandes*

Dueñas, N. (2018). *Análisis químico nutricional de 10 marcas comerciales de pienso para gato adulto en el mercado colombiano*

El Espectador. (2015). *En seis de cada 10 hogares colombianos hay mascotas*

El Tiempo. (2018). *Tres billones de pesos, el gasto de las familias en sus mascotas*

- Esteban, M. B., García, A. J., Ramos, P., & Márquez, M. C. (2007). Evaluation of fruit–vegetable and fish wastes as alternative feedstuffs in pig diets. *Waste Management*, 27(2), 193-200. doi:10.1016/j.wasman.2006.01.004
- Fraume, n., & Palomino, a. (2006). *Manual abecedario ecológico: La más completa guía de términos ambientales* Editorial San Pablo.
- García, A. J., Esteban, M. B., Márquez, M. C., & Ramos, P. (2005). Biodegradable municipal solid waste: Characterization and potential use as animal feedstuffs. *Waste Management*, 25(8), 780-787. doi:10.1016/j.wasman.2005.01.006
- Garrido, s. (1998). *Regulación básica de la producción y gestión de residuos* FC Editorial.
- Gil, L., & Fito, P. (2018). An integrated approach for pineapple waste valorisation. bioethanolproduction and bromelain extraction from pineapple residues. *Journal of Cleaner Production*, , 1224-1226. Recuperado de https://ac.els-cdn.com/S0959652617325908/1-s2.0-S0959652617325908-main.pdf?_tid=a9c5ded2-14d7-412e-916a-bb495f1c3469&acdnat=1521206883_31e28291b01b6c77742ca1124a575427
- Gladys Jaramillo Henao, & Liliana María Zapata Márquez. (2008). *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en colombia* Universidad de Antioquia Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- Ibañez, N., & Navarro, G. (2016). *Propuesta de un plan de gestión integral de residuos sólidos en las cafeterías de la universidad santo tomas, seccional bocamanga* Recuperado de

<http://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4759/Iba%C3%B1ezFelizzolaNixonFerry2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ICA. *Alimentos para animales*

ICONTEC. (1995). *Norma técnica colombiana 3697. alimento para animales. alimento completo para conejos*;

ICONTEC. (2001). *Norma técnica colombiana 4969. alimento para animales. determinación del contenido de grasa*

ICONTEC. (2003). *Norma técnica colombiana 5151. alimento para animales. determinación de los contenidos de calcio, cobre, hierro, magnesio, manganeso, potasio, sodio y zinc. método usando espectrometría de absorción atómica*;

ICONTEC. (2006). *Guía para el aprovechamiento de residuos orgánicos no peligrosos GTC 53-7*

ICONTEC. (2006). *Norma técnica colombiana 4648. alimento para animales. determinación de ceniza cruda.*;

ICONTEC. (2014a). *Norma técnica colombiana 3686. alimento para animales. alimento completo para perros*;

ICONTEC. (2014b). *Norma técnica colombiana 3687. alimento para animales. alimento completo para gatos*;

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(1), 1-2. doi:10.1016/S0325-

7541(14)70039-2 Recuperado de

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754114700392>

Ministerio de ambiente. (2015). Colombia celebra día mundial de reciclaje. Retrieved from

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=1793:%20colombia-celebra-dia-mundial-del-reciclaje>

Ministerio de ambiente. *Decreto 1076 de 2015*

Ministerio de ambiente. (1998). *Política para la gestión integral de residuos*

Nielsen, S. *Food analysis laboratory manual* (Second ed.) Springer. doi:10.1007/978-1-4419-1463-7

ProChile. (2017). *Estudio de mercado alimentos para mascotas en colombia*

Rcn Radio. (2018). *Durante 15 años se ha pedido el cierre del relleno sanitario el carrasco*

Rodríguez, L. (2002). Hacia la gestión ambiental de residuos sólidos en las metrópolis de américa latina. *Innovar: Revista De Ciencias Administrativas Y Sociales*, 12(20), 111-120.

Recuperado de <https://doaj.org/article/ca2e0da6254a4290a774f8c99f876dd6>

San Martin, D., Ramos, S., & Zufia, J. (2015). Valorisation of food waste to produce newrawmaterials for animal feed. *Food Chemistry*, , 68-70.

SIAC.Residuos. Recuperado de <http://www.siac.gov.co/residuos>

Singh, P., Shrivastava, V., & Kumar, A. (2017). recent developments in greenhouse solar drying:A review. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, , 3250-3251.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. *Informe nacional de aprovechamiento*

(2016). Recuperado de

<http://www.andi.com.co/Uploads/22.%20Informa%20de%20Aprovechamiento%20187302.pdf>

Zbicinski, I. (2002). Equipment, technology, perspectives and modeling of pulse combustion drying. *Chemical Engineering Journal*, 86(1), 33-46. doi:10.1016/S1385-8947(01)00269-8

Zhang, M., Tang, J., Mujumdar, A. S., & Wang, S. (2006). Trends in microwave-related drying of fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 17(10), 524-534.

doi:10.1016/j.tifs.2006.04.011

8. Apéndices

Apéndice A Resultados determinación de Ceniza Cruda

Muestra	1	2	3	Promedio	DE	CV
Muestra 1	23,47	23,2	21,07	22,58	1,27	5,624
Muestra 2	18,17	18,02	18,81	18,33	0,4224	2,304
Muestra 3	15,95	16,92	16,56	16,47	0,489	2,97
Muestra 4	19,89	21,15	19,92	20,32	0,719	3,53
Muestra 5	13,59	13,94	13,67	13,73	0,183	1,33
Muestra 6	24,81	24,05	24,33	24,39	0,4093	1,677
Muestra 7	19,12	18,4	20,39	19,30	1,007	5,22
Muestra 8	7,7	7,76	7,88	7,78	0,092	1,18

Apéndice B Resultados determinación de grasa

Muestra	1	2	3	Promedio	DE	CV
Muestra 1	17,85%	17,39%	17,55%	17,60%	0,2335	1,32670455
Muestra 2	11,05%	10,92%	10,46%	10,81%	0,31	2,86771508
Muestra 3	15,98%	15,58%	15,22%	15,59%	0,3801	2,43810135
Muestra 4	15,31%	15,80%	15,65%	15,59%	0,251	1,57366771
Muestra 5	14,46%	14,51%	14,78%	14,58%	0,1721	1,18038409
Muestra 6	16,70%	16,32%	16,65%	16,56%	0,065	0,39251208
Muestra 7	16,11%	16,63%	16,25%	16,33%	0,269	1,64727495
Muestra 8	13,94%	14,01%	13,99%	13,98%	0,036	0,25751073

Apéndice C Resultados determinación de proteína

Muestra	1	2	3	Promedio	DE	CV
Muestra 1	20,21%	20,750%		20,48%	0,27	1,318359375
Muestra 2	17,08%	20,19%	19,73%	19,00%	1,6786	8,834736842
Muestra 3	20,21%	24,43%	23,31%	22,65%	2,186	9,651214128
Muestra 4	14,90%	17,11%	16,32%	16,11%	1,1198	6,950962135
Muestra 5	12,51%	12,63%		12,56%	0,05	0,398089172
Muestra 6	20,24%	21,56%	18,60%	20,13%	1,4828	7,366120219
Muestra 7	22,84%	27,04%	26,56%	25,48%	2,2988	9,021978022
Muestra 8	14,78%	14,938%		14,86%	0,08	0,538358008

Apéndice D Resultados determinación de fosforo

Muestra	1	2	3	Promedio	DE	CV
Muestra 1	1,63	1,33	1,29	1,41666667	0,1851	13,0658824
Muestra 2	1,47	1,2	1,22	1,29666667	0,1498	11,5526992
Muestra 3	1,48	1,44	1,44	1,45333333	0,02251	1,54885321
Muestra 4	1,58	1,3	1,29	1,39	0,1646	11,8417266
Muestra 5	1,47	1,2	1,2	1,29	0,1558	12,0775194
Muestra 6	1,19	1,37	1,22	1,26	0,09643	7,6531746
Muestra 7	1,31	1,31	1,34	1,32	0,01732	1,31212121
Muestra 8	1,12	1,11	0,95	1,06	0,09539	8,9990566

Apéndice E Resultados determinación de Calcio

Muestra	1	2	3	Promedio	DE	CV
Muestra 1	5,82%	5,24%	5,62%	5,56%	0,2946	5,29856115
Muestra 2	1,56%	1,43%	1,53%	1,51%	0,0681	4,50993377
Muestra 3	3,45%	3,08%	3,25%	3,26%	0,1852	5,6809816
Muestra 4	1,98%	1,84%	1,90%	1,91%	0,0704	3,68586387
Muestra 5	0,36%	0,34%	0,36%	0,35%	0,0245	7
Muestra 6	9,18%	8,29%	8,75%	8,74%	0,445	5,09153318
Muestra 7	1,80%	1,76%	1,96%	1,84%	0,1058	5,75
Muestra 8	0,47%	0,44%	0,46%	0,46%	0,0158	3,43478261

Apéndice F Resultados determinación de Fibra

Muestra	1	2	3	Promedio	DE	CV
Muestra 1	2,06%	2,50%	1,95%	2,17%	0,2919	13,4516129
Muestra 2	1,72%	1,98%	3,62%	2,44%	1,0301	42,2172131
Muestra 3	4,15%	2,54%	2,36%	3,02%	0,9913	32,8245033
Muestra 4	7,76%	4,06%	4,23%	5,35%	2,0888	39,0429907
Muestra 5	1,84%	3,29%	3,45%	2,86%	0,8869	31,0104895
Muestra 6	3,90%	2,41%	3,60%	3,30%	0,7899	23,9363636
Muestra 7	1,79%	1,18%	3,17%	2,05%	1,0182	49,6682927
Muestra 8	2,80%	2,37%	2,36%	2,51%	0,2511	10,0039841