

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE QUÍMICA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Propuesta para la gestión de los residuos cárnicos en carnicerías y supermercados del
cantón de Turrialba**

Proyecto Final de Graduación para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado
académico de licenciatura

Mariam Mariela Leandro Hernández

CARTAGO, Junio, 2022



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.

Propuesta para la gestión de los residuos cárnicos en carnicerías y supermercados del cantón de Turrialba

Informe presentado a la Escuela de Química del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Ambiental con el grado de licenciatura

Miembros del tribunal

Ing. Andrea Acuña Piedra

Directora

Ing. Ana Lorena Vallejo Chaverri

Lector 1

Ing. Macario Pino Gómez

Lector 2

Dra.ir. Mary Luz Barrios Hernández

Coordinadora COTRAFIG

MGA. Ricardo Coy Herrera

Director Escuela de Química

M.Sc. Diana A. Zambrano Piamba

Coordinadora Carrera de Ingeniería Ambiental

DEDICATORIA

A mi madre, Rita Hernández Acuña, mis hermanas Melissa Leandro Hernández y Catalina Leandro Hernández, a sus esposos, a mis sobrinos y a mi pareja. Gracias por todo el apoyo y motivación en este proceso, por ser ese pilar fundamental en mi vida para siempre seguir adelante y nunca darme por vencida.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecerle a Dios por cada día darme la fuerza para poder llevar a cabo este proceso universitario, este proceso de altos y bajos que con la fe que él me da pude llegar a la meta.

A mi familia, pareja y amigos por siempre estar ahí dispuestos a ayudarme en cada momento. Por ser el motor que impulsa mi vida.

A mis amigos del TEC Sofía Ramírez, Sofía Fallas, Fabricio Leandro, Maryan Hidalgo y Christie Rodríguez por adoptarme y estar dispuestos a ayudarme en cualquier momento. A Ruby por ser esa amiga de inicios de carrera, compañera de exámenes y trabajos, porque si una salía adelante la otra también.

A Ana Lorena Vallejo la encargada de seguir mi proceso y la persona que me brindó la oportunidad de hacer mi Trabajo Final de Graduación en la Municipalidad de Turrialba, porque sin la ayuda que me brindó este trabajo hubiera sido más complicado.

A mi tutora Andrea Acuña Piedra por estar día y noche acompañándome en este proceso, por ser una excelente persona a nivel profesional y personal, siempre dispuesta a ayudarme en cada inquietud e inseguridad.

Finalmente, a todas aquellas personas que hicieron posible este proceso universitario, desde los profesores hasta los compañeros, por siempre estar dispuestos a colaborar.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GENERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
REVISIÓN DE LITERATURA	17
3.1 INDUSTRIA CÁRNICA A NIVEL MUNDIAL	17
3.1.1 Estadísticas de la producción de carne.....	17
3.1.2 Proceso para la producción de carne.....	20
3.1.3 Tratamientos y valorización de residuos cárnicos	22
3.2 INDUSTRIA CÁRNICA EN COSTA RICA	23
3.2.1 Estadísticas de la producción de carne.....	23
3.2.2 Plantas de matanza.....	26
3.2.3 Tratamientos y valorización de residuos cárnicos	28
3.2.4 Legislación e instituciones involucradas	29
3.3 GESTIÓN DE RESIDUOS EN EL CANTÓN DE TURRIALBA	32
3.4 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS CÁRNICOS	33
MATERIALES Y MÉTODOS	35
4.1 Gestión de los residuos cárnicos en la Planta de Matanza Dreama S.A., en las carnicerías y supermercados seleccionados del cantón de Turrialba	35
4.1.1 Zona de Estudio	35
4.1.2 Tamaño de la muestra	36
4.1.3 Elaboración y aplicación de la encuesta	37
4.2 Tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.....	37
4.2.1 Selección de personas y establecimientos dedicados al tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba	37
4.2.2 Elaboración y aplicación de encuestas para los recolectores de residuos.....	38

4.2.3 Elaboración y aplicación de encuestas para las personas y establecimientos dedicados al tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.	38
4.3 Elaboración de propuestas para la recolección diferenciada de residuos cárnicos en el cantón de Turrialba	39
4.3.1 Encuestas aplicadas a Municipalidades que realizan recolección diferenciada de residuos cárnicos.....	39
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
5.1 Análisis de la gestión de los residuos cárnicos en la planta de matanza, carnicerías y supermercados seleccionados	41
5.1.1 Establecimientos de venta de carne	41
5.1.2 Planta de matanza	50
5.2 Análisis del tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.	52
5.2.1 Encargados del servicio de recolección de residuos	52
5.2.2 Establecimientos para la valorización o disposición final de los residuos cárnicos del cantón.....	55
5.3 Análisis de las encuestas aplicadas a las municipalidades que realizan recolección diferenciada de residuos cárnicos	57
5.4 Planteamiento de propuestas para la recolección diferenciada de residuos cárnicos	59
5.4.1 Determinación de la cantidad de residuos a recolectar.....	59
5.4.2 Elaboración de rutas de recolección	61
5.4.3 Propuestas a plantear para la Municipalidad de Turrialba.....	62
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS.....	71
ANEXOS.....	76
Anexo 1: Encuesta realizada a los establecimientos de venta de carne	76
Anexo 2: Encuesta realizada a los encargados del servicio de recolección.....	77

Anexo 3: Encuesta realizada a los establecimientos de valorización y disposición final	78
Anexo 4: Encuesta realizada a las municipalidades que realizan recolección diferencia de residuos cárnicos	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales 10 países productores de carne de cerdo (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	18
Figura 2. Producción de carne de cerdo por región (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	19
Figura 3. Producción de carne de cerdo del 2000 al 2021 (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	19
Figura 4. Principales 10 países productores de carne de ganado vacuno (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	20
Figura 5. Producción de carne de ganado vacuno por región (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	20
Figura 6. Producción de carne de ganado del 2000 al 2020 (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	20
Figura 7. Comportamiento de producción nacional de cerdo del 2011 al 2015 (Consejo Nacional de Producción, 2015).	24
Figura 8. Comportamiento de oferta de consumo del 2011 al 2015(Consejo Nacional de Producción, 2015).	24
Figura 9. Producción de carne de cerdo en Costa Rica (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	25
Figura 10. Consumo aparente per cápita mensual de carne bovina del 2019 al 2021 (Corporación Ganadera: CORFOGA, 2021).	25
Figura 11. Producción de carne de ganado vacuno en Costa Rica (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).	26
Figura 12. Mapa de la ubicación de Turrialba en la provincia de Cartago, Costa Rica.	35
Figura 13. Mapa de los distritos de Turrialba seleccionados para la aplicación del proyecto. 36	
Figura 14. Mapa de la ubicación de los establecimientos de venta de carne encuestados.	41
Figura 15. Mapa de las carnicerías encuestadas en el distrito La Isabel (café), La Suiza (amarillo), Santa Rosa (celeste), Turrialba (verde).	42
Figura 16. ¿Cada cuánto realizan inspecciones las autoridades de SENASA?	43
Figura 17. ¿Cuáles son los tipos de las carnes que venden?	44
Figura 18. Resumen del proceso que realizan en la carnicería para llegar a los productos de venta.	44
Figura 19. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes del cerdo?	45

Figura 20. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes del cerdo semanalmente?.....	45
Figura 21. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes de la res?.....	46
Figura 22. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes de la res semanalmente?	46
Figura 23. ¿Cuántos son los residuos cárnicos entre res y cerdo generados semanalmente?..	46
Figura 24. ¿Qué tipo de recipiente utilizan para disponer los residuos cárnicos?	48
Figura 25. ¿En qué lugar del establecimiento almacenan los residuos cárnicos?.....	48
Figura 26. Estaría dispuesto a darle un pre-tratamiento (lavado) y un adecuado almacenamiento a los residuos cárnicos con el objetivo de que la Municipalidad los recolecte y los lleve a un centro para su valorización.	50
Figura 27. Residuos cárnicos generados en el proceso del sacrificio animal: (a) Pelos y Cuero, (b) Médula espinal, (c) Patas, (d) Grasa y (e) Cachos y Ojos.....	52
Figura 28. Zonas en donde se encuentran residuos cárnicos según lo indican los recolectores municipales.	53
Figura 29. Residuos cárnicos encontrados durante el servicio de recolección según lo indican los recolectores.....	53
Figura 30. Manera en que se encuentran los residuos cárnicos según los recolectores.	54
Figura 31. Vertedero Municipal del cantón de Turrialba.	56
Figura 32. Residuos cárnicos recolectados durante el pesaje.	60
Figura 33. Rutas de recolección iniciales izquierda (Turrialba, Santa Rosa y La Isabel) y a la derecha (Turrialba, Santa Rosa, La Isabel y La Suiza	61
Figura 34. Ruta de recolección definitiva diferenciada de residuos cárnicos.....	62
Figura 35. Vehículos propuestos para la recolección de residuos cárnicos pick up (izquierda) y vagoneta (derecha).	63
Figura 36. Estañón de 8 galones (RENVASA, n.d.).....	63

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Datos relacionados con la producción de carne de ganado y de cerdo (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).....	18
Cuadro 2. Residuos generados en cada etapa del proceso de sacrificio (Arvanitoyannis & Ladas, 2008).....	22
Cuadro 3. Mataderos asociados a CORFOGA (Corporación Ganadera: CORFOGA, n.d.). ..	26
Cuadro 4. ¿Qué días de la semana generan mayor cantidad de residuos cárnicos?.....	47
Cuadro 5. ¿Qué tipo de tratamiento o disposición final reciben los residuos cárnicos que generan?	49
Cuadro 6. ¿Qué siente que se podría mejorar con respecto al manejo de residuos cárnicos, en su carnicería y/o otras carnicerías?	50
Cuadro 7. Experiencia en la recolección de residuos cárnicos.	55
Cuadro 8. Principales dificultades de la recolección de los residuos cárnicos.	55
Cuadro 9. Información obtenida del centro de valorización y el destino final de los residuos cárnicos del cantón de Turrialba.	57
Cuadro 10. Cantidad de residuos cárnicos generados por día.	60
Cuadro 11. Factores económicos a considerar en la propuesta 1.	67
Cuadro 12. Factores económicos a considerar de la propuesta 2.	68

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
PMGIRS	Programa Municipal de Gestión Integral de Residuos
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
CORFOGA	Corporación Ganadera
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MS	Ministerio de Salud
SENASA	Servicio Nacional de Salud Animal
CNP	Consejo Nacional de Producción
CAPORC	Cámara Costarricense de Porcicultores
CVO	Certificado Veterinario de Operación
PSF	Permiso Sanitario de Funcionamiento
DPAH	Dirección de Protección al Ambiente Humano

RESUMEN

El actual vertedero de la Municipalidad de Turrialba tiene orden sanitaria para realizar su clausura y cierre técnico debido a que no cumple con las condiciones de control que establece el Ministerio de Salud. Parte importante de los residuos que son llevados al vertedero son los provenientes de carnicerías, en especial huesos, grasas y recortes de carne. Además, este tipo de residuos también se ha encontrado en los botaderos ilegales que se han rastreado en el cantón de Turrialba. Al poseer cierre técnico, el Departamento de Gestión de Residuos Sólidos de la Municipalidad debe buscar las vías más adecuadas y económicas para disponer sus residuos. Sumado a esto, los residuos cárnicos dispuestos de una manera inadecuada generan la atracción de vectores, contaminación del suelo y malos olores. Por esta razón, se plantea una propuesta para la gestión de los residuos cárnicos generados en las carnicerías y supermercados del cantón de Turrialba. Se realizaron visitas y encuestas a los establecimientos de venta de carne seleccionados, además se visitó y encuestó a la planta de matanza ubicada en este cantón. Las encuestas aplicadas brindaron información acerca del tratamiento, valorización y disposición final que se les da a estos residuos. De igual manera, los establecimientos, que valorizan y disponen los residuos cárnicos generados en el cantón de Turrialba fueron visitados y encuestados. A partir de las encuestas aplicadas se obtuvo que la planta de matanza genera huesos, grasas, rumen, vísceras, pelos, cuero, patas y ojos, en el caso de las carnicerías generan huesos, grasas y recortes de carne en poca cantidad, todos estos son considerados residuos. Los principales establecimientos que tratan los residuos cárnicos del cantón son Industrias FAT y el vertedero Municipal. Con la información recolectada se logró elaborar dos propuestas que pueden ser aplicadas por la Municipalidad de Turrialba.

Palabras clave: residuos cárnicos, huesos, carnicerías, tratamiento, disposición final y vertedero.

ABSTRACT

The current landfill of the Municipality of Turrialba has a sanitary order to carry out its closure and technical closure because it does not have the control conditions established by the Ministry of Health. An important part of the waste that is taken to the landfill is that from butcher shops, especially bones, fats and meat trimmings. In addition, this type of waste has also been found in the illegal dumps that have been traced in the canton of Turrialba. By having a technical closure, the Department of Solid Waste Management of the Municipality of Turrialba must seek the most appropriate and economical ways to dispose its waste. Also, meat waste disposed of in an inadequate way generates the attraction of vectors, soil contamination and the generation of bad odors. For this reason, a proposal is proposed for the management of meat waste generated in butcher shops and supermarkets in the canton of Turrialba. In order to develop the proposal, visits and surveys were made to selected butcher shops and supermarkets in the canton of Turrialba, in addition, the slaughter plant located in this canton was visited and surveyed. The surveys applied in the meat sales establishments, about the management they give to meat residues provide information about the treatment, recovery and final disposal that is given to these residues in the canton. Similarly, the identified establishments were visited and surveyed. From the applied surveys, it was obtained that the slaughter plant generates bones, fat, rumen, visors, hair, leather, paws and eyes, in the case of butcher shops they generate bones, fat and meat trimmings in small quantities, all these are considered waste. The main establishments that treat meat waste in the canton are Industrias FAT and the Municipal landfill. With the information collected, it was possible to elaborate two proposals that can be applied in the Municipality of Turrialba.

Key words: meat waste, bones, butchers, treatment, final disposal and landfill.

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional Costa Rica ha creado una imagen de ser un país comprometido con el ambiente, específicamente en el tema de la conservación. Gran ejemplo son las Áreas Silvestres Protegidas y la Áreas Marinas protegidas, no obstante, en materia de consumo sostenible el país se ha rezagado. Al elevarse el consumo, aumenta la producción y en consecuencia se genera un incremento en la generación de residuos. A pesar de las existentes leyes en relación a la Gestión Integral de Residuos existen grandes deficiencias a nivel de recolección, separación, acopio y reciclaje. (MINAE et al., 2017)

En el año 2020, en Costa Rica se generaron 1 459 288 toneladas de residuos, los cuales, para el año 2019 se dividieron en 52% residuos orgánicos, 12,3% plásticos y 12,5% papel y cartón (Ministerio de Salud Costa Rica, 2021, 2022). El 52% que se menciona acerca de residuos orgánicos hace referencia a todo material que proviene de la flora o fauna y que puede descomponerse por la acción de los microorganismos (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2017).

De acuerdo con la definición mencionada anteriormente, dentro de la categoría de biodegradables u orgánicos se encuentran los residuos provenientes del proceso de matanza y venta de animales para el consumo humano ya que, son residuos derivados de alguna especie animal.

Alrededor del mundo, la industria cárnica se ubica como uno de los mayores generadores de residuos orgánicos dentro del sector alimentario (Banks & Wang, 2005). A nivel país, la ganadería es importante para el desarrollo económico, agropecuario, comercial y social. Por esta razón, es de interés ambiental considerar el destino final que tienen los residuos cárnicos en Costa Rica.

Los residuos cárnicos, así como los plásticos, el cartón, el papel, entre otros residuos pueden recibir diferentes tratamientos con el objetivo de brindarles un valor. Sin embargo, a nivel nacional solamente el 6,2% de los residuos generados son destinados a centros para su valorización. En lugar de esto, las municipalidades disponen sus residuos en vertederos (no tienen un manejo ambiental adecuado), rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto generando problemas ambientales en el aire, suelo y agua. (Ministerio de Salud Costa Rica, 2022)

El presente trabajo pretende enfrentar la problemática de los residuos cárnicos, iniciando por un cantón de la provincia de Cartago, con el fin de generar una propuesta que sea replicable en diversos sectores del país y abarcar una mayor área de Costa Rica. El sector en el que se realizará el estudio es el cantón número 5 de la provincia de Cartago, se tomó la decisión de realizar el proyecto en esta zona puesto que, la Municipalidad de Turrialba se encontraba interesada en empezar un plan piloto para la recolección diferenciada de residuos cárnicos. En la Municipalidad de Turrialba nace esta iniciativa debido a que, actualmente el vertedero donde disponen sus residuos tiene orden sanitaria para realizar su clausura y cierre técnico.

Turrialba es el cantón más extenso de la provincia de Cartago, está conformado por 12 distritos. Para el 2016 se reportó que la población total del cantón era de 73 524 habitantes, la mayor cantidad de la población se ubica en el distrito de Turrialba y La Suiza. Con respecto a las actividades productivas de la zona, se destacan los comercios, las actividades agrícolas, actividades agropecuarias, la ganadería de leche y de engorde. La producción per-cápita según el Programa Municipal de Gestión Integral de Residuos (PMGIRS) del 2014 es de 0,745 kg/hab/día. La composición de estos residuos según estudios realizados por el PMGIRS 2014 y por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) se divide en biodegradable (37,51%), papel, cartón, plásticos, metales, textiles, polilaminados, vidrio y otros. (Municipalidad de Turrialba, 2021)

OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta para la gestión integral de los residuos cárnicos generados en las carnicerías y supermercados del cantón de Turrialba.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Investigar la gestión actual de los residuos cárnicos en la planta de matanza, carnicerías y supermercados del cantón.

Identificar las opciones de tratamiento, valorización y disposición final existentes en el cantón de Turrialba para los residuos cárnicos.

Proponer acciones para la adecuada gestión de residuos cárnicos para ser implementadas por la Municipalidad de Turrialba.

REVISIÓN DE LITERATURA

En la presente sección se abarcan generalidades, legislación y gestión de residuos de la industria cárnica a nivel mundial, así como, de la industria cárnica en Costa Rica. Se brindará información de la situación actual del cantón de Turrialba en el tema de residuos sólidos. Finalmente se expondrá la problemática ambiental de los residuos cárnicos.

3.1 INDUSTRIA CÁRNICA A NIVEL MUNDIAL

3.1.1 Estadísticas de la producción de carne

La carne se define como aquellas porciones comestibles obtenidas de animales domésticos entre ellos: bovinos, ovinos, porcinos, incluidos animales de granja (Ahmad et al., 2018). La carne es fuente de proteínas, vitaminas, zinc, hierro, selenio, fósforo y micronutrientes que son de gran importancia en el crecimiento y el desarrollo de la salud humana (Ahmad et al., 2018; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014). Se encuentra dentro de los productos alimenticios naturales más importantes, con gran aporte nutritivo y, además, ricos en energía. Adicionalmente, la carne ayuda a satisfacer la mayoría de las necesidades corporales de los humanos. También, ha colaborado con la evolución del ser humano, específicamente, en su desarrollo cerebral e intelectual. No obstante, la calidad de la carne depende de la raza, la fuente de alimento, la genética y las técnicas post mortem del animal. (Ahmad et al., 2018)

Debido a este gran aporte nutricional, el consumo y producción de alimentos de origen animal ha crecido rápidamente (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014). Además, el aumento de la población ha ocasionado un alza en la demanda de la producción ganadera, provocando que los países desarrollados hayan alcanzado altos niveles de crianza de ganado. El consumo de carne a nivel mundial ha incrementado con respecto al aumento de los ingresos de las personas, sustituyendo el consumo de otros alimentos. Sin embargo, este aumento de consumo de carne se ha generado principalmente en los países desarrollados puesto que, el consumo en estos países es dos veces más que el nivel promedio mundial. (Uçak, 2007)

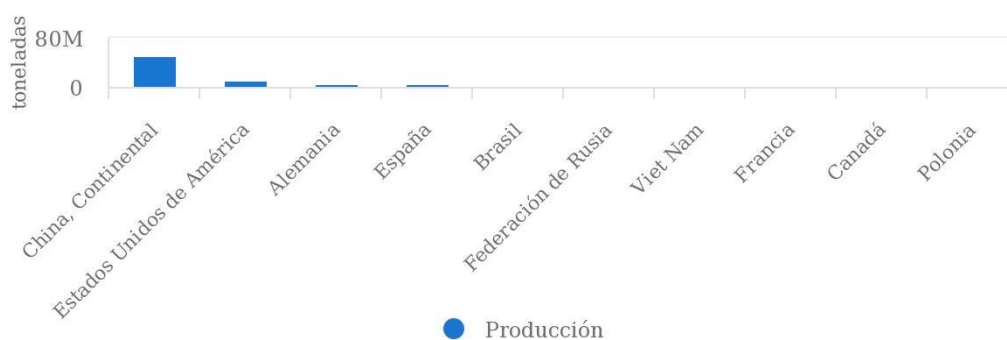
La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se encarga de medir diferentes parámetros con respecto a la ganadería primaria, entre estos parámetros se encuentran: animales de producción o sacrificados (cabezas), cantidad de

producción (toneladas) y el peso de la canal (hectogramo/animal). Esta información se puede encontrar para cada país, de manera individual, o de manera conjunta a nivel mundial. En el Cuadro 1 se pueden apreciar los datos correspondientes al 2020 a nivel mundial, tanto para la carne de ganado vacuno como para la carne de cerdo. Como se puede observar la cantidad de cerdo es mayor que la de ganado vacuno al comparar los datos de los animales de producción y a la cantidad producida, y como es de esperar el peso del canal es mucho mayor en el ganado vacuno que en el cerdo.

Cuadro 1. Datos relacionados con la producción de carne de ganado y de cerdo (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).

Tipo de carne	Animales de producción (cabeza)	Cantidad de producción (toneladas)	Peso de la canal (hg/An)
Ganado Vacuno	293 196 735	67 883 097	2 315
Cerdo	1 511 512 828	109 835 405	727

La FAO también brinda comparaciones de los datos mencionados anteriormente, entre diferentes países. En la Figura 1 se pueden apreciar los mayores 10 productores de carne de cerdo alrededor del mundo entre los años 2015 al 2020, entre los cuales lidera China como mayor productor. La Figura 2 muestra que el continente que produce mayor cantidad de carne de cerdo, con un 53,9 % es Asia. Por último, en la Figura 3 se observa el incremento en la producción de carne de cerdo del año 2000 al 2018, con una ligera disminución para el año 2019 y con un incremento de 199 674 toneladas del año 2019 al 2020.



Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

Figura 1. Principales 10 países productores de carne de cerdo (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).

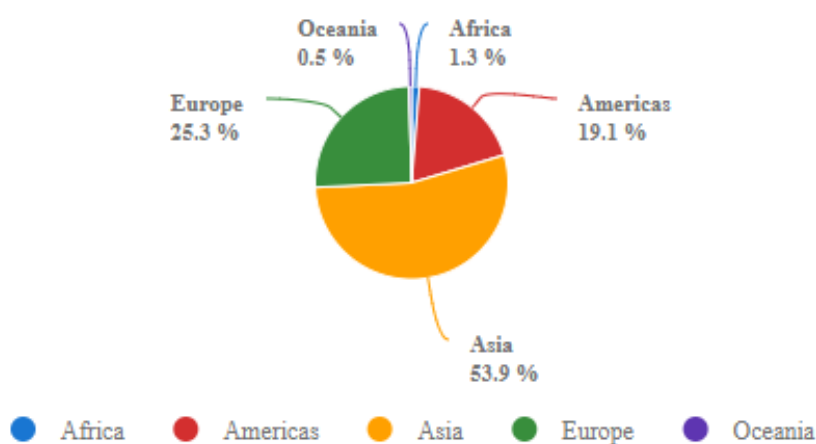
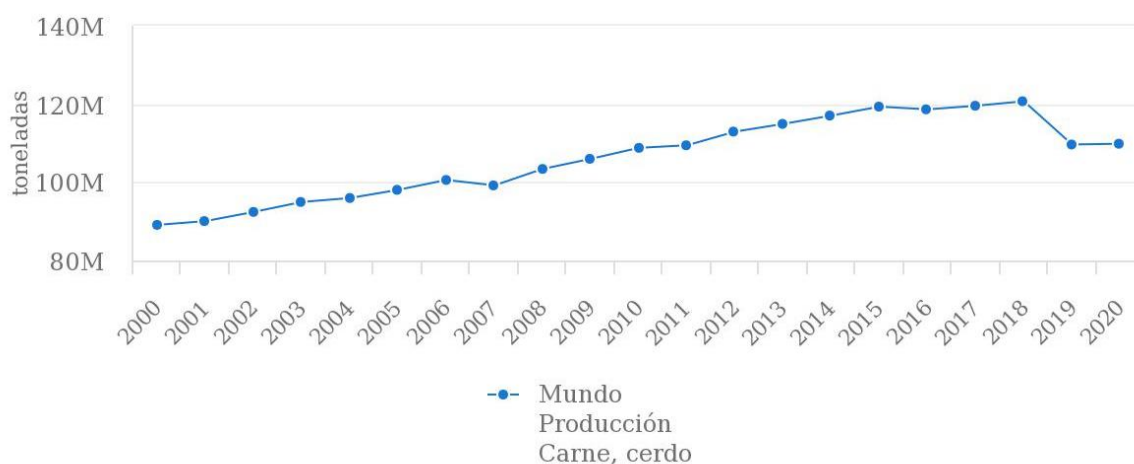


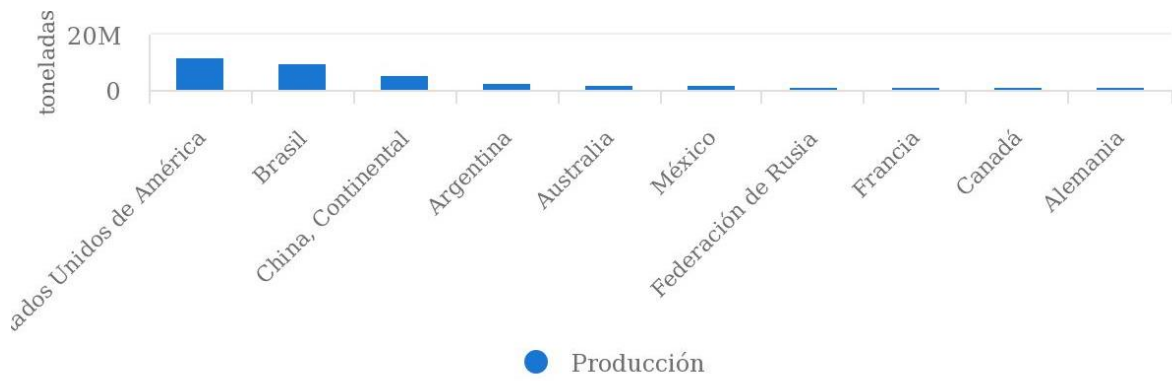
Figura 2. Producción de carne de cerdo por región (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).



Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

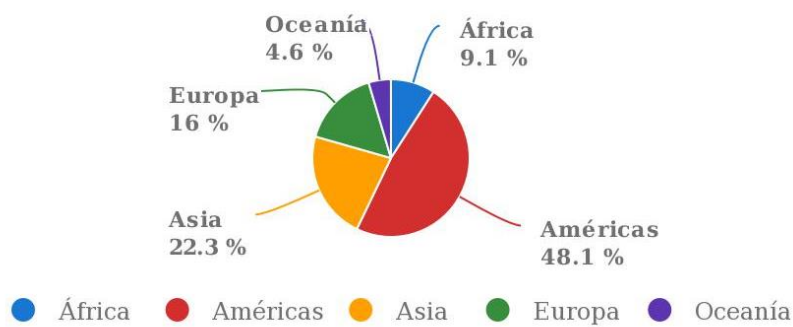
Figura 3. Producción de carne de cerdo del 2000 al 2021 (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).

De igual manera, la Figura 4 indica que el mayor productor de carne de ganado vacuno desde el año 2015 al 2020 fue Estados Unidos. Con respecto a la Figura 5, el continente que produce la mayor cantidad de carne de ganado vacuno es América, con un 48,1%. Finalmente, la Figura 6 demuestra el considerable y constante incremento en la producción de carne de ganado vacuno durante el periodo 2000 al 2020.



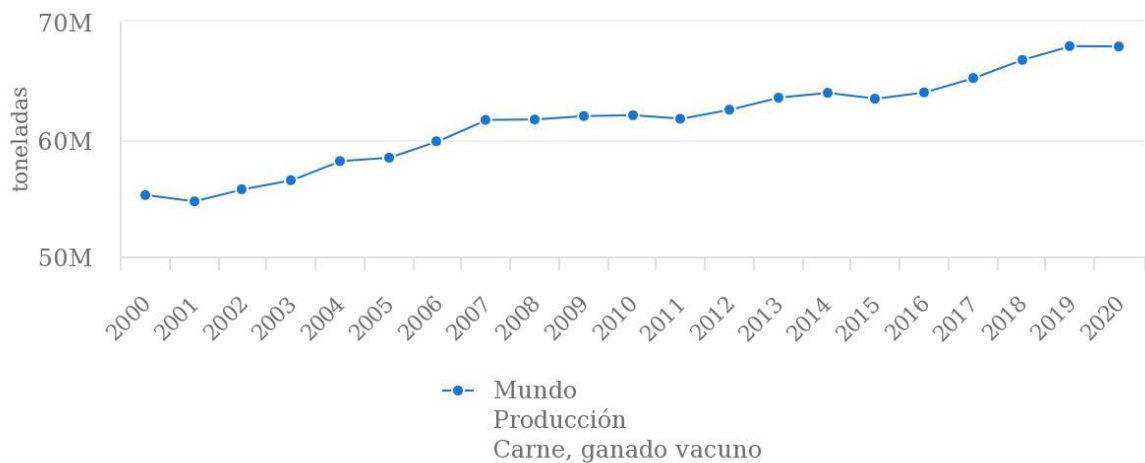
Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

Figura 4. Principales 10 países productores de carne de ganado vacuno (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).



Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

Figura 5. Producción de carne de ganado vacuno por región (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).



Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

Figura 6. Producción de carne de ganado del 2000 al 2020 (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).

3.1.2 Proceso para la producción de carne

Las plantas de matanza, plantas de sacrificio animal o comúnmente conocidos como mataderos, hacen referencia a cualquier lugar dedicado al sacrificio de animales para consumo humano (KEBS, 2018). El proceso para el sacrificio es básicamente el mismo para todas las especies

animales. Las operaciones empiezan desde que el animal es llevado desde la granja hasta el matadero, pasando por un aturdimiento, sangrado, depilación o eliminación de la piel, evisceración y enfriamiento, las cuales se amplían a continuación. Es importante recalcar que los animales siguen vivos luego del aturdimiento y el sangrado, los cuales son pasos críticos desde el punto de vista de bienestar animal. (FAO, 2019)

El aturdimiento, es el paso en el cual el animal se vuelve insensible al sacrificio. Existen diferentes métodos, los mecánicos como pistolas de perno cautivo penetrante y no penetrante, eléctricos, como electrodos secos y baños de agua y, atmosfera controlada como la variación de dióxido de carbono. El segundo paso es el sangrado, donde se cortan los principales vasos sanguíneos del cuello para permitir que la sangre drene la canal, lo que ocasiona la muerte del animal. En esta parte del proceso se utiliza un cuchillo limpio y afilado. El tercer paso es el corte de cuerno, extracción de cascos, corte alrededor del ano, entre otros. Seguidamente, en el caso de los cerdos se escaldan, que consiste en calentar el cadáver del animal para aflojar los pelos, con el propósito de facilitar su extracción. Después, se retira el pelo del animal, puede realizarse de manera manual o automática (maquinas con dedos giratorios). En el caso de otros animales se procede a quitar la piel o el cuero, se corta desde el orificio del ano hasta la garganta y se fija a un equipo que tira de la piel para su extracción. La evisceración es el quinto paso, en el cual se extraen las vísceras, el corazón y otros órganos. El proceso de buenas prácticas de higiene es esencial para prevenir o minimizar la contaminación microbiana. Como último punto, se deben colocar las canales en frío hasta su consumo o envío, con el objetivo de limitar el crecimiento microbiano y prolongar la vida útil de la carne. Canal hace referencia al cuerpo del animal una vez que ha sido desangrado, eviscerado y no posee extremidades ni cabeza (Robaina, 2012). (FAO, 2019)

Complementando a lo mencionado anteriormente, se debe realizar una inspección tanto antes de la muerte (ante-mortem) como después de la muerte (post-mortem). El primero relacionado con la salud pública, la salud y bienestar animal. El segundo se gestiona con el fin de determinar la seguridad y la idoneidad de las partes destinadas a consumo humano. De igual manera, la FAO enlista las principales buenas prácticas de higiene y de los análisis de riesgos y puntos críticos de control que tienen que tomar en cuenta los establecimientos dedicados al sacrificio de animales. Incluso brinda la legislación correspondiente relacionada con la inspección de la carne. (FAO, 2019)

Visualizando de manera global el proceso de la carne, después de sacrificar el animal, la canal se vende a las carnicerías, las cuales, están encargadas de su procesamiento y comercialización, por partes (Vásquez, 2017). Sin embargo, la venta de los productos cárnicos se realiza también, mediante empresas formales como distribuidores especializados en carnes, grandes cadenas de autoservicios y supermercados y mercados de menor tamaño (Acebo Plaza & Castillo, 2016).

3.1.3 Tratamientos y valorización de residuos cárnicos

Previamente, se mencionaron los diferentes procesos que se realizan en una planta de matanza, donde se puede percibir que en la mayoría de ellos se genera algún tipo de residuo sea sólido o líquido. Inclusive, la industria cárnica se encuentra entre los mayores productores de residuos orgánicos en el sector de alimentos (Banks & Wang, 2005). Gran parte de estos residuos poseen una elevada cantidad de carga orgánica y baja relación carbono/nitrógeno. Entre un 32% a un 68% en peso del animal sacrificado, es considerado para consumo humano, por ende, el porcentaje restante son residuos. (Jurado, 2018)

A continuación, se muestran los residuos generados en las diferentes etapas del proceso de sacrificio, adicionalmente, durante todo el procedimiento se produce gran cantidad de agua residual.

Cuadro 2. Residuos generados en cada etapa del proceso de sacrificio (Arvanitoyannis & Ladas, 2008).

Etapas	Residuo
Estancia en el establo	Estiércol
Aturdimiento y sangrado	Sangre y aguas residuales con sangre
Corte de cuerno y extracción de cascos	Cascos de las cabezas y cachos
Extracción de piel o pelo	Piel o pelo
Evisceración	Vísceras, rumen del estómago, grasa y recortes de carne

La magnitud de residuos generados ha ocasionado una preocupación social importante debido a que, los residuos causan diversos problemas ambientales (Arvanitoyannis & Ladas, 2008; Jurado, 2018). Por esta razón, la misma sociedad se ha encargado de buscar soluciones para una adecuada gestión de los residuos cárnicos. En la actualidad, los avances tecnológicos permiten realizar estos procesos de sacrificio con medidas ambientales más respetuosas, utilizando menos cantidad de recursos y generando menos cantidad de residuos. Sin embargo, aquellos residuos que aún se siguen generando pueden recibir diferentes técnicas de tratamiento o valorización (Jurado, 2018).

Uno de los métodos más antiguos para disponer los residuos cárnicos, es el entierro. También se tiene la combustión, la cual transforma la materia orgánica en energía, consiste en que el oxígeno reacciona con el combustible y produce dióxido de carbono, agua y calor. La pirólisis es un proceso donde los residuos se degradan térmicamente, en ausencia total de oxígeno. (Jurado, 2018)

Otra opción para el tratamiento y valorización de los residuos cárnicos es el rendering. Este es un proceso donde las partes del animal muerto se cocinan, se les elimina la humedad, logrando la separación de los materiales en harinas de proteína animal estériles y productos grasos como sebo y harina de carne, huesos y sangre. Este método valoriza aquellos residuos que mediante otros métodos no podrían ser utilizados, reduciendo la cantidad de residuos que no reciben ningún tipo de tratamiento. (Ministry of Attorney General, 2010)

Existen otras maneras de aprovechar algunos de los residuos cárnicos, un ejemplo de ello es la bioenergía. Consiste en la producción de energía a partir de biomasa, es decir, materia viva o derivada de seres vivos. Para el caso específico de las grasas animales, se puede generar biodiesel, el cual se debe a la transesterificación de la reacción química entre los ácidos grasos que pueden proceder de estos residuos. (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018)

También, la producción de biogás como subproducto de la biodigestión puede servir en la generación de energía eléctrica o térmica. No obstante, en ciertas ocasiones, es necesario mezclar diferentes residuos, en este caso cárnicos, con otros residuos que se originen en la agroindustria. (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018)

Otro aporte que podrían tener los recortes de carne y huesos de tamaño pequeño es el compostaje, que contribuye a mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo, además de su capacidad productiva. El compost tiene como fin recuperar residuos orgánicos heterogéneos por medio de un bioproceso aeróbico. (Vargas Corredor & Pérez Pérez, 2018)

3.2 INDUSTRIA CÁRNICA EN COSTA RICA

3.2.1 Estadísticas de la producción de carne

Costa Rica, se ha caracterizado por ser un país agropecuario (Martínez, 2009), donde sobresale la actividad ganadera, la cual se encuentra distribuida por todo el territorio (Carrillo Villareal et al., 2018; Martínez, 2009). Específicamente, la ganadería bovina ha sido de suma

importancia en el desarrollo del país, contribuyendo al crecimiento económico, agropecuario, comercial y social de los costarricenses (Martínez, 2009). A nivel nacional los productos cárnicos apoyan a la seguridad económica, alimentaria y nutricional de los hogares. Debido a su valor nutricional, el consumo de carne en pequeñas cantidades podría mejorar la salud nutricional de las familias de bajos ingresos (Carrillo Villareal et al., 2018).

Con respecto a la producción nacional de cerdo (animales no sacrificados), en la Figura 7 podemos observar que con el pasar de los años ha ido incrementando linealmente. Para el 2015, con respecto al 2014, el incremento fue de un 4% y con relación al 2013, el aumento fue de un 10%. De igual manera, la oferta de consumo ha sido mayor conforme pasan los años, creciendo en un 7% del 2014 al 2015 (Figura 8).

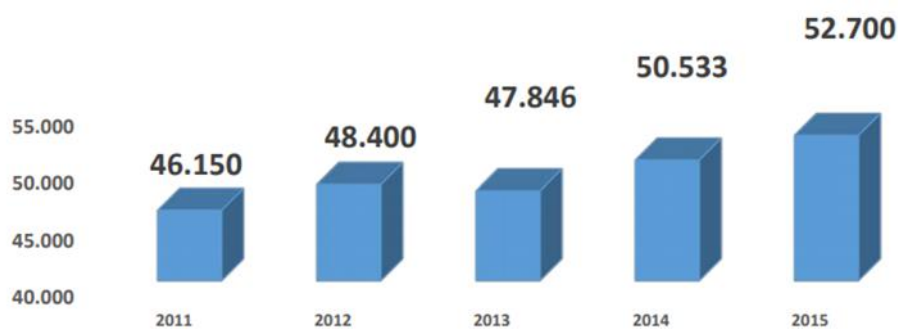


Figura 7. Comportamiento de producción nacional de cerdo del 2011 al 2015 (Consejo Nacional de Producción, 2015).

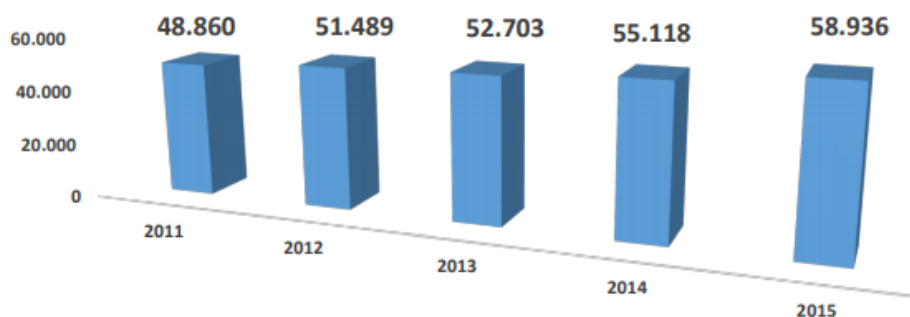
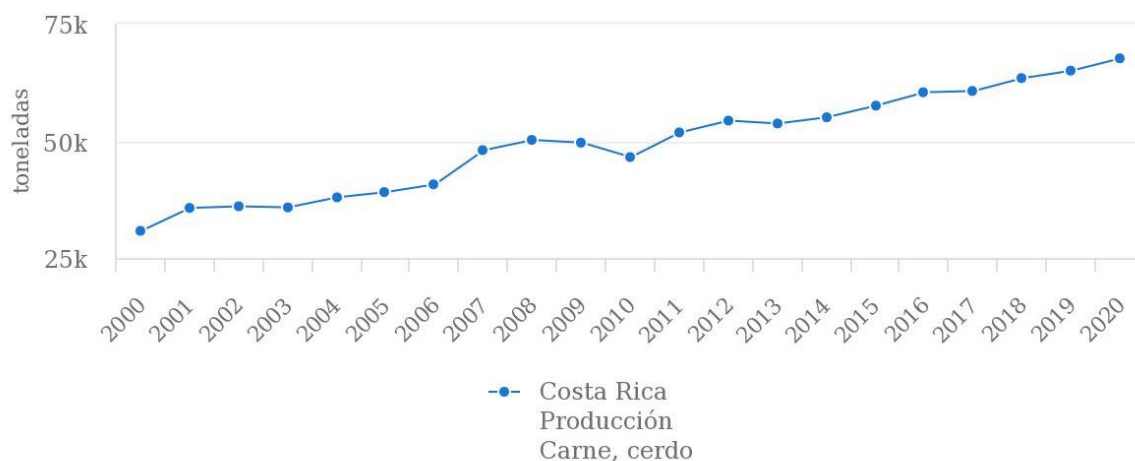


Figura 8. Comportamiento de oferta de consumo del 2011 al 2015 (Consejo Nacional de Producción, 2015).

Adicionalmente la FAO, brinda información acerca de la producción de alimentos de Costa Rica, incluyendo la producción de carne de cerdo. En la Figura 9 se puede observar como del 2000 al 2020 la producción de carne de cerdo ha incrementado constantemente, alcanzando una producción en el 2020 de 67 607 toneladas.



Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

Figura 9. Producción de carne de cerdo en Costa Rica (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).

Por otro lado, con respecto a la carne de ganado vacuno se muestran las siguientes estadísticas. Se puede apreciar que al comparar el año 2019 y 2020, en la mayoría de los meses el consumo de carne disminuyó, en cierta proporción, con excepción en los meses de noviembre y diciembre (Figura 10). Esta disminución se debe a la falta de dinamismo de la producción, al incremento en el costo de los insumos y al crecimiento del empleo y salarios. Adicionalmente, en un estudio se estimó que la producción total de carne disminuiría un 1,7% en el año 2020 a causa de la pandemia del COVID-19 y a un efecto de las sequías (Solano et al., 2021).

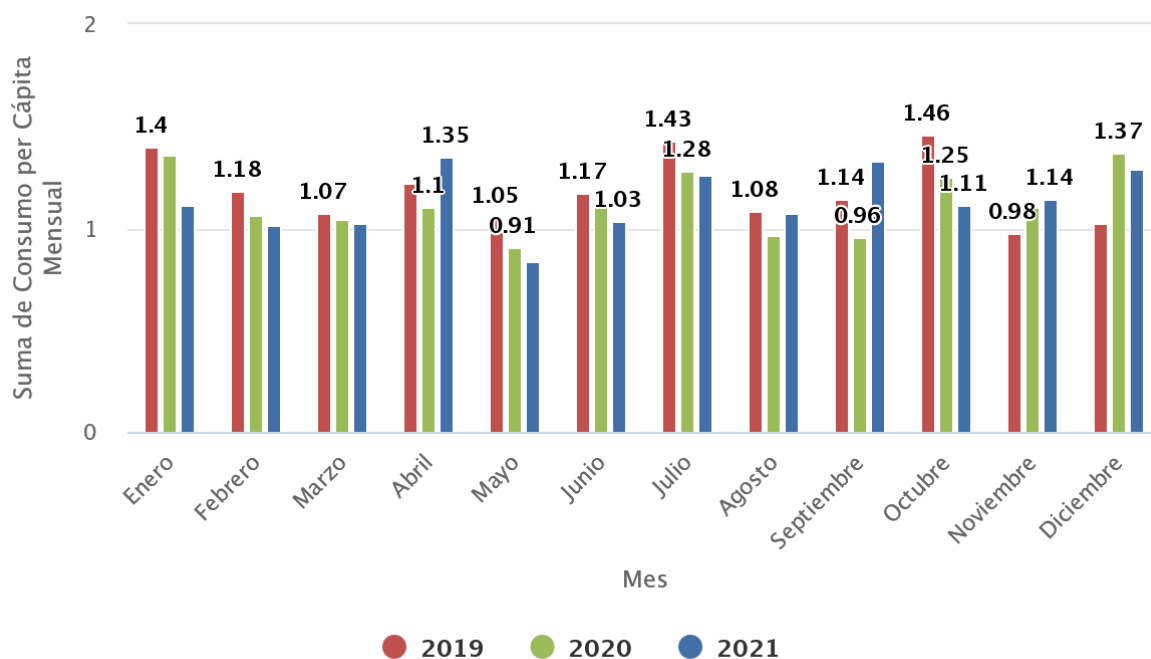
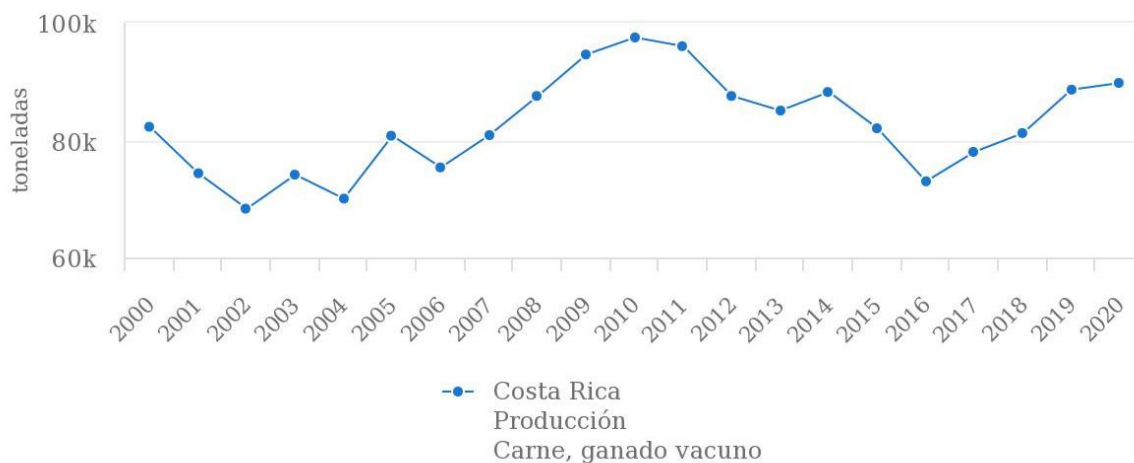


Figura 10. Consumo aparente per cápita mensual de carne bovina del 2019 al 2021 (Corporación Ganadera: CORFOGA, 2021).

En la Figura 11 se puede apreciar que la producción de carne de ganado vacuno ha sido fluctuante, con un crecimiento continuo del año 2016 al 2020. La producción en el año 2020 fue de 89 744 toneladas.



Source: FAOSTAT (ene. 28, 2022)

Figura 11. Producción de carne de ganado vacuno en Costa Rica (Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021).

3.2.2 Plantas de matanza

A nivel país existen diversas plantas de matanza, algunas de ellas se encuentran asociadas a la Corporación Ganadera CORFOGA, la cual es un ente público no estatal, creado por Ley 7837, que tiene como objetivo el fomento de la ganadería bovina de Costa Rica (Corporación Ganadera (CORFOGA), n.d.). Dividiéndolas por provincia, las plantas de matanza asociadas a CORFOGA se muestran en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Mataderos asociados a CORFOGA (Corporación Ganadera: CORFOGA, n.d.).

Provincia	Mataderos
San José	Coopecarnisur
Alajuela	Agropecuaria la Codorniz SRL, Instituto Tecnológico, María Edith Jiménez (ferji), Matadero Santa Rosa Pocosol, Coopemontecillos R.L., Gico (ganaderosindustriales), Matadero del Valle y Universidad Técnica Nacional
Cartago	Dreama S.A. (matadero de Turrialba)
Heredia	CIISA (El Arreo) y Matadero Gaza
Guanacaste	Matadero C.T.P Hojanca, Santa Cecilia y Matadero Regional RECEPO
Puntarenas	Carnes Cinco Estrellas S.A., Matadero la Cuesta (asoexbrunca), Matadero Torre Alta (San Vito Coto Brus), Marjava y Matadero Montecristo.
Limón	Pandora

En Costa Rica existe una clasificación para los mataderos o plantas de matanza: clase A, clase B y clase C. El matadero clase A es el que ha sido aprobado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y por el Ministerio de Salud (MS) para exportar carnes y sus derivados, además, debe cumplir con los requisitos de los países importadores y con los requisitos presentes en el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes N° 29588-MAG-S. El matadero clase B, de igual manera, debe ser aprobado por el MAG y MS, también debe cumplir con ciertos requisitos estipulados en el reglamento. La diferencia que posee el matadero clase B es que solamente están autorizados para consumo nacional. Finalmente, los mataderos clase C son aquellos de zonas rurales, igualmente autorizados por el MS y el MAG, y, que comercializan sus productos únicamente en el área que comprende a su distrito. (Reglamento Para La Aplicación y Uso de Efluentes Provenientes de Granjas Porcinas, 2020)

En la sección 3.1 se explicó el procedimiento general que se realiza en una planta de matanza. A continuación, se comenta este mismo procedimiento, pero con respecto a una planta de matanza costarricense. De manera general, el proceso del sacrificio del animal inicia desde la recepción, seguido de reposo y ayuno del mismo, insensibilizado, degollado y desangrado, desollado de cabeza y descornado, corte de cabeza, corte de miembros anteriores, corte del rabo, extracción y embolsado del ano, faldeo y corte de miembros posteriores, remoción y exposición de genitales, faldeo de miembros anteriores, corte de esternón, descuerado, eviscerado y corte sagital. Al finalizar, se realiza una inspección de cero contaminación fecal, inspección de la canal y pesado, lavado de la canal, identificación y sellado, baño con ácido peracético y el enfriamiento de la canal para su posterior entrega. (Planta de Matanza ITCR, 2015)

En el paso donde se realiza el corte de cabeza se extrae lo comestible, aquello que no sea comestible o es material de decomiso se considera residuo. En la sección de eviscerado, en el momento que se inspeccionan las vísceras hay un porcentaje de ellas que se consideran no comestibles, es decir residuos. Por último, durante la inspección de la canal y pesado se retira la médula espinal, lo que se considera también como residuo. (Planta de Matanza ITCR, 2015)

El material de decomiso hace referencia a la carne que no es apta para consumo humano, por ende, se impide su comercialización. Algunas circunstancias en las cuales la carne o incluso la canal es declarada como material decomisado, son las siguientes: animales con enfermedad generalizada, infecciones parasitarias generalizadas, contiene residuos o contaminantes que

superen los niveles establecidos en la normativa, carne de la zona de sangrado, animales muertos antes del sacrificio, contiene cuerpos extraños, entre otras. Se recomienda, que el material decomisado debe ser destruido, ser utilizado en alimento para animales o en uso industrial no alimentario (AD-SOLUTION UG-ALEMANIA et al., 2012). En el artículo 139 del Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes (2001) indica que el material decomisado y residuos que no constituyan un riesgo para la salud pública o animal pueden ser enviados sin tratamiento previo a centros de aprovechamiento industrial para la elaboración de alimento para animales.

3.2.3 Tratamientos y valorización de residuos cárnicos

Según lo establecido anteriormente se puede apreciar que se generan diferentes residuos cárnicos debido al sacrificio animal. Algunos estudios realizados en Costa Rica muestran alternativas para el tratamiento y valorización de algunos de estos residuos. El sistema anaeróbico es una de las opciones para el manejo de residuos cárnicos, aplicadas en el país. La sangre, el contenido ruminal, tejido muscular, grasa y recortes de carne son residuos que se pueden incluir en el proceso anaeróbico. Para ejecutar adecuadamente este proceso, se realiza un pretratamiento que consiste en separar grasas, sólidos gruesos sedimentables y materias suspendidas que son utilizados para la elaboración de abono por medio del compostaje. El sistema anaerobio permite la generación de biogás con el fin de obtener energía térmica. (AD-SOLUTION UG-ALEMANIA et al., 2012)

Por otro lado, existen empresas dedicadas al tratamiento y valorización de residuos de grasas, huesos, recortes de carne y sangre. Entre estas empresas se encuentra H&M, empresa constructora que inicio la producción de biodiesel a partir de desechos de aceites y grasa bovinas. Inicialmente, la empresa empezó a producir biodiesel, haciendo uso de aceites de desecho de sodas, restaurantes, hoteles, hospitales, sebo de animal y desechos de carnicerías, con el fin de abastecer la flotilla vehicular de la empresa. Sin embargo, más adelante aumentaron su producción para la venta al público (Grupo H&M, 2016).

Se encuentra CORIMEX, S.A donde utilizan la sangre fetal bovina para la fabricación de productos con aplicación en las áreas de inmunología, virología, ingeniería genética, farmacología y otras áreas de investigación biomédica (CORIMEX S.A, n.d.).

En Costa Rica existen empresas dedicadas al rendering de residuos de pescado, res, cerdo y pollo. Algunas de las empresas dedicadas al proceso de rendering de cerdo y res son: Matadero

del Valle S.A, Industria FAT, Walmart, Montecillos y El Arreo (Asociación Latinoamericana de Plantas de Rendimiento, 2018; Esencial Costa Rica, 2021).

Industrias FAT, es una empresa ubicada en La Cangreja de El Guarco, en la provincia de Cartago, dedicada al rendering. Realizan un proceso de deshidratación de residuos cárnicos, donde el primer paso es introducir los residuos por una trituradora con el fin de obtener partículas pequeñas del residuo. Seguidamente, se cocinan a una temperatura de 140°C, se secan o centrifugan, obteniendo dos productos. El primer producto es un sólido seco, utilizado como materia prima para alimento de animales, el cual está garantizado con un 40-42% de Proteína, Calcio y Fósforo. El segundo producto son las grasas o sebo, utilizado como saborizante para los mismos alimentos de animal o para hacer jabones. (Ramírez et al., 2020)

3.2.4 Legislación e instituciones involucradas

Dentro de las principales instituciones involucradas en el tema de residuos cárnicos se encuentra el Ministerio de Salud debido a que, vela por el desarrollo de acciones que protejan y mejoren el estado de salud física, mental y social de los habitantes además es el ente rector en materia de gestión de residuos sólidos (Ministerio de Salud Costa Rica, 2016). El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), es el encargado de promover el desarrollo de capacidades técnicas y de gestión empresarial en los sistemas productivos y en las organizaciones agropecuarias (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2014).

El Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) es un órgano adscrito al MAG delegado de tareas como la salud animal, salud pública veterinaria y ambiental. SENASA opera las etapas de producción, transformación y distribución de productos de origen animal (Servicio Nacional de Salud Animal, MAG, 2017). El Consejo Nacional de Producción (CNP) presta bienes y servicios para la competitividad y sostenibilidad del sector agropecuario (Consejo Nacional de Producción (CNP), 2021). La Corporación Ganadera (CORFOGA) fomenta la ganadería bovina de Costa Rica y la Cámara Costarricense de Porcicultores (CAPORC) representa al sector porcicultor ante el estado, además defiende los intereses de los productores de carne de cerdo (Cámara Costarricense de Porcicultores (CAPORC), n.d.; Corporación Ganadera (CORFOGA), n.d.).

Por último, las instituciones encargadas de la recolección de residuos cárnicos de los hogares y comercios son las Municipalidades, como lo dice el Código Municipal son las encargadas de la prestación de servicios públicos (Código Municipal, 1998).

La legislación pertinente al tema de los residuos cárnicos y plantas de matanza se presentará a continuación desde lo más general a lo más específico. Es importante considerar la Ley General de la Salud N° 5395, que tiene por objeto velar por la salud de la población (Ley General de Salud, 1973). La Ley Orgánica del Ambiente N° 7554 funciona como medio para dotar a la población y el Estado de instrumentos para obtener un ambiente sano y ecológicamente equilibrado (Ley Orgánica Del Ambiente, 1995). Además, se debe contemplar la Ley para la Gestión Integral de Residuos N° 8839 y su respectivo Reglamento puesto que, tienen como fin regular la gestión integral de toda clase de residuos y el uso eficiente de recursos (Ley Para La Gestión Integral de Residuos, 2010). Cabe resaltar los siguientes artículos, que hacen referencia a la responsabilidad que poseen las entidades que generan residuos:

ARTÍCULO 14°-Programas de residuos por parte de los generadores: Todo generador debe contar y mantener actualizado un programa de manejo integral de residuos. En caso de que el programa incluya la entrega de residuos a gestores autorizados, el generador debe vigilar que esté autorizado para el manejo sanitario y ambiental de acuerdo con los principios de esta Ley. Este programa debe ser elaborado e implementado por el generador para el seguimiento y monitoreo por parte de los funcionarios del Ministerio de Salud.

ARTÍCULO 44°- Generadores de residuos ordinarios De acuerdo con las condiciones que determinen los reglamentos respectivos, los generadores de residuos ordinarios estarán obligados a separarlos y clasificarlos para su valorización o disposición final por sus propios medios a través de gestores autorizados o a través de las municipalidades

El artículo 43 de la Ley N°8839 enlista las obligaciones que deben tener los generadores en cuenta a los residuos que producen. El artículo 45 comenta que los residuos recolectados serán propiedad y responsabilidad de las municipalidades, sin embargo, estos pueden ser recolectados por un gestor autorizado con el debido permiso de parte de la municipalidad. (Ley Para La Gestión Integral de Residuos, 2010)

Los establecimientos donde se realiza el expendido de carnes y sus derivados, son llamados carnicerías o expendidos. Al igual que las plantas de matanza, las carnicerías deben cumplir con requisitos establecidos en el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes N° 29588-MAG-S. Cabe resaltar que estos

establecimientos deben contar con recipientes de uso exclusivo para la disposición de desechos, lisos, impermeables, resistentes, con tapa ajustada y de fácil limpieza. (Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes, 2001)

Adicionalmente, el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) indican que los establecimientos de producción pecuaria, en los cuales se comercialicen, elaboren, importen, almacenen, fraccionen o transporten productos y subproductos de origen animal, deben tramitar el Certificado Veterinario de Operación (CVO) para poder realizar sus actividades. El CVO es equivalente al Permiso Sanitario de Funcionamiento (PSF) que brinda el Ministerio de Salud (Ministerio de Agricultura y Ganadería et al., n.d.). Por esta razón, los expendidos de carne deben seguir las indicaciones estipuladas en el Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación N° 34859-MAG, que tiene por objetivo establecer requisitos en el ámbito sanitario de ubicación y condiciones físicas que deben cumplir estos establecimientos con el debido respeto ambiental (Reglamento General Para El Otorgamiento Del Certificado Veterinario de Operación, 2008).

En el caso del Reglamento para la aplicación y uso de efluentes provenientes de granjas porcinas N° 42367-MAG se debe resaltar el artículo 4 (Reglamento Para La Aplicación y Uso de Efluentes Provenientes de Granjas Porcinas, 2020):

ARTÍCULO 4°-Plan de aplicación y uso de efluentes provenientes de granjas porcinas:
La aplicación de aguas del efluente proveniente de la salida de la última etapa del sistema de tratamiento de aguas residuales de granjas porcinas, como enmienda de origen natural en los terrenos, debe contar con el visto bueno de un profesional del área de la Agronomía y deberá seguir los criterios que se demanden.

El Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes N° 29588-MAG-S, el cual tiene como objeto establecer los requisitos físicos-sanitarios de operación y protección al ambiente que deben tener los establecimientos dedicados al sacrificio de animales, lo correspondiente al transporte y el almacenamiento de productos cárnicos. Algunos artículos a recalcar son (Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes, 2001):

ARTÍCULO 14.-Los mataderos, plantas de deshuese y fábricas de embutidos, deberán contar con un plan documentado de manejo de desechos sólidos, aprobado por la Dirección de Protección al Ambiente Humano del Ministerio de Salud (DPAH).

ARTÍCULO 66.-Contar con instalaciones externas para el aprovechamiento industrial o para el almacenamiento temporal, de patas, desechos y decomisos, garantizando la eliminación sanitaria de los mismos.

ARTÍCULO 139.-Los decomisos y desechos que no constituyan un riesgo para la salud pública o animal, podrán ser enviados sin tratamiento previo, en vehículos y recipientes exclusivos para ese fin, debidamente marchamados, acompañados de una guía sanitaria, por cada envío, emitida por el médico veterinario inspector a los siguientes destinos:

- a) Centros de aprovechamiento industrial para la elaboración de alimentos para animales, o en el caso del cebo para la elaboración de jabón.
- b) Centros de enseñanza e investigación.
- c) Alimentación directa de animales en zoológicos u otros.

3.3 GESTIÓN DE RESIDOS EN EL CANTÓN DE TURRIALBA

Turrialba es el cantón número 5 de la provincia de Cartago, el más extenso con 1642,7 km². Posee 12 distritos: Turrialba, La Suiza, Peralta, Santa Cruz, Santa Teresita, Pavones, Tuis, Tayutic, Santa Rosa, Tres Equis, La Isabel y Chirripó (Figura 12). Para el año 2016 se estimó una población de 73 524 habitantes, con una proyección de 73 606 para el 2021. Los distritos con mayor población son Turrialba con 27 285 habitantes, La Suiza con 8000 habitantes y la Isabel con 6326 habitantes. En el año 2011 la cantidad de viviendas estimadas fueron de 20 453. (Municipalidad de Turrialba, 2021)

En relación con las actividades productivas del cantón, se encuentran el comercio, actividades agropecuarias incluyendo la ganadería de leche y de engorde. En los distritos con mayor población destacan las actividades del café, caña, ganadería y lechería. De 1962 patentes brindadas por la Municipalidad de Turrialba el 65% pertenecen al distrito de Turrialba y un 9% a La Suiza. Es importante considerar la oferta turística que posee el cantón como lo es el Parque Nacional Volcán Turrialba, Parque Nacional Barbilla, Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte, Parque Nacional Chirripó, Reserva Forestal Río Pacuare, Monumento Nacional Guayabo, entre otros. (Municipalidad de Turrialba, 2021)

La producción per cápita de residuos sólidos estimada para el año 2014 fue de 0,745 kg/hab/día. La composición de los residuos recolectados de las viviendas se distribuye de la siguiente manera: biodegradables 37,51%, papel 6,96%, cartón 3,31%, plásticos 9,44%, metales 1,16%, textiles 1,84%, polilaminados 0,60%, vidrio 0,71% y otros 38,47%. En el caso de los residuos recolectados de los comercios se divide en: biodegradables 22,01%, papel 6,54%, cartón 28,85%, plásticos 11,33%, metales 2,76%, textiles 1,69%, polilaminados 0,12% y otros 26,02%. Dentro de la categoría de biodegradables se encuentran los restos de comida, hojas, residuos de pequeña agroindustria y residuos de jardín. (Municipalidad de Turrialba, 2021)

El servicio de recolección de residuos del cantón de Turrialba solamente se realiza en el distrito de Turrialba, La Suiza, Santa Rosa y La Isabel, sin embargo, no se realiza en todos los barrios de cada distrito. En los restantes 8 distritos los residuos son recolectados por servicio privado puesto que, por el difícil acceso, el presupuesto, la gestión de cobro y costos el servicio de recolección Municipal no llega hasta estos sectores. La recolección se realiza con tres vehículos tipo prensa y una vagoneta pequeña de 3 toneladas. (Municipalidad de Turrialba, 2021)

Actualmente los residuos son recolectados y llevados al vertedero municipal, el cual tiene un permiso temporal de operación ya que, al no cumplir con las condiciones técnicas de un relleno sanitario tiene orden sanitaria para su clausura y cierre técnico (Municipalidad de Turrialba, 2021).

Debido al porcentaje de residuos orgánicos que se están generando y que tienen como destino final el vertedero Municipal de Turrialba, la Municipalidad, considera en su Plan Municipal que deben fortalecer los programas relacionados con el manejo de residuos orgánicos (Municipalidad de Turrialba, 2021).

3.4 PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LOS RESIDUOS CÁRNICOS

Tal y como se menciona anteriormente, pero que es de gran necesidad recalcar, la industria cárnica es uno de los sectores más contaminantes de la industria alimentaria (Djekic, 2015). Las plantas de matanza provocan diferentes impactos ambientales, sin embargo, entre los principales impactos se encuentra la generación de residuos sólidos (Djekic, 2015). De manera general, e independiente de la cadena de la carne, los impactos ambientales del sector cárnico son: contribución al efecto invernadero y cambio climático, el potencial de acidificación y el potencial de eutrofización; consumo de recursos naturales y; contaminación del medio ambiente con diversos tipos de residuos y aguas residuales (Djekic, 2015). Además, es

importante destacar, que la generación de residuos y demás impactos de las plantas de matanza, están asociados con la disminución de la calidad de vida de las personas que habitan cerca de estas (Abdullahi et al., 2015).

La calidad del aire y del agua se deteriora, dentro de las zonas donde se ubican las plantas de matanza, principalmente cuando no se realiza una práctica eficaz de la eliminación de residuos sólidos (Abdullahi et al., 2015). Incluso, la industria cárnica contribuye con la producción de los gases de efecto invernadero, específicamente con la emisión de metano debido a que este es desprendido por los desechos de los animales y por los propios animales al digerir sus alimentos (Petrovic et al., 2015).

En un estudio realizado, se detectó que debido a la presencia de plantas de matanza se generaba un número alto de moscas, mal olor, contaminación de agua con los efluentes del matadero, así como el bloqueo de desagües con residuos cárnicos. Asimismo, la inadecuada disposición de residuos, como lo son huesos, sangre y otros materiales decomisados, provocan la contaminación de agua superficial y subterránea. (Abdullahi et al., 2015)

Parte importante de la contaminación ambiental se da a partir de la creación de botaderos ilegales, los cuales, hacen referencia a espacios donde se disponen los residuos sin brindarles control. Los botaderos no solamente generan un riesgo considerable para el medio ambiente sino también para la salud de las personas (CONAM, 2004). Existen noticias y documentos que resaltan la presencia de residuos provenientes de carnicerías en lugares nombrados como botaderos ilegales (Manilla, 2022; Meleán, 2020). Además, en el Plan Municipal de Gestión de Residuos de la Municipalidad de Turrialba (Municipalidad de Turrialba, 2021) se menciona que mediante una encuesta se encontró que algunos puntos críticos donde se ubicaban los botaderos son en sectores cercanos a carnicerías y que los principales residuos que se ubican en este tipo de espacios son los residuos de huesos, provenientes de carnicerías.

MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Gestión de los residuos cárnicos en la Planta de Matanza Dreama S.A., en las carnicerías y supermercados seleccionados del cantón de Turrialba

4.1.1 Zona de Estudio

El cantón de Turrialba es uno de los más extensos de la provincia de Cartago (Figura 12), a lo largo de todo el cantón existen establecimientos de venta de carne, ya sean carnicerías o supermercados, además se ubica una planta de matanza. La selección de establecimientos a evaluar se realizó solamente en los sectores donde la Municipalidad ofrece el servicio de recolección de residuos sólidos (algunos puntos de los distritos de Turrialba, La Suiza, La Isabel y Santa Rosa). En la Figura 13 se pueden apreciar los distritos del cantón de Turrialba que se consideraron para la aplicación de las encuestas y la elaboración del proyecto.

Es importante mencionar que en la provincia de Cartago solamente existe una planta de matanza, la cual se encuentra ubicada en la provincia de Turrialba, distrito de Turrialba, llamado Matadero Dreama S.A.

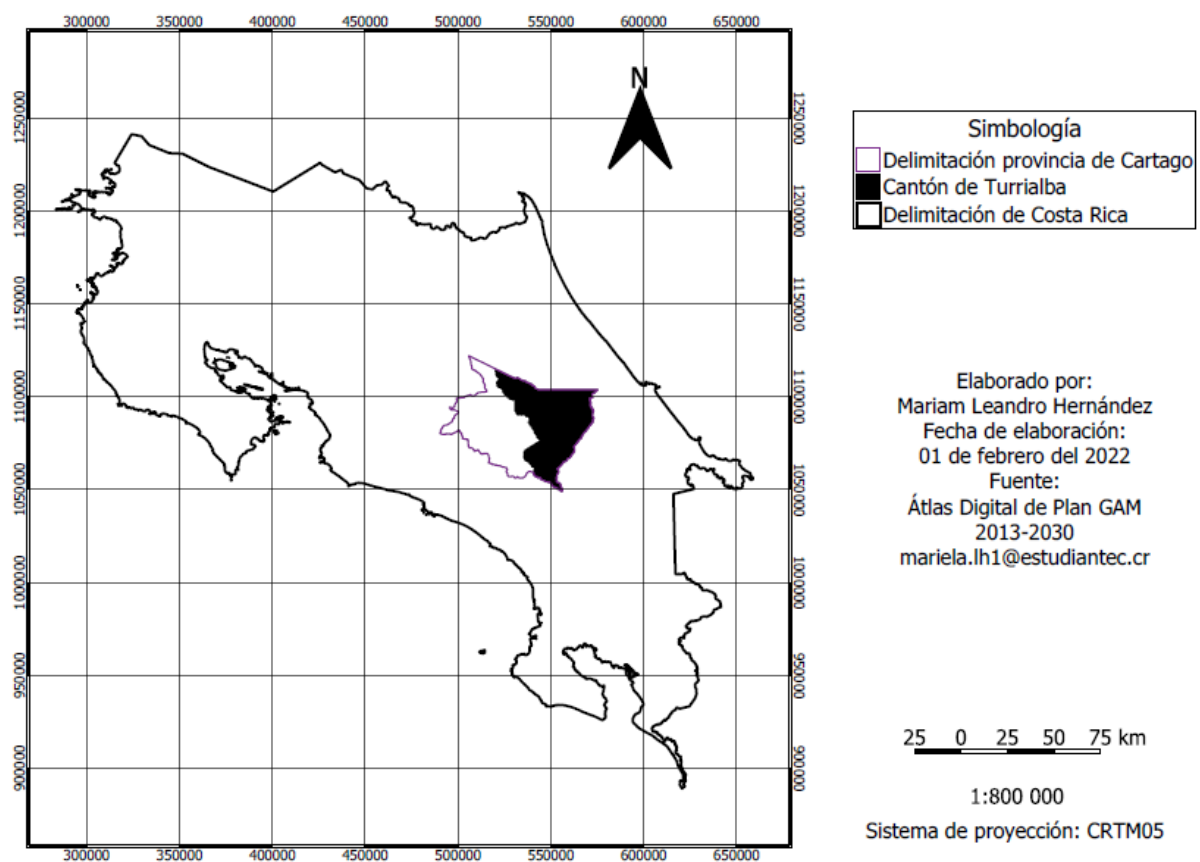


Figura 12. Mapa de la ubicación de Turrialba en la provincia de Cartago, Costa Rica.

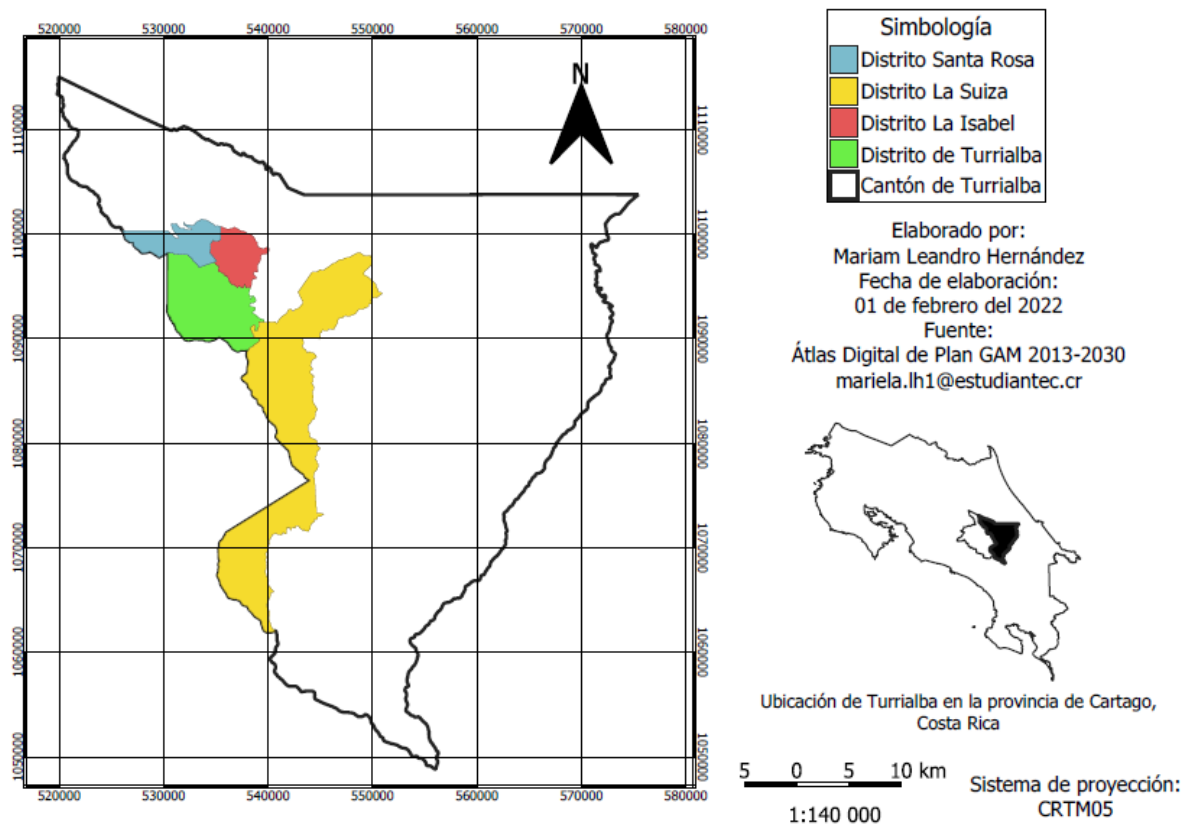


Figura 13. Mapa de los distritos de Turrialba seleccionados para la aplicación del proyecto.

4.1.2 Tamaño de la muestra

Inicialmente, se solicitó al Departamento de Patentes de la Municipalidad de Turrialba una lista de los establecimientos de venta de carne ubicados en el cantón, de Turrialba. Se identificaron 40 establecimientos. Adicionalmente, se pidió una lista de aquellos dedicados a la venta de carne ubicados en los distritos donde se realiza la recolección de residuos. El documento de Excel que brindaron tenía número de teléfono, encargado, nombre del establecimiento y ubicación. Esta lista poseía 29 establecimientos entre supermercados y carnicerías. El 100% fue seleccionado para la aplicación de la encuesta. Es decir, que del total de establecimientos de venta de carne que se encuentran en el cantón de Turrialba un 72,5% se seleccionó para la investigación.

Para el proyecto solamente se contempló el análisis de la gestión de los residuos de una planta de matanza, Matadero Dreama S.A, ya que es la única ubicada en el cantón.

4.1.3 Elaboración y aplicación de la encuesta

Para realizar la visita al Matadero Dreama S.A. se programó una reunión de manera virtual con la gestora de residuos de la Municipalidad de Turrialba y los encargados de la planta de matanza. La reunión consistía en comentarles de manera breve la idea del proyecto y especificar una fecha para la visita. El 1 de julio del 2021 se realizó la visita a la planta, donde se observó todo el proceso de sacrificio y se consultó la gestión de los residuos cárnicos.

En el caso de las carnicerías y supermercados, para obtener información de los residuos cárnicos que generan, la cantidad y cómo los disponen se procedió a realizar una encuesta, con la herramienta de los formularios de Google (Anexo 1).

El instrumento para la recolección de la información (encuesta) fue validado en una carnicería cercana al centro de Turrialba, donde se realizaron las preguntas planteadas al encargado, de esta manera se realizaron los ajustes necesarios. Las encuestas se aplicaron de manera presencial durante el mes de septiembre 2021. Una encuesta se realizó mediante llamada telefónica debido a que, durante la visita al establecimiento el encargado no se encontraba. Las visitas a las carnicerías consistieron en comentarles de manera breve acerca del proyecto, seguido de la aplicación de la encuesta.

Los puntos encuestados se realizaron según el Excel que brindó el Departamento de Patentes, sin embargo, a las personas encuestadas se les consultaba si había alguna otra carnicería cercana, con el objetivo de abarcar la mayor cantidad de establecimientos en las zonas establecidas.

4.2 Tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.

4.2.1 Selección de personas y establecimientos dedicados al tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.

En la pregunta #22 de la encuesta aplicada a los establecimientos, se les consultó ¿Qué tipo de tratamiento o disposición final reciben los residuos cárnicos que generan? Las respuestas brindadas permitieron obtener información acerca del tratamiento, valorización o disposición final de los residuos cárnicos de la planta de matanza, carnicerías y supermercados encuestados. Se les solicitó el contacto de las personas que indicaron realizaban el tratamiento, valorización

o disposición final de sus residuos. De esta manera, se logró obtener algunos números de celular para comunicarse con estas personas o establecimientos.

4.2.2 Elaboración y aplicación de encuestas para los recolectores de residuos

A nivel de carnicerías, era de esperar, como respuesta que algunos establecimientos estaban disponiendo sus residuos cárnicos en el vertedero municipal, entregándolos a los recolectores de residuos. Por lo cual, se decidió realizar un instrumento para obtener información acerca de la recolección de residuos cárnicos que realizan los encargados de este servicio. Se les consultó si como parte de sus labores recolectan residuos cárnicos, en cuáles distritos, qué tipo de residuos cárnicos recolectan, la experiencia en la recolección de estos y demás preguntas que se pueden observar en el Anexo 2, esto con el fin de comparar algunas respuestas de esta encuesta con la encuesta realizada a los establecimientos de venta de carne.

La encuesta se realizó mediante Word, se imprimió y la gestora de residuos de la Municipalidad de Turrialba les hizo llegar la encuesta a los recolectores de residuos para que la llenaran. Días después las encuestas fueron recolectadas y analizadas.

4.2.3 Elaboración y aplicación de encuestas para las personas y establecimientos dedicados al tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.

Adicionalmente se realizó una encuesta, mediante la herramienta de formularios de Google, para las personas o establecimientos que se encargan de la valorización, tratamiento o disposición final de los residuos cárnicos correspondientes a las carnicerías encuestadas. La encuesta pretendía recolectar información sobre los residuos cárnicos que reciben, en qué condiciones, proceso que realizan, cantidades que reciben y si pueden aumentar la recepción (ver Anexo 3). Las encuestas se aplicaron mediante llamada telefónica con excepción de un centro de valorización y un establecimiento de disposición final, debido a que, por la naturaleza de estos, lo ideal era realizar la visita a las instalaciones.

4.3 Elaboración de propuestas para la recolección diferenciada de residuos cárnicos en el cantón de Turrialba

4.3.1 Encuestas aplicadas a Municipalidades que realizan recolección diferenciada de residuos cárnicos

Durante el desarrollo del proyecto, se apreció que la recolección diferenciada de residuos cárnicos no es un tema muy común en los proyectos de las municipalidades del país. Sin embargo, se tuvo conocimiento que algunas sí realizan recolección diferenciada de residuos cárnicos. Consultando en las páginas de las municipalidades y a Gestores Ambientales Municipales se logró encontrar que en la Municipalidad de Santa Cruz (Guanacaste), Municipalidad de Pérez Zeledón y en la Municipalidad de La Unión se recolectan los residuos cárnicos por separado.

Se contactó a las personas encargadas de la gestión de residuos de las municipalidades mencionadas. La Municipalidad de La Unión y la de Santa Cruz se encuestaron mediante la aplicación de Microsoft Teams y la Municipalidad de Pérez Zeledón mediante llamada telefónica. Se elaboró una encuesta mediante la herramienta de google forms donde se incluye nombre de la persona encuestada, municipalidad, situación antes de realizar la recolección diferenciada, problemas ambientales que generan estos residuos, frecuencia de recolección, transporte que utilizan para la recolección, principales retos y demás información (ver Anexo 4). Toda la información recopilada sirvió de insumo para plantear las propuestas para la Municipalidad de Turrialba.

4.3.2 Determinación de la cantidad de residuos a recolectar

Para conocer el peso aproximado de residuos cárnicos que se generan semanalmente en las rutas de recolección del cantón fue necesario realizar durante una semana, un pesaje de residuos cárnicos, el cual se llevó a cabo por los recolectores de residuos. Consistió en recorrer 3 rutas de recolección durante 6 días, las rutas se clasificaron en larga, centro y pequeña, cada una se recorrió 2 días. El pesaje de los residuos cárnicos se realizó antes de que el camión de los residuos ordinarios los recolectara, se utilizó la romana del Departamento de Gestión de Residuos para pesar aquellos residuos cárnicos que se encontraban afuera de los establecimientos de venta de carne.

4.3.3 Planteamiento de propuestas para la Municipalidad de Turrialba

Inicialmente, para la elaboración de las propuestas se consideró la importancia de informar a los encargados de los establecimientos de venta de carne acerca de la ruta de recolección diferenciada de residuos cárnicos que se realizará y los requisitos que deben cumplir para que estos residuos sean recolectados.

Se plantearon dos rutas de recolección de residuos cárnicos. Para realizar estas rutas se tomaron los puntos de las carnicerías y supermercados en campo, mediante la aplicación de GPS Tracker. A partir de estos puntos, se utilizó el programa QGIS3, que es un sistema de información geográfica, con el cual se elaboraron las rutas de recolección.

A partir de la experiencia de las Municipalidades en la recolección diferenciada de residuos cárnicos y tomando como insumo los datos de generación semanal mencionados anteriormente, se analizó que se debían contemplar los siguientes aspectos: vehículo a utilizar, kilómetros a recorrer, estañones, personal y elaborar una estimación económica. Además, se tomó en cuenta la seguridad del personal en cuanto al peso recolectado.

Con la información analizada se elaboraron dos propuestas, la primera se planteó en base a una alianza de la Municipalidad con la Planta de Matanza Dreama S.A e Industrias FAT y la segunda propuesta tomando en consideración a la Planta Municipal de Compostaje, que se plantea construir.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Análisis de la gestión de los residuos cárnicos en la planta de matanza, carnicerías y supermercados seleccionados

5.1.1 Establecimientos de venta de carne

La lista de Excel brindada por el Departamento de Patentes incluía 29 establecimientos, ubicados en las zonas donde se realiza recolección de residuos, conforme se visitaron los establecimientos se consultaba a la persona encuestada si existía alguna otra carnicería o establecimiento de venta de carne cercano. Finalmente, se identificaron 32 establecimientos entre carnicerías y supermercados, puesto que, algunas carnicerías de la lista inicial ya no existían y otras carnicerías encuestadas no se encontraban en la lista original. Además, algunos supermercados tenían su propia disposición de estos residuos por lo cual, no se contemplaron en las encuestas. En la Figura 14 se observan los puntos de las carnicerías y supermercados encuestados distribuidos por los distritos de Turrialba. En la Figura 15 se aprecian los establecimientos encuestados correspondientes a cada distrito.

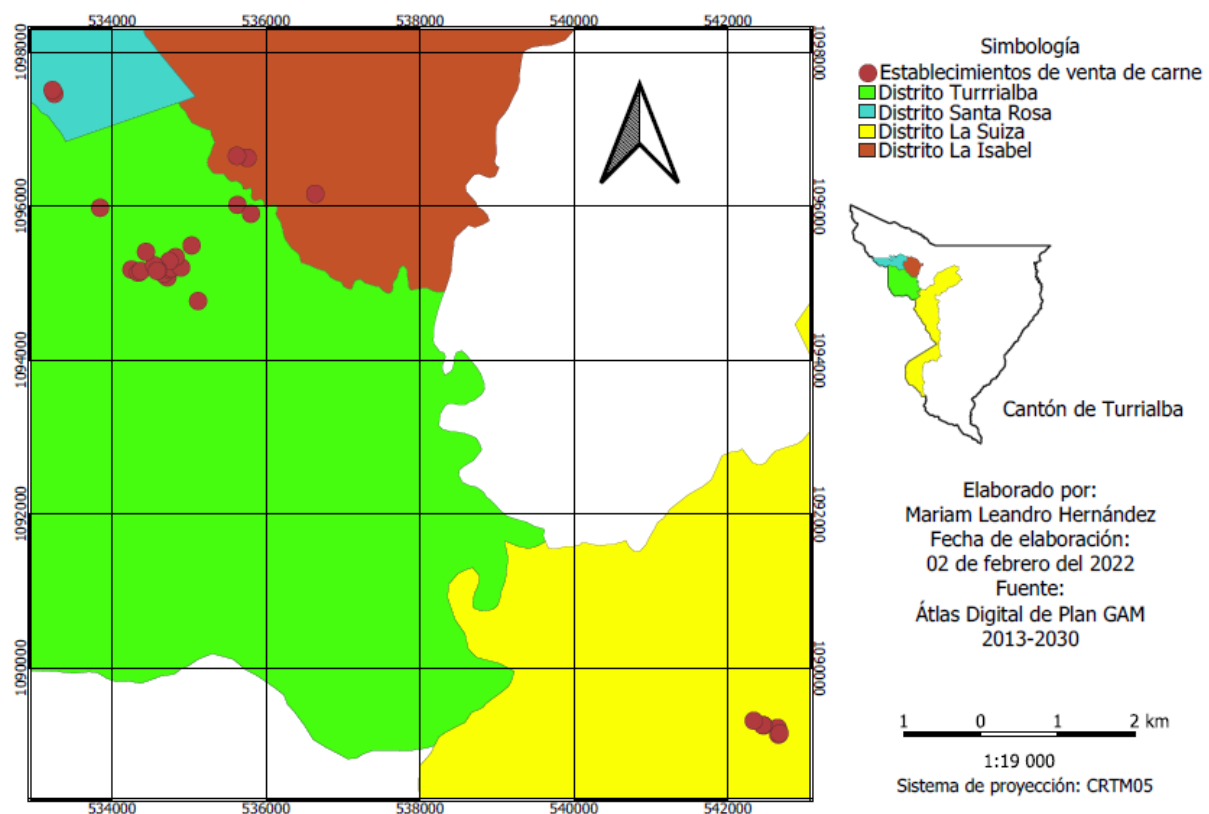


Figura 14. Mapa de la ubicación de los establecimientos de venta de carne encuestados.

Se obtuvo información de 28 carnicerías y 4 supermercados. De los 29 establecimientos del Excel original solamente se lograron encuestar 17, 6 no fueron encontrados, 4 son

supermercados que cuentan con su propia disposición de residuos, a un supermercado no se encuestó porque poseía el mismo proceso de gestión de residuos que uno entrevistado y por último 1 establecimiento que no tenía venta de carne. Los restantes 15 establecimientos encuestados se fueron identificando conforme se realizaron las visitas.

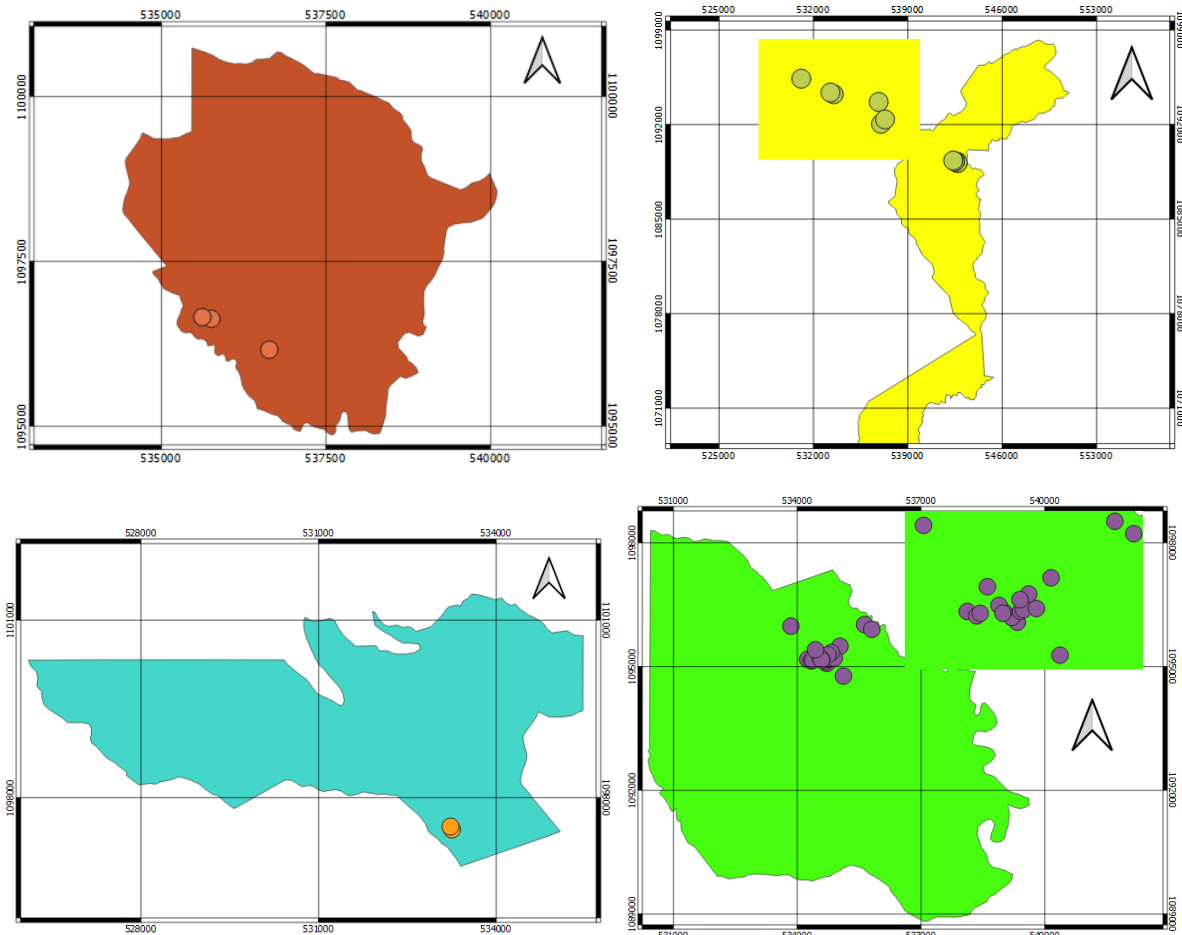


Figura 15. Mapa de las carnicerías encuestadas en el distrito La Isabel (café), La Suiza (amarillo), Santa Rosa (celeste), Turrialba (verde).

El primer dato recopilado fue la ubicación de los establecimientos según su distrito, los cuales estaban divididos de la siguiente manera: Turrialba 21, La Suiza 6, Santa Rosa 2 y La Isabel 3 establecimientos. Se aprecia que la mayoría, 66%, se ubica en el distrito de Turrialba. Es importante considerar que estas son las zonas donde la Municipalidad de Turrialba realiza la recolección de residuos sólidos, más allá de estos sectores el camión recolector no llega por diferentes motivos.

Un requisito indispensable para la venta de carne es contar con el CVO, a lo que todos los encuestados contestaron que sí lo tenían y mostraron la evidencia. Además, se les consultó cada cuánto realizan inspecciones las autoridades de SENASA a sus instalaciones, obteniendo

respuestas variadas, las dos respuestas más nombradas fueron que realizaban visitas cada 3 meses o que del todo no realizaban visitas (Figura 16).

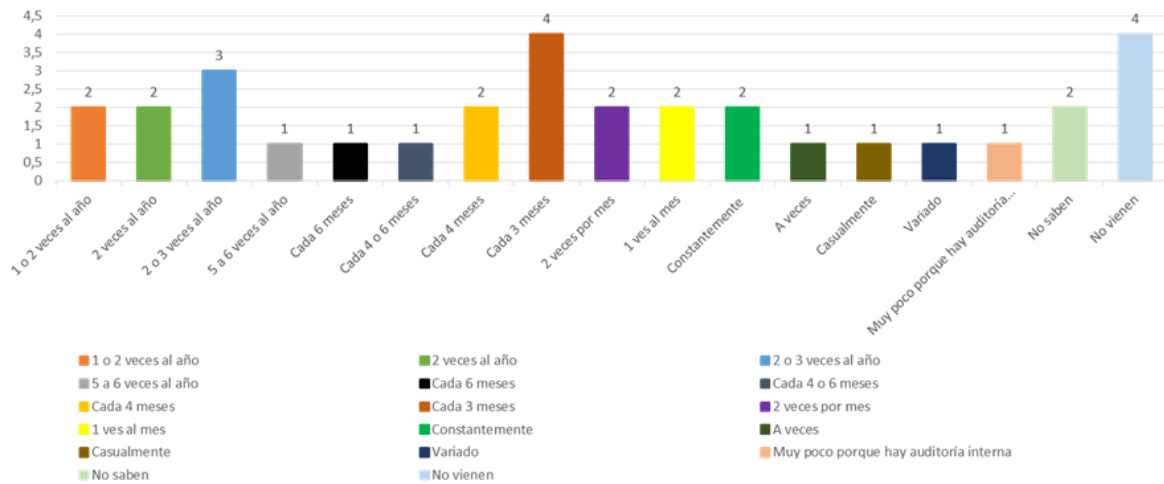


Figura 16. ¿Cada cuánto realizan inspecciones las autoridades de SENASA?

La Figura 17 muestra el tipo de carnes que venden las carnicerías y supermercados. Se destaca que el 100% de los encuestados vende carne de cerdo, y el 97% carne de res. Del total de establecimientos 20 venden carne de cerdo, res, pollo y pescado, las restantes solamente venden 2 o 3 de estas.

Se solicitó que resumieran el proceso que realizaban en el establecimiento para llegar a obtener los productos que muestran en las cámaras. El 53% indicó que la carne llega en canal y la desarman en el mismo establecimiento (Figura 18). En una de las carnicerías la carne llega en cajas, en cortes ya seleccionados y empacados en sus respectivas bolsas al vacío. En 7 carnicerías la carne es suministrada en cortes y 3 de estas indicaron que se las entrega el mismo deshuesadero, ubicado en el distrito de Turrialba. El deshuesadero es un establecimiento dedicado al deshuese de los animales sacrificados, es decir, es donde realizan los diferentes cortes que el animal posee (Chaves et al., 2016). Finalmente, las 6 carnicerías restantes indicaron que en ocasiones solicitaban la carne en cajas, en sus respectivos cortes, y a veces pedían la canal.

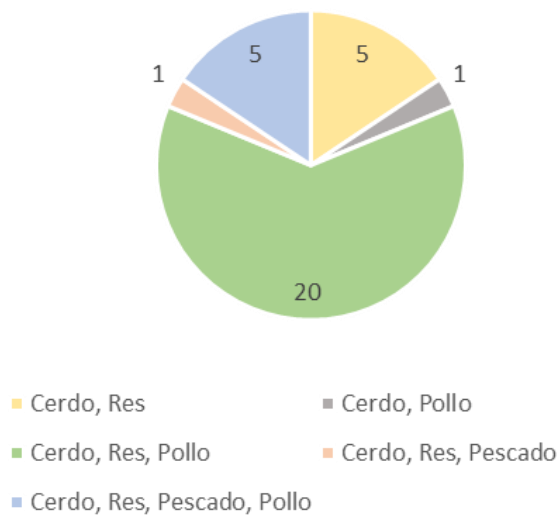


Figura 17. ¿Cuáles son los tipos de las carnes que venden?

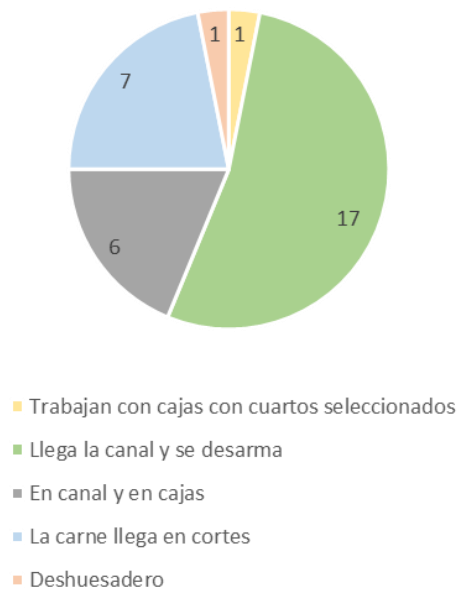


Figura 18. Resumen del proceso que realizan en la carnicería para llegar a los productos de venta.

Seguidamente, se recolectó información acerca de cuáles y cuántos residuos generan de carne de cerdo, res, pollo y pescado. En la Figura 19 se pueden apreciar los tipos de residuos cárnicos, provenientes del cerdo, que generan las carnicerías y supermercados. Un 63% indicaron que lo que generan son huesos, seguido con un 19% de las carnicerías que afirmaron no generar del todo residuos de carne de cerdo. La Figura 20 muestra los rangos de la cantidad de kilos que generan de residuos de cerdo, sin embargo, no se consideraron aquellos establecimientos que indicaron no saber, o bien que mencionaron que generan muy poco, otros que la cantidad es variable y en 8 carnicerías brindaron el dato de los kilos que generan entre los residuos de carne de res y carne de cerdo (Figura 23).

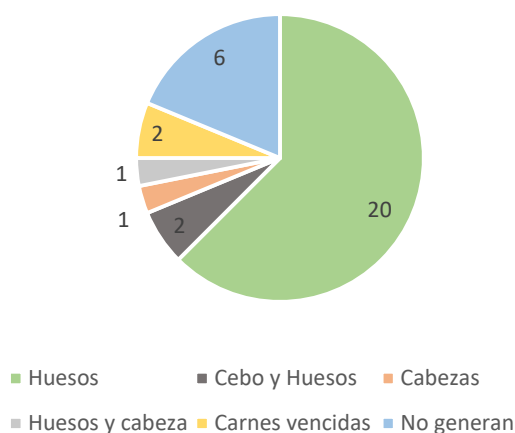


Figura 19. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes del cerdo?

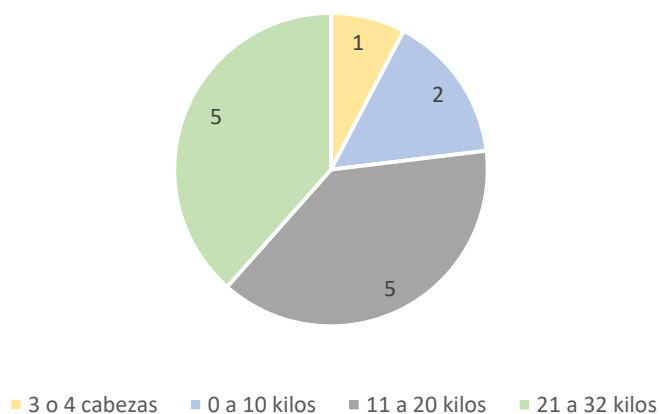


Figura 20. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes del cerdo semanalmente?

Así mismo, la Figura 21 muestra qué residuos provenientes de la res generan los establecimientos. De las 31 carnicerías que venden carne de res 5 indicaron que no generan residuos cárnicos, es decir, un 16% de los encuestados. Un 55% de las carnicerías lo que generan son huesos y un 16% generan huesos y cebo. La Figura 22 nos dice que el rango de kilos de carne de res que generan la mayor cantidad de carnicerías (8 establecimientos) es de 0 a 20 kilos, 4 establecimientos de venta de carne generan de 41 a 60 kilos y una carnicería comentó que adquirirían 3 reses a la semana y que los residuos que generaban es en base a este dato. Cabe resaltar que en la Figura 22 no se contempló la carnicería que no vende carne de res, las 5 carnicerías y supermercados que no generan residuos de la carne de res, 1 carnicería que indicó que generaba un estañón y un supermercado que mencionó que la generación de estos residuos no era frecuente. En la Figura 23 se observa que 1 carnicería genera entre 66 a 100 kilos de residuos cárnicos de res y cerdo, en conjunto, los datos presentados en esta figura hacen referencia a aquellos establecimientos que brindaron un dato de los kilogramos de carne de res y carne de cerdo, debido a que, no conocían el dato por separado. Por último, todos los

establecimientos mencionaron que no generaban ningún residuo cárnico del pollo ni del pescado debido a que, ambas carnes llegan a los establecimientos en los respectivos cortes para la venta.

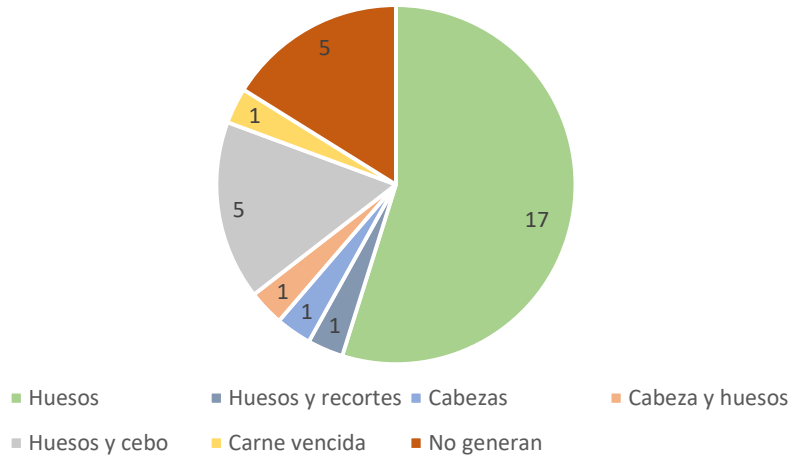


Figura 21. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes de la res?

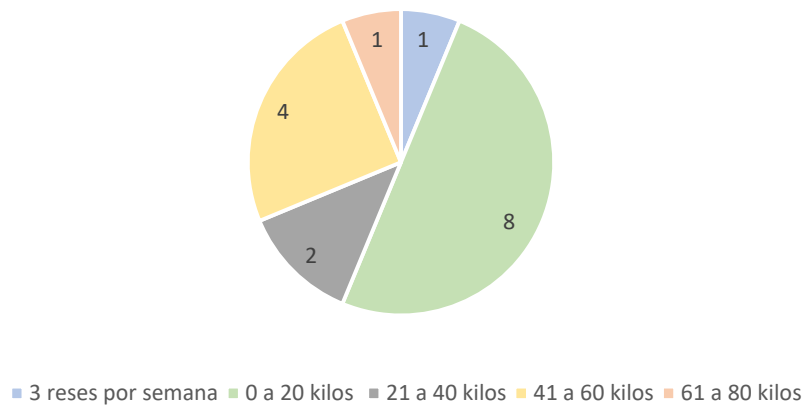


Figura 22. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes de la res semanalmente?

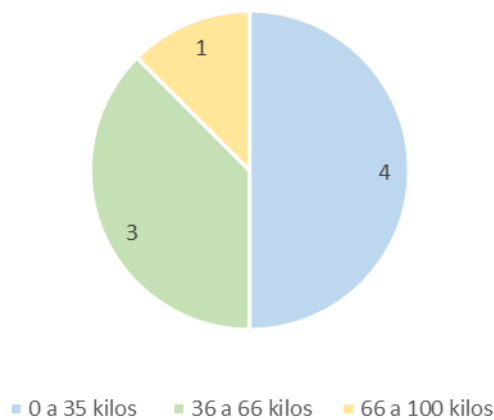


Figura 23. ¿Cuántos son los residuos cárnicos entre res y cerdo generados semanalmente?

También, se deseaba obtener información acerca de los días en que generan mayor cantidad de residuos. No obstante, el Cuadro 4 nos muestra que es muy variado, sin embargo, los días en los que concordaron más establecimientos son los lunes, viernes y sábado.

Cuadro 4. ¿Qué días de la semana generan mayor cantidad de residuos cárnicos?

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
N° de carnicerías	12	6	5	6	12	15

Según el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes (2001), los establecimientos de venta de carne deben contar con recipientes de uso exclusivo para la disposición de desechos, estos deben ser lisos, impermeables, resistentes, con tapa ajustada y de fácil limpieza. Al consultar sobre la existencia y uso de estos recipientes hubo respuestas variadas. Un 31% de los encuestados indicaron que utilizan estañones plásticos, otro 31% los almacena en sacos o bolsas plásticas. Algunas otras formas donde recolectan estos residuos son en cajas y estañones con bolsas plásticas (Figura 24). Analizando lo que indica la norma, solamente aquellos establecimientos que colocan sus desechos en estañones, estañones con bolsa plástica o en tarros sellados con tapa están cumpliendo con los requisitos indicados en esta, es decir, 16 establecimientos cumplen con los requisitos y 11 no los cumplen. Adicionalmente, se preguntó dónde ubican los residuos cárnicos, a lo que contestaron que los colocan dentro de sus instalaciones, ya sea en la parte trasera, o internamente en el local, o bien en un cuarto destinado únicamente a almacenar residuos. El 28%, es decir 9 locales indicaron que los almacenan en un congelador. Es importante mencionar que 3 carnicerías, indicaron que los almacenan fuera de sus instalaciones, lo cual puede representar una problemática para los hogares y comercios cercanos debido a los olores y la atracción de vectores. En la Figura 25 se puede observar la distribución detallada de las respuestas.

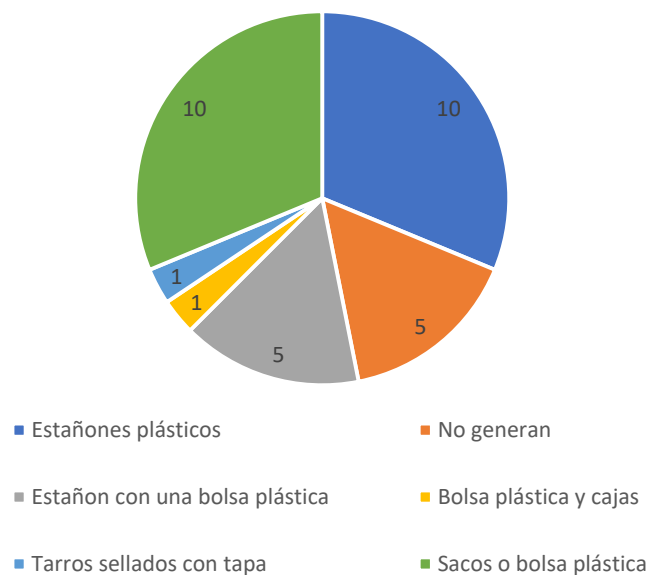


Figura 24. ¿Qué tipo de recipiente utilizan para disponer los residuos cárnicos?

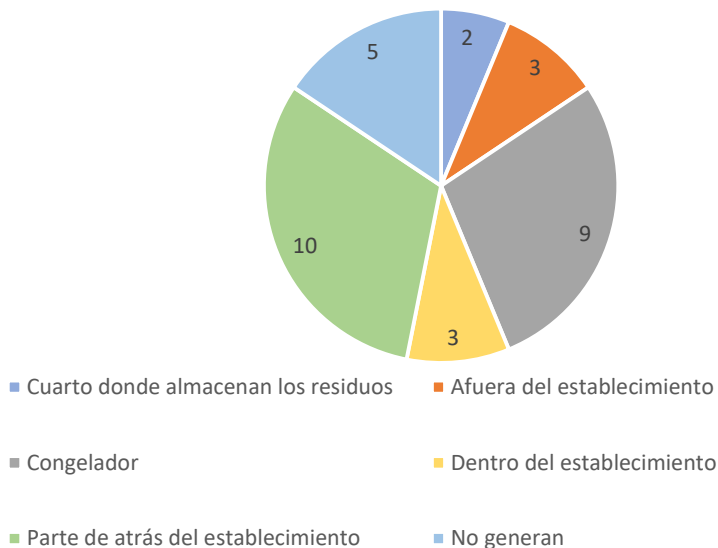


Figura 25. ¿En qué lugar del establecimiento almacenan los residuos cárnicos?

Se preguntó a los encuestados si le brindan algún tipo de pretratamiento, como el lavado, triturado o si le agregan cal o algún otro producto, a los residuos cárnicos. Solamente 13 de las 32 personas encuestadas comentaron que congelan los residuos antes de entregarlos, no obstante, no mencionaron si los congelan desde que generan el residuo. Una persona contestó que los congela y los pica. Dentro de los restantes 18 se encontraban los 5 establecimientos que indicaron no generar residuos cárnicos, y 13 que no realizan ningún tipo de pretratamiento.

Al consultar sobre el tratamiento o disposición final que reciben los residuos cárnicos generados, de los 32 encuestados 20 respondieron que colocaban los residuos afuera del establecimiento para que el servicio municipal los recolectara, esto quiere decir que la

disposición final de estos residuos es el vertedero municipal. En algunos casos, como la Carnicería #5, Carnicería #16, Carnicería #25, Carnicería #28 y Carnicería #7, indicaron que ocasionalmente entregan los residuos cárnicos al servicio municipal. Además, 9 carnicerías mencionaron diferentes destinos que recibían los residuos cárnicos (Cuadro 5). Las restantes 3 indicaron no generar ningún tipo de residuo cárnico. De las 6 carnicerías que se encuestaron en el distrito de La Suiza 3 se encuentran dentro de las 9 carnicerías que poseen un destino diferente para los residuos que generan.

Cuadro 5. ¿Qué tipo de tratamiento o disposición final reciben los residuos cárnicos que generan?

Nombre del establecimiento	Tratamiento o disposición final
Carnicería #4	Los entregan a una persona que realiza figuras a base de huesos de res y cerdo. También, otra persona se lleva los huesos y hacen comida para cerdos.
Carnicería #5	Los entregan a varias personas que cocinan los huesos para dárselos de alimento para los cerdos.
Supermercado #6	Se los llevan ciertas personas para hacer comida de animal. En el caso de los huesos, los propietarios los usan en su alimentación.
Carnicería #7	Algunas veces pasan por los huesos para alimento de animal.
Carnicería #10	Una persona se los lleva y se los da a los perros.
Carnicería #16	A veces los recoge una persona o también los ponen en bolsas para venderlos.
Carnicería #25	En ocasiones, los indígenas se llevan el hueso de cerdo.
Carnicería #28	Los recoge una persona para una chanchera
Carnicería #29	Se los lleva una persona que tiene un criadero de cerdos.

A las 9 carnicerías que mencionaron que le entregaban sus residuos a otra persona diferente del servicio municipal se les preguntó si el servicio que les brindaban tenía algún costo económico. Los encuestados contestaron que no, que no pagaban ni cobraban nada por llevarse los residuos.

Se quería saber si en las carnicerías o supermercados seguían algún lineamiento con respecto al manejo de residuos cárnicos, a lo que todos los establecimientos contestaron que no, todas las acciones las ejecutan según les parece mejor, sin cumplir con algún proceso definido.

Con el propósito de analizar posibles nuevas opciones de manejo a los residuos cárnicos a nivel municipal, se les consultó si estarían dispuestos a darle un pretratamiento a estos residuos, el cual sería congelarlos, y brindarle un adecuado almacenamiento (recipientes con los requisitos que indica la norma). Dentro de las 11 respuestas que indican que no, mencionaron que no

estarían dispuestos porque no tienen el espacio para almacenarlos u ocuparían un congelador destinado a ese fin. Sin embargo, la mayoría (18 locales) indicaron que si los residuos son recolectados diariamente o de un día para otro sería más factible. En la Figura 26 se puede apreciar que 3 establecimientos no generan residuos cárnicos, esta cantidad contempla a los establecimientos de venta de carne que no generan residuos de carne de cerdo ni de carne de res. En gráficos anteriores se hace mención que 6 o 5 establecimientos no generan residuos cárnicos, sin embargo, algunos de estos establecimientos no generan residuos de la carne de res, pero sí generan de la carne de cerdo y viceversa.

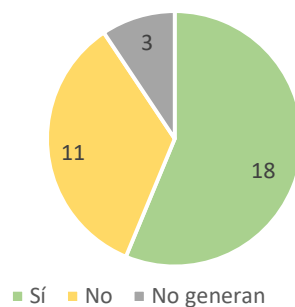


Figura 26. Estaría dispuesto a darle un pre-tratamiento (lavado) y un adecuado almacenamiento a los residuos cárnicos con el objetivo de que la Municipalidad los recolecte y los lleve a un centro para su valorización.

Por último, se consultó cuales mejoras consideran se pueden dar en las carnicerías con respecto al manejo de residuos cárnicos, las respuestas representativas se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. ¿Qué siente que se podría mejorar con respecto al manejo de residuos cárnicos, en su carnicería y/o otras carnicerías?

Mejoras a nivel de carnicerías y municipalidad
Que alguna empresa se encargue de recogerlos y se aprovechen en algo, comenta que en algunos lados utilizan el hueso como leña.
Evitar que lo saquen días antes de que pase el camión recolector
Que la recolección sea más frecuente
Recolectarlos de manera diferenciada
Implementar un contenedor municipal en áreas específicas de los distritos que tenga candado para disponer en este los residuos cárnicos
Sacar los residuos cárnicos a la hora que pasa el camión
La mejoría debe ser desde el área de la municipalidad, específicamente en la frecuencia de recolección

5.1.2 Planta de matanza

La visita al matadero Dreama S.A. consistió en observar el proceso de sacrificio, el cuál inicia con encerrar al animal en un cubículo para realizar el aturdimiento, en ese momento lo estaban

realizando con bala ya que, el compresor no estaba funcionando. Seguidamente, se amarra el animal de una de las patas posteriores, se levanta y se degüella para provocar su muerte. En este proceso, que es específico para la res, se corta la cola, las patas, el cuero que recubre parte de la pata y se separa, estos se consideran residuos. La cabeza se considera material de decomiso puesto que, al realizar el aturdimiento con bala, queda contaminada por el plomo. La única parte de la cabeza que es comestible, al realizar el procedimiento con bala, es la lengua. Después, la res pasa por varias fases donde se limpia, se elimina grasa y se quita la medula espinal, ambos son considerados residuos. Posteriormente, pasa por un equipo mecánico donde le retiran el cuero, seguido de abrir la canal con el fin de extraer todos los órganos internos. Por último, la canal se parte en dos y es refrigerada.

Durante todo este proceso se generan residuos sólidos como la grasa, las patas, el cuero, las partes de la cabeza que no son comestibles o en este caso que se consideran material de decomiso por estar contaminado con plomo, la cola, los intestinos o vísceras verdes, la medula, el modonguillo, fetos, pulmones, y la sangre.

En caso de que el aturdimiento se realice con otro método, la única parte de la cabeza que es comestible son los músculos destinados a la masticación junto con la lengua.

A lo largo de la visita no se pudo observar el sacrificio de los cerdos, no obstante, se consultó por los residuos que se generan, entre ellos están: el pelo, material decomisado, vísceras, órgano reproductor, pulmones. En el caso de la cabeza de cerdo, es aprovechable en su mayoría excepto por los ojos, parte del parpado y el oído.

Los residuos generados son almacenados en estañones, 1 estañón para porciones de cuero de las patas y pelo, 1 estañón para grasa o sebo, 1 estañón para vísceras verdes, 1 estañón para patas y otro para material decomisado. Estos residuos son llevados diariamente a Industrias FAT, empresa ubicada en El Guarco de Cartago dedicada al rendering de residuos cárnicos de res, cerdo y pollo. Según indica la planta de matanza, por día se genera 1 estañón para cada residuo mencionado. El cuero lleva un proceso de secado, con sal, el mismo lo realiza el matadero y es exportado. La sangre actualmente no es recolectada, sino que la dejan ir por el drenaje para que llegue a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Se le consultó al matadero si Industrias FAT, les cobra alguna suma de dinero o les pagan por enviarles los residuos y la respuesta fue que no, la única inversión que tiene que hacer la planta de matanza es pagar por el transporte diario hacia Industrias FAT.

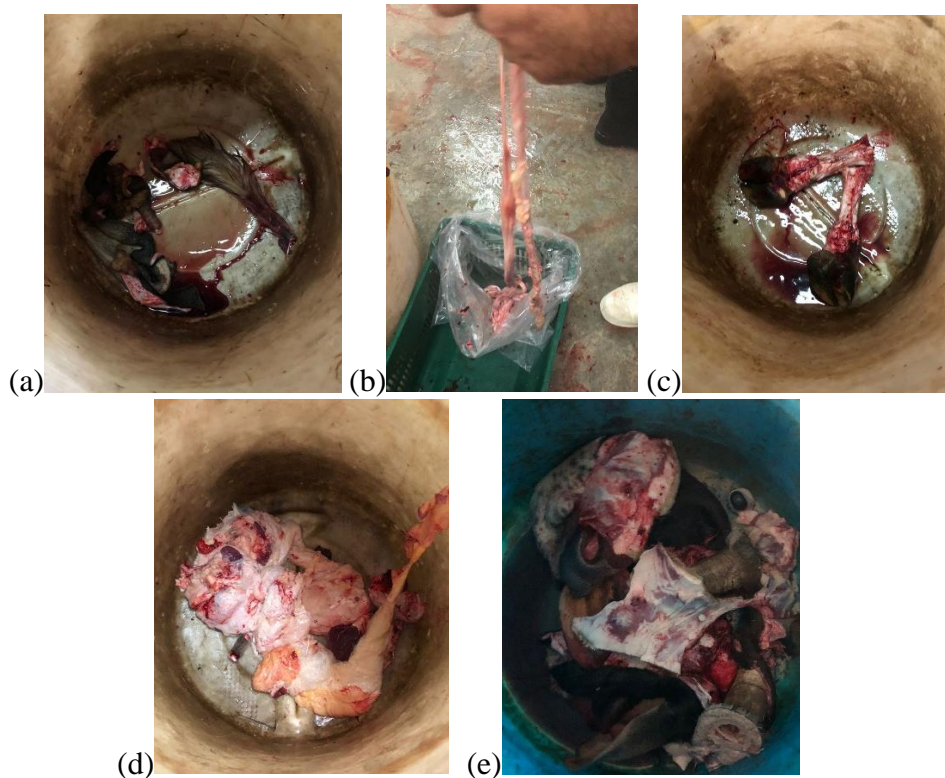


Figura 27. Residuos cárnicos generados en el proceso del sacrificio animal: (a) Pelos y Cuero, (b) Médula espinal, (c) Patas, (d) Grasa y (e) Cachos y Ojos.

5.2 Análisis del tratamiento, valorización y disposición final de los residuos cárnicos en el cantón de Turrialba.

5.2.1 Encargados del servicio de recolección de residuos

Con la finalidad de conocer la perspectiva de los recolectores municipales de residuos, específicamente sobre las condiciones en las que recolectan los residuos cárnicos de las carnicerías y supermercados, se encuestaron 9 recolectores. La encuesta inició consultándoles si en las distintas rutas de recolección que realizan se recogen residuos cárnicos provenientes de carnicerías o supermercados, uno dejó la pregunta en blanco y los restantes 8 dijeron que sí. En la siguiente pregunta se solicitaba indicar en cuales distritos recolectaban esta clase de residuos, a lo cual, 8 encuestados marcaron que en todos los distritos: Turrialba, La Suiza, Santa Rosa y La Isabel, 1 encuestado solo marcó Turrialba, La Suiza y Santa Rosa. Cabe resaltar, que uno de los encuestados destacó el nombre de dos barrios El Mora y Azul. Se le cuestionó si podían indicar el nombre de la carnicería o la ubicación, 1 persona contestó que no y el resto señalaron respuestas variadas inclinándose en su mayoría con las carnicerías ubicadas en el centro de Turrialba (Figura 28). Es considerable observar que en la sección 5.1.1 se nombró que algunos supermercados no se tomaron en cuenta para la aplicación de la encuesta ya que, mencionaron que tenían su propia disposición de residuos cárnicos, lo cual,

llama la atención porque uno de los recolectores de residuos indicó que sí encontraban residuos cárnicos en estos supermercados.

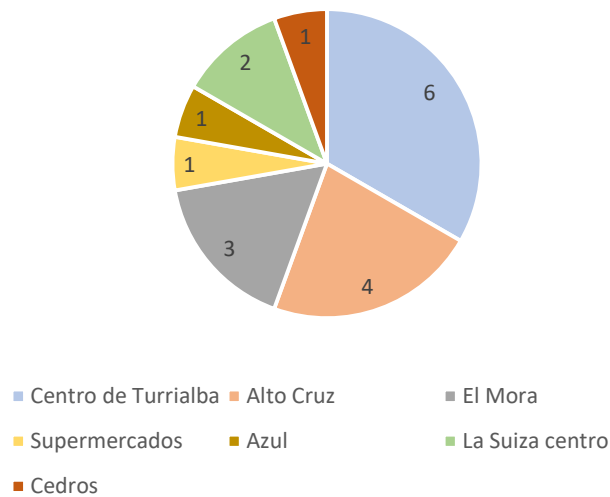


Figura 28. Zonas en donde se encuentran residuos cárnicos según lo indican los recolectores municipales.

Con respecto al tipo de residuos que recolectan, en la Figura 29 se puede observar que 8 recolectores indicaron encontrar cabezas de cerdo o res, huesos y restos de carne. También se preguntó en qué tipo de recipiente encontraban los residuos, la respuesta más seleccionada fue estañón (Figura 30), seguido de bolsas. Sin embargo, también indicaron que se pueden encontrar en sacos y cajas.

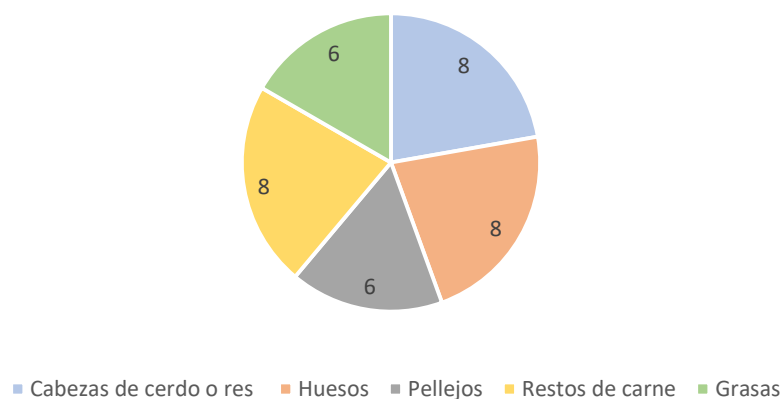


Figura 29. Residuos cárnicos encontrados durante el servicio de recolección según lo indican los recolectores.

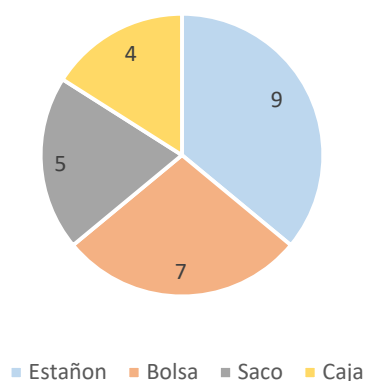


Figura 30. Manera en que se encuentran los residuos cárnicos según los recolectores.

Además, se deseaba conocer la opinión de los recolectores en cuanto a si los residuos cárnicos se encontraban correctamente almacenados. Seis recolectores indicaron que no, 2 que sí y 1 indicó que en pocas partes el estañón tenía tapa y que en otras ocasiones venían en el estañón sin bolsa. La siguiente pregunta fue si era frecuente encontrar residuos cárnicos esparcidos sobre la calle u acera, 1 persona no contestó, 4 marcaron que no, los restantes 3 indicaron que sí y uno de ellos recalzó que en el barrio El Mora.

Se tomó en cuenta la experiencia de los recolectores a la hora de encargarse de la recolección de esta clase de residuos, por ende, se les consultó si al cargarlos al camión recolector era sencillo, donde los 9 encuestados contestaron que no. La observación más frecuente fue en relación al peso de los recipientes, los cuales cuesta mucho manipular, incluso entre varias personas, el detalle de las respuestas se puede observar en el Cuadro 7. En el Cuadro 8 los recolectores mencionaron las principales dificultades al encontrarse con este tipo de residuos, resaltan el peso, los olores y los lixiviados que generan esta clase de residuos.

Cuadro 7. Experiencia en la recolección de residuos cárnicos.

Recolectores	¿Por qué no es sencillo cargar los residuos cárnicos en el camión recolector?
1	Le echan demasiados residuos, el estañón es muy grande y los desechos están mal almacenados
2	En algunas partes, pero siempre en la mayoría están muy pesados
3	Porque los cargan al tope del estañón y no es fácil de manipular ya que es un estañón liso, por lo que es imposible manipularlo, en ocasiones se coloca un saco en el suelo para poder levantarlo
4	Los estañones los cargan demasiado, casi ni entre 3 se pueden alzar
5	Peso excesivo
6	Porque en ocasiones los estañones están muy llenos y pesados, en otras carnicerías las bolsas son muy malas y se despedazan al alzarlas y algunos sacos hay que alzarlos entre dos
7	Las bolsas son muy pesadas y los caldos tienen muy mal olor, son restos de varios días por eso el mal olor
8	Todas las bolsas pesan muchos sobrepasan los 30 kilos y estañones de hasta 80 kilos
9	Todas las bolsas pesan mucho superan los 70 kilos

Cuadro 8. Principales dificultades de la recolección de los residuos cárnicos.

Recolectores	Principales dificultades al encontrarse con residuos cárnicos
1	El mal estado, mal almacenamiento y mal olor
2	Con más frecuencia el peso del mismo
3	El peso, la putrefacción en algunas carnicerías. La de Alto Cruz, la de El Mora, la que está entre cale 6,7 es tanto el mal olor que no se puede estar en la tolva
4	El olor, gran cantidad de gusanos y el peso
5	Peso y olor
6	En algunas carnicerías sacan estañones y los residuos están podridos y con mal olor, en El Mora, Alto Cruz y Azul son los más feos por la situación ya mencionada
7	Estañones o bolsas muy pesadas Restos con muy mal olor, casi podridos Las aguas o caldos de mal olor
8	Siempre es el peso, todo es muy pesado en especial en carnicerías y verdulerías
9	El peso

5.2.2 Establecimientos para la valorización o disposición final de los residuos cárnicos del cantón

Como se mencionó anteriormente, 9 establecimientos indicaron entregar sus residuos cárnicos a otra persona distinta al servicio municipal, por lo que se les contactó para solicitarles el número de teléfono de la persona o establecimiento que se lleva los residuos. No se obtuvo

respuesta de 3 establecimientos, 3 no tenían el número, con otro establecimiento no se logró contactar a la persona que se había encuestado, en otra carnicería la persona dijo que tenía que consultar para poder dar el número telefónico, días después indicó que la persona que recolectaba los residuos no quería que brindaran el número. Por lo cual, solamente se logró tener el número de la persona que realiza artesanías con los huesos que recolectaba en las carnicerías de La Suiza. Sin embargo, a esta persona se intentó contactar en repetidas ocasiones y no hubo respuesta. En sumatoria, en esta sección solamente se considerará Industria FAT, que es la empresa encargada de valorizar los residuos correspondientes a la planta de matanza y el vertedero municipal (Figura 31), que es donde llegan la mayor parte de los residuos cárnicos de las carnicerías.



Figura 31. Vertedero Municipal del cantón de Turrialba.

En el Cuadro 9 se puede apreciar la información recolectada en las encuestas. Con respecto a Industrias FAT, lleva a cabo el proceso de rendering, utilizando los residuos cárnicos como los huesos, recortes de carne y grasa para la producción de harina de carne y hueso que se utiliza como base para hacer alimento de animales. Para llevar a cabo dicho proceso, poseen 4 cocinas, el tiempo de cocción es de 4 a 5 horas, generan harina y sebo, este último es almacenado en un tanque aparte. Para el funcionamiento del equipo utilizan motores eléctricos que trabajan con diésel, poseen planta de tratamiento de olores. No pagan ni cobran alguna suma económica por los residuos, reciben restos de cerdo, res y pollo y tiene que llegar en estañones plásticos.

Cuadro 9. Información obtenida del centro de valorización y el destino final de los residuos cárnicos del cantón de Turrialba.

Establecimiento	Industrias FAT	Vertedero Municipal
Residuos cárnicos que reciben	Huesos, carnes vencidas, cebo, recortes de carne y tripa No reciben sangre ya que, se oxida muy rápido	No reciben a excepción de los que se recogen en las rutas de recolección, de las carnicerías correspondientes
Condiciones en las que reciben los residuos cárnicos	Tienen que estar lo más fresco posible, pueden ser congelados pero libres de objetos extraños y deben estar contenidos en estañones No hay problema si provienen de animales enfermos, pero tienen que venir desangrados y demás proceso que hacen en un matadero	Los que vienen en las prensas de los camiones recolectores, ya sea sueltos o en bolsas
Proceso que se realiza	Producen harina de carne y hueso, que se utiliza como base para alimento de animales Entra el hueso, se quiebra, se introduce en una cocina que es como una olla, el producto se revuelve, el vapor calienta la parte externa de la olla y cuando llega a cierta temperatura sale como una torta que pasa por una centrífuga para separar la grasa y queda la harina libre de grasa	Diariamente se compacta y periódicamente se realiza cobertura
Cantidad de residuos que están recibiendo	Aproximadamente 10000 kilos por día	No se lleva la contabilidad debido a que, los residuos llegan revueltos
Tienen la posibilidad de recibir más residuos	Depende de la cantidad que se esté generando en el cantón	No

5.3 Análisis de las encuestas aplicadas a las municipalidades que realizan recolección diferenciada de residuos cárnicos

- Municipalidad de La Unión

Actualmente, la Municipalidad de La Unión no cuenta con una recolección específica para residuos cárnicos, sin embargo, recolectan de manera diferenciada los residuos orgánicos provenientes de la feria. En algunos establecimientos de la feria venden carne, la cual también recolectan. Antes de realizar esta separación llevaban los residuos al relleno sanitario y mencionaron que no han tenido problemas ambientales con los residuos cárnicos. La mayor parte de residuos cárnicos que recolectan proviene de una verdulería grande y son recolectados los lunes, miércoles y viernes. Para transportarlos utilizan una vagoneta o un pickup pequeño donde colocan los estañones con los residuos, cada verdulería tiene su propio estañón. La Municipalidad les solicita a los establecimientos que los residuos vayan separados

adecuadamente, que no estén mezclados con los residuos inorgánicos. Los residuos orgánicos, incluyendo los cárnicos, son recolectados y llevados a Abonos Vivos. Para poder llevar a cabo esta recolección la municipalidad necesita un vehículo adicional, al menos 3 peones, estañones, combustible y el valor económico que pagan a la empresa por la gestión del residuo.

- Municipalidad de Pérez Zeledón

Antes de la recolección diferenciada de residuos cárnicos la Municipalidad disponía sus residuos en su relleno sanitario. La iniciativa de la recolección diferenciada nació debido a que necesitaban otra forma de manejar estos residuos ya que, tuvieron que cerrar el relleno sanitario municipal y empezar a trasladarlos hasta San José. Los residuos cárnicos recolectados corresponden a supermercados y carnicerías, los recolectan 2 veces por semana a las carnicerías más alejadas y 5 días a la semana a las más cercanas, también depende de la cantidad que genere cada establecimiento. Utilizan un camión pequeño para transportarlos, solicitan que previamente sean congelados y que estén en buen estado. Entregan estos residuos a Industrias FAT, donde les solicitan que los residuos no vayan en estado de descomposición. Para la recolección utilizan un camión, un chofer y un peón.

Con respecto al proceso que han tenido con los establecimientos, mencionaron que se adaptaron muy bien a la frecuencia de recolección, son muy atentos y que existe excelente comunicación entre los encargados de los establecimientos y el encargado del servicio de recolección.

Los beneficios que han percibido debido a la recolección y disposición diferenciada es que se disminuye el peso de los residuos que llevan al relleno sanitario, se evitan daños a las palas de los camiones recolectores y no se generan malos olores. Finalmente, comentaron que uno de los retos es recolectar todos los residuos cárnicos que se generan en el cantón.

- Municipalidad de Santa Cruz

Este caso es distinto al de las otras municipalidades mencionadas, la Municipalidad de Santa Cruz realiza una recolección diferenciada de residuos cárnicos, sin embargo, su disposición final es el relleno sanitario, al igual que los demás residuos. La iniciativa de realizar una recolección separada se dio porque al agregar una bolsa con residuos cárnicos al camión recolector explotó y uno de los recolectores de residuos se llenó de sangre. Adicionalmente, estos residuos les ocasionaban problemas de generación de lixiviados, vectores y logística en

la recolección. Actualmente, recolectan este tipo de residuos a carnicerías y supermercados, con una frecuencia de 2 veces a la semana y los trasladan en un camión. Además, solicitan a los encargados de los establecimientos que los entreguen congelados. Los residuos son llevados al relleno sanitario, se colocan en un hueco en el frente de trabajo, se entierran y se cubren con residuos ordinarios. En el relleno sanitario se realiza cobertura diariamente. Los insumos que necesitan para realizar la recolección son contenedores de plástico, recurso humano (peones y chofer) y camión.

En cuanto al proceso que han tenido con los encargados de los establecimientos, comentaron que solamente han tenido inconvenientes cuando no realizan el adecuado proceso de congelación. Por parte de los usuarios han presentado quejas cuando se daña el vehículo y cuando se disminuye la frecuencia de recolección.

Los beneficios que han percibido son: realizar una ruta de recolección de residuos ordinarios más eficaz, los camiones no presentan daños generados por los huesos y un mejor ambiente laboral para los recolectores de residuos. Por último, los principales retos son que los establecimientos entiendan la importancia de realizar una ruta diferenciada y el por qué ocupan recolectarlos congelados.

5.4 Planteamiento de propuestas para la recolección diferenciada de residuos cárnicos

Con el objetivo de buscar soluciones a la inadecuada disposición de los residuos cárnicos generados en el cantón de Turrialba y a la condición actual del vertedero, se desarrollaron 2 propuestas. Ambas utilizan como insumos la información recopilada de las experiencias Municipales mencionadas en el apartado anterior, así como, la determinación del peso semanal promedio generado en las carnicerías del cantón.

5.4.1 Determinación de la cantidad de residuos a recolectar

Inicialmente, se coordinó realizar durante una semana el pesaje de residuos cárnicos (Figura 32) generados en las carnicerías y supermercados ubicados en las zonas donde la municipalidad brinda el servicio de recolección. Se realizó empezando el martes y terminando el lunes, sin incluir el domingo ya que, este día no hay ruta de recolección en Turrialba. Se utilizó el pick up del Departamento de Gestión de Residuos donde se transportó la romana que utilizaron los recolectores para pesar los residuos cárnicos. Según la ruta asignada para cada día, se pasó a los establecimientos de venta de carne antes de que el camión recolector de ordinarios pasara.

Es importante destacar que los recolectores comentaron que en algunos establecimientos les decían que ese día en específico no generaban residuos, por esta razón fue importante realizar cada ruta de recolección 2 días distintos. Este pesaje permitió obtener los resultados de los kilogramos generados cada día (Cuadro 10), sacando un promedio por día de 204 kilogramos y un máximo de 281,7 kilogramos.



Figura 32. Residuos cárnicos recolectados durante el pesaje.

Cuadro 10. Cantidad de residuos cárnicos generados por día.

Días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Cantidad (kg)	254,2	192,3	281,7	219,8	132,8	143

Con la colaboración de los recolectores, se dio a conocer que la carnicería ubicada en Alto Cruz ya no se encontraba en funcionamiento. Además, en los días asignados para pesar los residuos cárnicos en el distrito de La Suiza, no hubo residuos que pesar. Esto se debe a que un 50% de los encargados de los establecimientos de La Suiza entregan sus residuos cárnicos a personas externas, como se mencionó anteriormente. Solamente el sábado se recolectaron residuos cárnicos en uno de los supermercados (20 kilogramos), sin embargo, el gasto económico de trasladarse hasta la zona solamente por un establecimiento no es rentable, razón por la cual se tomó la decisión de realizar solamente una ruta de recolección, con las carnicerías de los distritos de Turrialba, Santa Rosa y La Isabel.

5.4.2 Elaboración de rutas de recolección

Con la información obtenida a partir de las encuestas realizadas a los establecimientos, se planteaba proponer 2 rutas de recolección, una que incluyera los distritos de Turrialba, La Isabel y Santa Rosa y otra que incluyera estos 3 distritos y el distrito de La Suiza (Figura 33).

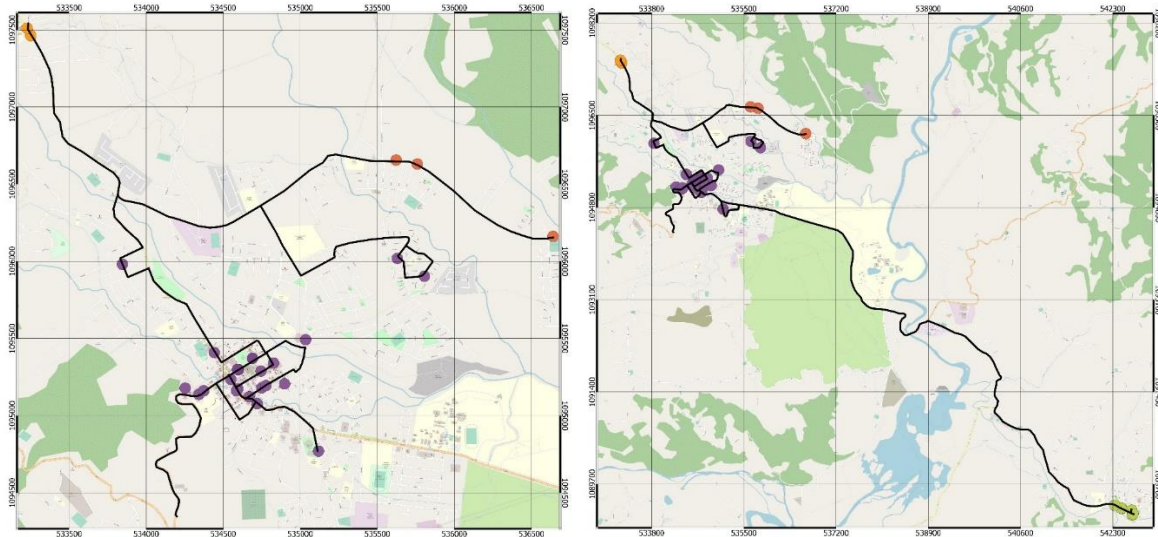


Figura 33. Rutas de recolección iniciales izquierda (Turrialba, Santa Rosa y La Isabel) y a la derecha (Turrialba, Santa Rosa, La Isabel y La Suiza)

Inicialmente se planteaban estas 2 rutas, donde, el recorrido se realizaría diariamente en el distrito de Turrialba, La Isabel y Santa Rosa. En La Suiza se recolectarían los residuos cárnicos 2 veces a la semana, debido a que, la cantidad de establecimientos ubicados en la zona representan solamente un 19% del total de carnicerías y supermercados encuestados, además, la distancia que hay entre el centro de Turrialba y La Suiza es de 18 kilómetros, lo cual implicaría más gastos en combustible y mayor tiempo de desplazamiento, por último, 3 de las 6 carnicerías encuestadas en La Suiza les entregan sus residuos a personas que los utilizan para artesanías y alimento para animales, por lo que la cantidad a recolectar sería poca.

A razón de la información obtenida en la sección 5.4.1 se decidió eliminar la ruta de recolección que incluía al distrito de La Suiza, además debido a la situación del establecimiento ubicado en Alto Cruz se modificó la ruta de la izquierda (Figura 33) para no incluir esta carnicería dentro de la ruta definitiva de recolección diferenciada de residuos cárnicos. Por ende, la ruta escogida para la recolección selectiva que se plantea para la Municipalidad de Turrialba inicia en el plantel municipal, seguidamente se recolectan los residuos del barrio Carmen Lyra trasladándose al barrio El Mora, luego se dirigen hacia Santa Rosa se devuelven hasta llegar al centro de Turrialba donde se dedican a recolectar los residuos del centro de Turrialba (Figura

34), finalizando en la carnicería ubicada en la terminal de autobuses, de ahí seguirá su destino dependiendo de la propuesta seleccionada (Sección 5.4.3).

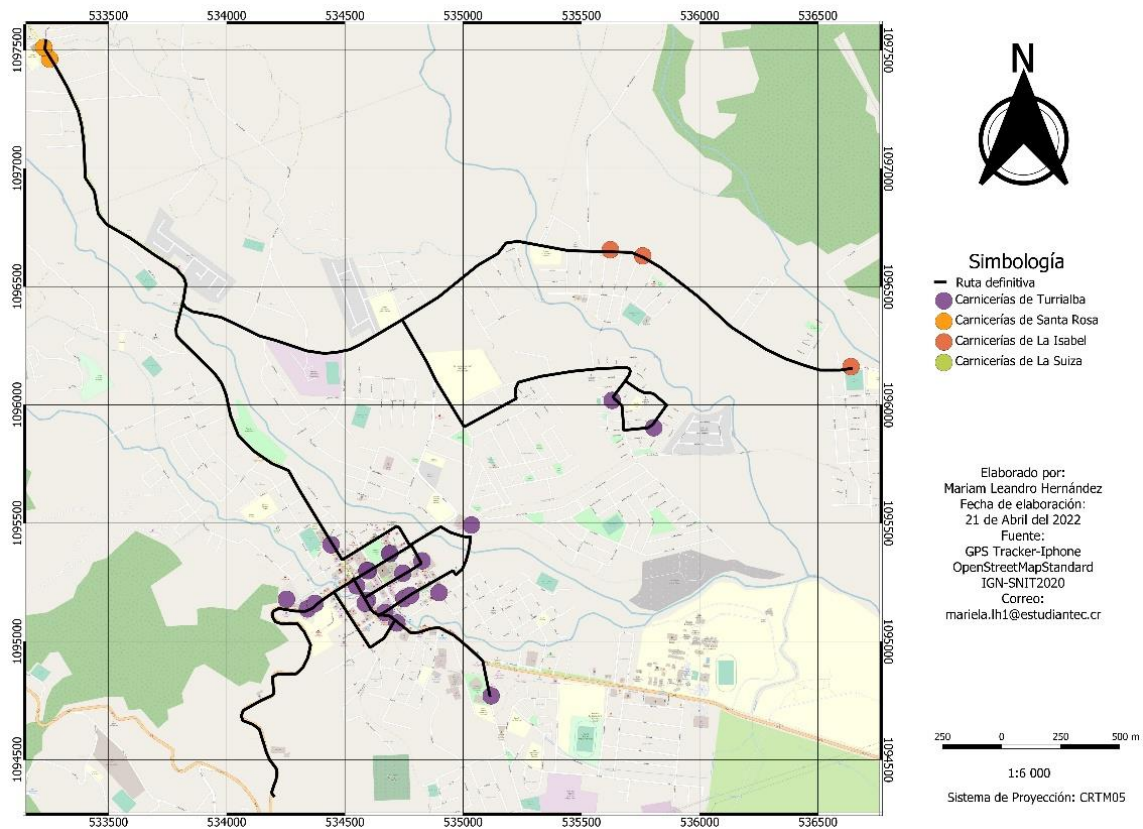


Figura 34. Ruta de recolección definitiva diferenciada de residuos cárnicos.

5.4.3 Propuestas a plantear para la Municipalidad de Turrialba

Para la recolección se propone utilizar la vagoneta pequeña que posee la Municipalidad o el pickup del Departamento de Gestión de Residuos (Figura 35), con el objetivo de no generar salidas económicas en la compra de un vehículo nuevo. La ruta de recolección definitiva (Figura 34) se realizará diariamente de lunes a sábado, donde se recorrerán 20,4 o 31,9 kilómetros al día, dependiendo de la propuesta seleccionada.



Figura 35. Vehículos propuestos para la recolección de residuos cárnicos pick up (izquierda) y vagoneta (derecha).

Según el peso máximo de los residuos cárnicos recolectados por día, se necesitarán 24 estañones plásticos de 8 galones (Figura 36), lisos, impermeables, resistentes y con tapa ajustada. Para calcular la cantidad de estañones necesarios para la recolección se tomó en cuenta la cantidad máxima de kilogramos que puede alzar una persona, que según el método GINSHT (Diego-Mas, 2015) el peso máximo aceptable que puede levantar un trabajador es de 25 kilogramos por lo cual, se velará porque los recolectores no llenen con más de 25 kilogramos cada estañón. Por ende, los 281,7 kilogramos divididos entre 25 kilogramos dan como resultado que se necesitan 11,27 (es decir 12) estañones, sin embargo, es necesario comprar el doble para que no haya ningún atraso en las rutas de recolección. Además, mediante la densidad de la carne congelada ($0,92 \text{ g/cm}^3$, aproximadamente) (Vargas, 2008), se verificó que dentro de un estañón de 8 galones entran 25 kilogramos.



Figura 36. Estañón de 8 galones (RENVASA, n.d.).

Del total de estañones, 12 se ubicarán en la parte trasera del vehículo, donde los recolectores vaciarán el recipiente de los residuos cárnicos de cada carnicería o supermercado. Los restantes 12, se utilizarán el siguiente día ya que, los 12 estañones del primer día serán retirados hasta el día siguiente en el establecimiento donde se dispongan (según las propuestas que se presentarán

más adelante). Con el fin de asegurar que los 12 estañones tuvieran el espacio suficiente dentro del cajón de la vagoneta o del pick up se calculó el área de la base del cajón de la vagoneta (53 200 cm²), del pick up (20 300 cm²) y de los 12 estañones (9 351,7 cm²). Comprobando que 12 estañones podrán ser transportados en los vehículos propuestos. Para calcular las áreas se utilizaron las siguientes dimensiones, facilitadas por la gestora de residuos de la Municipalidad:

- Vagoneta: Largo 280 cm x Ancho 190 cm x Alto 80 cm
- Pick up: Largo 145 cm x Ancho 140 x Alto 48 cm
- Estañón: Diámetro 31,5 cm x Alto 52 cm ((RENVASA, n.d.)

Además, se necesitará personal dedicado a la recolección, 2 personas, que deberán estar capacitadas en relación con el estado en el que se deben encontrar los residuos, es decir, no se deben presentar en estado de putrefacción y se deben entregar congelados. Esta capacitación se puede llevar a cabo por la Gestora de Residuos de la Municipalidad de Turrialba en colaboración con uno de los miembros de Industrias FAT.

A continuación, se presentarán 2 propuestas que toman como insumo lo mencionado anteriormente. Ambas inician brindando una capacitación a los encargados de los establecimientos de venta de carne o bien, compartiendo información de las rutas selectivas de residuos cárnicos, este proceso de comunicación se puede realizar de dos maneras:

1. Coordinar una reunión virtual mediante la plataforma de zoom, la cual implicaría realizar llamadas telefónicas a los establecimientos con el fin de obtener un correo electrónico, comunicarles la hora y el día en el que se llevara a cabo la reunión. En la reunión se les deberá comentar acerca de la recolección diferenciada que se realizará, los lineamientos que deben cumplir y los beneficios que generaría esta recolección. Se les enviará mediante correo electrónico la información con los horarios y días de la recolección y demás pautas que deben seguir. Es importante recalcar que dentro de los requerimientos que se deben cumplir se encuentran: que los residuos sean almacenados en bolsas o en estañones, que no superen los 25 kilogramos, los residuos deben estar congelados y no pueden estar en estado de putrefacción.
2. Programar dos días de visitas a los establecimientos de venta de carne. Iniciaría con llamadas telefónicas a los establecimientos para informales que se estará realizando una visita. Una vez en el lugar, se les comentaría de manera breve acerca de la nueva ruta de recolección, los beneficios que brindara esta recolección selectiva y los lineamientos

que deben cumplir para poder llevar a cabo esta recolección. Además, se les entregará un brochure en forma física o digital (mediante la herramienta de mensajería del teléfono móvil), según la decisión del encargado del establecimiento, con la información comentada, los días y las horas aproximadas a las que pasará el camión o el carro recolector de residuos.

Propuesta 1

En la última carnicería de la ruta (según sección 5.4.2), una vez que todos los residuos sean recolectados, los encargados del servicio de recolección se dirigirán al Matadero Dreama S.A. Los residuos cárnicos deberán ser entregados en la planta de matanza antes de mediodía, con el fin de que el camión que transporta los residuos cárnicos que genera esta también transporte los residuos cárnicos recolectados por la Municipalidad de Turrialba. Estos residuos serán llevados a Industrias FAT para recibir una adecuada gestión por medio del rendering. Al siguiente día, cuando los estañones sean recolectados deberán ser lavados por los recolectores de residuos.

Para poder llevar a cabo esta propuesta se conversó con los encargados del Matadero Dreama S.A y se llegó al acuerdo de que la Municipalidad pudiera transportar los residuos junto con los de ellos, tomando en cuenta que a la Municipalidad le correspondería pagar un porcentaje del costo del transporte, monto que será variable, este porcentaje se calculará dependiendo de la cantidad de estañones que recolecte la Municipalidad con respecto al total de estañones que sean transportados en el camión. Se considerará que 3 estañones de los de la Municipalidad equivalen a un estañón del matadero (ya que utilizan estañones de 200L). Además, se le consultó a Industrias FAT sí podrían recibir la cantidad de residuos cárnicos que genera el cantón, a lo cual, se tuvo una respuesta afirmativa.

Adicionalmente, se realizó una estimación económica de los gastos que implicaría la puesta en marcha de la Propuesta #1. Se contempló la compra de estañones para colocar los residuos que son recolectados en cada establecimiento de carne, la Sección 5.4.3 indica que se necesitan 24 estañones de 8 galones, cada estañón tiene un costo aproximado de 18 080 colones (RENVASA, n.d.). Los estañones son parte de la inversión inicial. Dentro de los costos operativos mensuales esta la contratación de personal que según el Departamento de Salarios Mínimos (2022) del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, el salario de un recolector de residuos y reciclaje es de 10 875,12 colones al día. Además, se calculó el gasto del uso del

vehículo destinado a la recolección de los residuos con el dato que brinda la Contraloría General de la República (2022), de los colones gastados según el kilometraje. Para calcular este dato se necesitó el año del modelo del vehículo (2019), el tipo de combustible (diésel) y la categoría (vehículo rural). Este dato se multiplicó por los kilómetros recorridos, además, al ser un recorrido diario se multiplicó por los días que se realizaría la recolección y por 4 semanas para sacar el dato de un mes. El dato que brinda la Contraloría General de la República de kilometraje incluye el combustible, coberturas de seguros A y C, rendimiento del dinero por kilómetros, erogaciones por concepto de limpieza general y gastos por concepto de filtros y lubricantes. A estos montos se les sumaría el costo del transporte de la planta de matanza a Industrias FAT, para el cual se consideraron las mismas condiciones que el transporte de la ruta de recolección y se establecerá según mutuo acuerdo entre la Municipalidad de Turrialba y el Matadero Dreama S.A (para el caso de la propuesta se asumió un 50% la Municipalidad de Turrialba y un 50% la Planta de Matanza). De esta manera, la Propuesta #1 incluiría una inversión inicial de ₡433 920 y costos operativos mensuales de ₡809 315.

Parte importante del proceso en el desarrollo de las propuestas fue la comunicación con la Gestora de Residuos de la Municipalidad de Turrialba, mediante este diálogo se logró conocer que a la Municipalidad también le gustaría tener una cotización de una empresa que realice todo el proceso de recolección y transporte de los residuos cárnicos. Por esta razón, se consultó con la empresa Centro de Acopio Preserve Planet cuál sería el costo de la recolección y transporte de los residuos cárnicos según las toneladas y kilómetros a recorrer, durante un mes. La empresa se encargaría de la recolección de lunes a sábado e incluyen en su cotización desarrollo de actividades de concientización, acompañamiento y capacitación del personal y apoyo en actividades de materia ambiental. En la opción 2 del Cuadro 11, se puede observar que no habría que invertir inicialmente ya que, la empresa subcontratada posee estañones antiderrames y los costos operativos mensuales varían a un total de 2 611 982 colones debido a que, en lugar del uso del vehículo para la recolección, la contratación de personal y el transporte a Industrias FAT se toma en cuenta la cotización brindada por la empresa.

Al finalizar el proyecto se dio a conocer que el Matadero Dreama S.A ya no se encontraba en funcionamiento por lo cual, la opción de transportar los residuos de la última carnicería a la planta de matanza y que esta se encargue del transporte, dividiendo los gastos según la cantidad de estañones recolectados, no será factible. Por ende, el dato del Cuadro 11 que indica que el transporte a Industrias FAT correspondía a 50% ya no sería y se debería asumir del 100% lo

que generaría que los costos operacionales mensuales de la opción 1 sean 920 595 colones y de la opción 2 611 982 colones.

Cuadro 11. Factores económicos a considerar en la propuesta 1.

Factor	Precio	Cantidad	Total	
			Opción 1 (Municipalidad)	Opción 2 (Empresa Contratada)
Inversión Inicial				
Estañones	€18 080	24	€433 920	-
Total			€433 920	-
Costos Operativos Mensuales				
Contratación de personal	€304 505	2	€609 010	
Uso del vehículo	181,83 $\frac{\text{colones}}{\text{kilómetros}}$	20,4 kilómetros	€89 025	€2 611 982,38
Transporte a Industrias FAT (50%)	90,915 $\frac{\text{colones}}{\text{kilómetros}}$	51 kilómetros	€111 280	
Total			€809 315	€2 611 982

Fuente: (Contraloría General de la República, 2022; MTSS Departamento de Salarios Mínimos, 2022; RENVASA, n.d.)

Propuesta 2

Finalizando la recolección de residuos cárnicos, estos serán llevados a la planta de compostaje Municipal, que será construida donde se ubica el actual vertedero de la Municipalidad de Turrialba. La Planta de Compostaje Municipal es un proyecto actual que realiza la Municipalidad de Turrialba, donde se plantea recolectar los residuos orgánicos de los hogares, comercios e instituciones afiliadas al Programa de Recolección de Bio-residuos y Tratamiento en Planta Municipal (Chaverri & Henández, 2021). Según el Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el cantón de Turrialba (Municipalidad de Turrialba, 2021) la planta municipal de compostaje se encuentra en la etapa de diseño. Esta planta pretende trabajar la descomposición de los residuos orgánicos a partir de lombrices, el insecto mosca soldado negro y compostaje de volteo. El segundo mencionado tiene la capacidad de descomponer carne y huesos, sin embargo, estos deben estar triturados debido a que el aparato bucal de la mosca soldado así lo requiere. Por esta razón, se propone invertir en una trituradora de huesos e incluir en el proceso de compostaje los huesos y la carne triturada.

Al igual que en la Propuesta #1, se realizó un análisis económico de los gastos que implicaría la puesta en marcha de la Propuesta #2. Se contempla la compra de estañones, la contratación de personal y el gasto en el uso del vehículo, estos datos se calcularon de la misma manera que en la propuesta anterior. Sumado a los gastos iniciales, se incluye el costo de una trituradora de huesos, que tiene un valor aproximado de 3 500 000 colones (Connecting Buyers with Chinese Suppliers, n.d.). De esta manera, la Propuesta #2 incluiría una inversión inicial de ₡3 933 920 y costos operativos de ₡748 220.

Al igual que en la Propuesta # 1, se agrega una opción 2 para la recolección y transporte de los residuos cárnicos correspondiente a la contratación privada del servicio de recolección. Se puede observar que la inversión inicial solamente contemplaría la compra de la trituradora y los costos operativos mensuales al usar la recolección subcontratada alcanza un total de 2 269 838 colones ya que, en lugar del uso del vehículo para la recolección y la contratación de personal se toma en cuenta la cotización brindada por la empresa.

Cuadro 12. Factores económicos a considerar de la propuesta 2.

Factor	Precio	Cantidad	Total	
			Opción 1 (Municipalidad)	Opción 2 (Empresa Contratada)
Inversión Inicial				
Estañones	₡18 080	24	₡433 920	-
Trituradora de huesos	₡3 500 000	1	₡3 500 000	₡3 500 000
Total			₡3 933 920	₡3 500 000
Costos Operativos Mensuales				
Contratación de personal	₡304 505	2	₡609 010	₡2 269 838,38
Uso del vehículo	181,83 $\frac{\text{colones}}{\text{kilómetros}}$	31,9 kilómetros	₡139 210	
Total			₡748 220	₡2 269 838

Fuente: (Connecting Buyers with Chinese Suppliers, n.d.; Contraloría General de la República, 2022; MTSS Departamento de Salarios Mínimos, 2022; RENVASA, n.d.)

Finalmente, se presentan dos propuestas que plantean dos escenarios distintos, sin embargo, se propone comenzar con una combinación de ambas, mientras se realiza la construcción de la Planta Municipal de Compostaje.

CONCLUSIONES

- Se lograron encuestar 32 establecimientos de venta de carne y la planta de matanza del cantón de Turrialba. En la planta de matanza se generan residuos de huesos, vísceras, pelos, cuernos, patas, cuero, grasa, rumen, la medula espinal y recortes de carne y los gestionan con Industrias FAT. El 77% de las carnicerías generan residuos de huesos, grasas y recortes de carne.
- El 63% de los establecimientos entrevistados entregan los residuos cárnicos al servicio Municipal.
- De las 32 ventas de carne entrevistadas, 11 no poseen un almacenamiento adecuado de sus residuos según lo estipulado en la norma.
- Se identificó que los principales establecimientos de valorización y disposición final de los residuos cárnicos que genera el cantón de Turrialba son Industrias FAT y el vertedero Municipal, respectivamente. Industrias FAT, estaría dispuesto a recibir más residuos dependiendo de la cantidad. El vertedero Municipal por su parte no está dispuesto a recibir más residuos.
- Los recolectores de residuos municipales comentaron que la recolección de residuos cárnicos no es sencilla, tomando en cuenta que los establecimientos cargan los estañones con muchos residuos, los estañones grandes son muy difíciles de manejar y los residuos tienen muy mal olor.
- En promedio se genera por día 204 kilogramos de residuos cárnicos en los establecimientos ubicados en la ruta de recolección municipal del cantón de Turrialba, alcanzando un peso máximo de 281,7 kilogramos diarios.
- La ruta de recolección propuesta toma en consideración los distritos de Santa Rosa, La Isabel y Turrialba para un total de 20,4 kilómetros aproximadamente.
- Se plantearon dos propuestas para el manejo diferenciado de residuos cárnicos por parte de la Municipalidad de Turrialba, que ambas contemplan capacitación a los encargados de los establecimientos de venta de carne, rutas de recolección y una estimación económica que contempla transporte, estañones, personal y equipo necesario para su ejecución.
- La Propuesta 1 considera generar una alianza con Industrias FAT, lo cual tendría un costo inicial de ₡433 920, los costos operativos podrán ser de ₡920 595 o ₡2 611 982 dependiendo de si la recolección se realiza con recursos de la municipalidad o bien subcontratando una empresa externa, respectivamente.

- La Propuesta 2 plantea la compra de una trituradora de huesos e incluir los residuos cárnicos en la Planta Municipal de Compostaje que esta por construirse, lo cual, tendría un costo de inicial de ¢3 933 920 y costos operativos de ¢748 220 si la recolección se hace por parte de la municipalidad y ¢2 269 838 si la recolección es tercerizada.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una investigación que abarque más carnicerías, con el fin de conocer el destino final de los residuos de las carnicerías donde se realiza servicio de recolección privada.
- Se recomienda realizar una encuesta con el fin de consultar a los establecimientos de carne cuántos estañones, refrigeradores y el espacio para almacenar residuos que poseen.
- Con respecto a los establecimientos o personas que recolectan los residuos cárnicos de ciertas carnicerías del cantón, se recomienda hacer un análisis profundo, con el objetivo de mapear y encuestar a estas personas ya que, en este estudio, aunque se intentó, no se lograron contactar.

REFERENCIAS

- Abdullahi, A., Kadarman, N., Hassan, A., & Madobi, I. S. (2015). Negative Impact of Abattoir Activities and Management in Residential Neighbourhoods in Kuala Terengganu, Malaysia. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 4(2), 124. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v4i2.4722>
- Acebo Plaza, M., & Castillo, M. J. (2016). *Estudios Industriales: Orientación Estratégica para la toma de decisiones - Industria de Ganadería de Carne*. 35. <http://www.espae.espol.edu.ec/publicaciones-de-espae/>
- AD-SOLUTION UG-ALEMANIA, INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD, & Ambiente, A. en E. y. (2012). *Anaerobic Digestions Solutions*. https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=info_86317_1_28052014.pdf
- Ahmad, R. S., Imran, A., & Hussain, M. B. (2018). Nutritional Composition of Meat. *Meat Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.77045>
- Arvanitoyannis, I. S., & Ladas, D. (2008). Meat waste treatment methods and potential uses. *International Journal of Food Science and Technology*, 43(3), 543–559. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01492.x>
- Código Municipal, (1998). http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_norma.aspx?param1=NRM&nValor1=1&nValor2=40197&nValor3=0&strTipM=FN
- Ley General de Salud, (1973). http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?aram1=NRTC&nValor1=1&nValor2=6581&nValor3=0&strTipM=TC
- Ley Orgánica del Ambiente, (1995). https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=27738&nValor3=93505&strTipM=TC
- Ley para la Gestión Integral de Residuos, (2010). https://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?nValor1=1&nValor2=68300
- Asociación Latinoamericana de Plantas de Rendimiento. (2018). *Estatus de la Industria Costa Rica*. http://www.alapre.org/Downloads/Congresos/Sexto/Estatus_de_la_Industria_en_Costa_Rica_2018.pdf

- Banks, C., & Wang, Z. (2005). Treatment of Meat Wastes. *Waste Treatment in the Food Processing Industry*, 67–100. <https://doi.org/10.1201/9781420037128.ch3>
- Cámara Costarricense de Porcicultores (CAPORC). (n.d.). *Quiénes somos*. <https://caporc.org/>
- Carrillo Villareal, J. M., Castro Ramírez, A., & Urbina Bravo, A. (2018). La ganadería en el contexto agrolimentario, la generación de empleo y los retos del cambio climático: Hacia una nueva política de sostenibilidad competitiva. *Ministerio de Agricultura y Ganadería*, 77. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E16-10813.pdf>
- Chaverri, A. L. V., & Henández, M. L. (2021). *Programa de Recolección de Bio-residuos y Tratamiento en Planta Municipal Manual de operación de la planta de compostaje*.
- Chaves, L. A., Saborío, Y. C., & Castro, J. L. Z. (2016). *Construcción de un Matadero y Planta de Deshuese en la Zona de Occidente, para Comercializar carne de Cerdo*.
- Comisión para la Cooperación Ambiental. (2017). Caracterización y gestión de los residuos orgánicos en América del Norte. Informe sintético. In *Cec-Cca-Cce*. <http://www3.cec.org/islandora/fr/item/11770-characterization-and-management-organic-waste-in-north-america-white-paper-es.pdf>
- CONAM. (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. *Ministerio de Salud DIGESA*, 98. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1650.pdf>
- Connecting Buyers with Chinese Suppliers. (n.d.). *Catálogo de Producto*. https://es.made-in-china.com/tag_search_product/Bone-Crushing-Machine_uhrrugsn_1.html?gclid=Cj0KCQjwgYSTBhDKARIsAB8Kuks8kSv6etY6lL84uhvyJGMlsSFLqiLadQaUjZuy2VVXsN2IrOrjtXcaArIbEALw_wcB
- Consejo Nacional de Producción. (2015). *Carne de Cerdo: Estadísticas 2011-Diciembre 2015*. <http://www.mag.go.cr/informacion/inf.tecnica.pro.cerdos/Estadisticas-Cerdos-CNP2011-2015.pdf>
- Consejo Nacional de Producción (CNP). (2021). *Quiénes Somos?* <https://www.cnp.go.cr/acercacnp/index.aspx>
- Contraloría General de la República. (2022). *Zonaje, kilometraje y viáticos Montos, reglamento, tarifas, gastos...* <https://www.cgr.go.cr/02-consultas/consulta-zon-kilo-via.html>
- CORIMEX S.A. (n.d.). *Producción*. <https://corimexsa.mystrikingly.com/#5>
- Corporación Ganadera: CORFOGA. (2021). *Consumo aparente per cápita de carne bovina, 2019-2021*. <https://www.corfoga.org/estadisticas/consumo/>
- Corporación Ganadera (CORFOGA). (n.d.). *Inicio: Corporación Ganadera*. <https://www.cnp.go.cr/acercacnp/index.aspx>

- Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT*. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia. <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php>
- Djekic, I. (2015). Environmental Impact of Meat Industry – Current Status and Future Perspectives. *Procedia Food Science*, 5(October), 61–64. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.025>
- Esencial Costa Rica. (2021). *Conózcenos*. <https://www.esencialcostarica.com/empresas-licenciatarias/alimentos/matadero-del-valle/>
- FAO. (2019). *Technical guidance principles of risk-based meat inspection and their application*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2014). *Livestock and Animal Production*. http://www.fao.org/ag/againfo/themes/en/animal_production.html
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). *FAOSTAT*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Grupo H&M. (2016). *Ficha del catálogo dinámico de tecnologías para la bioeconomía Producción de biodiesel a partir de desechos de aceite y grasas bovinas de Grupo H & M Breve descripción*. 506, 5305.
- Jurado, M. del C. M. (2018). *Valorización energética de vertidos y residuos del sector cárnico mediante producción de biogás* (Issue June). Universidad de Cádiz.
- KEBS. (2018). *Basic requirements for a slaughter house - Specification*. January, 16.
- Manilla, E. (2022). Basureros clandestinos son un foco de infección. *El Mañana*. <https://www.elmanana.com/tamaulipas/sanfernando/basureros-clandestinos-son-un-foco-de-infeccion/5524095>
- Martínez, J. A. (2009). Análisis del mejoramiento y competitividad en la ganadería de carne ante la apertura comercial en Costa Rica. *Universidad de Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias Escuela*, 73.
- Meleán, A. (2020). Encuentran 100 kilos de carne descompuesta en basurero clandestino de Quillón. *La Discusión CL*. <https://www.ladiscusion.cl/encuentran-100-kilos-de-carne-descompuesta-en-basurero-clandestino-de-quillon/>
- MINAE, SINAC, JICA, González, H., & Aramburo, D. (2017). *La Conciencia Ambiental en Costa Rica: Evolución, estado actual y retos futuros: sistematización del proceso de mejoramiento de la conciencia ambiental de Costa Rica*. [http://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Documents/LA CONCIENCIA AMBIENTAL EN COSTA RICA.pdf](http://www.sinac.go.cr/ES/partciudygober/Documents/LA_CONCIENCIA_AMBIENTAL_EN_COSTA_RICA.pdf)

- Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. (2014). *Acerca del MAG*.
http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Servicio Nacional de Salud Animal, & Dirección Nacional de Operaciones. (n.d.). *Certificado Veterinario de Operación. Guía al Usuario*.
<https://www.senasa.go.cr/informacion/centro-de-informacion/tramites-servicios/guias-usuario/dno-2/4752-certificado-veterinario-de-operacion>
- Ministerio de Salud Costa Rica. (2016). *Sobre Ministerio: Visión y Misión*.
<https://www.ministeriodesalud.go.cr/index.php/sobre-ministerio/mision-y-vision>
- Ministerio de Salud Costa Rica. (2021). *Plan Nacional de Residuos Marinos 2021-2030*.
https://www.ministeriodesalud.go.cr/sobre_ministerio/prensa/comunicados/plan_nacional_residuos_marinos_2021_2030.pdf
- Ministerio de Salud Costa Rica. (2022). *Resumen de los resultados como parte de la ejecución de los Planes Municipales GIRS por provincia en el 2020*. 506.
- Ministry of Attorney General. (2010). *Report of the Meat Regulatory and Inspection Review*. 281–317.
- MTSS Departamento de Salarios Mínimos. (2022). *Lista de Salarios Mínimos*.
https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2022.pdf
- Municipalidad de Turrialba. (2021). *Plan Municipal de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Cantón de Turrialba*. http://muniturrialba.go.cr/docs/reciclaje/PMGIRS_Turrialba_Web.pdf
- Petrovic, Z., Djordjevic, V., Milicevic, D., Nastasijevic, I., & Parunovic, N. (2015). Meat Production and Consumption: Environmental Consequences. *Procedia Food Science*, 5(October), 235–238. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2015.09.041>
- Planta de Matanza ITCR. (2015). *Manual HACCP Matanza Bovinos*.
- Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes, (2001).
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=46546&nValor3=49201&strTipM=TC
- Reglamento General para el Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación, (2008).
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64426&nValor3=0&strTipM=TC
- Reglamento para la aplicación y uso de efluentes provenientes de Granjas Porcinas, (2020).
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?p

aram1=NRTC&nValor1=1&nValor2=46546&nValor3=49201&strTipM=TC

- Ramírez, S., Fallas, S., Hydalgo, M., Leandro, F., & Leandro, M. (2020). *Gestión Integral de Residuos Generados por la Industria Cárnica*.
- RENVASA. (n.d.). *Catalogo de Productos*. <https://www.renvasa.com/catalogo-de-productos/>
- Robaina, R. (2012). Algunas definiciones prácticas. *Instituto Nacional de Carnes, 2002*, 1–11. http://www.inac.gub.uy/innovaportal/file/6351/1/algunas_definiciones_practicas.pdf
- Servicio Nacional de Salud Animal, MAG, C. R. (2017). *Historia*. <http://www.senasa.go.cr/institucion/senasa/historia>
- Solano, T., Solórzano, J., & Paniagua, J. (2021). Modelación del mercado de carne de res en Costa Rica : una aproximación preliminar básica. *E-Agronegocios*, 7, 4–20.
- Uçak, H. (2007). *Trends in meat industry-Production, consumption and trade*. 6(4), 125–131. http://www.oeconomia.actapol.net/pub/6_4_125.pdf
- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, V(1), 59–72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Vargas, O. L. T. (2008). PUESTA A PUNTO DE MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS Y DE ANÁLISIS RÁPIDOS UTILIZABLES EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JAMÓN CURADO. *Universidad Politécnica de Valencia. Tecnología de Alimentos*, 1–102. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/1984/tesisUPV2756.pdf>
- Vásquez, M. P. (2017). Análisis De Los Canales De Comercialización Y Condiciones De Trazabilidad De La Carne Fresca En El Departamento De Sucre, Para Una Estrategia Hacia El Mercado Canadiense. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). file:///C:/Users/User/Downloads/fvm939e.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Encuesta realizada a los establecimientos de venta de carne

1. Fecha:
2. Nombre del establecimiento:
3. Distrito:
 Turrialba La Suiza
 Santa Rosa La Isabel
4. Ubicación de la carnicería:
5. Nombre y puesto:
6. Posee CVO (Certificado Veterinario de Operación) al día:
 Sí No
7. Cada cuánto realizan inspecciones las autoridades de SENASA:
8. ¿Cuál es el origen de las carnes que venden?:
 Cerdo Pescado Otra
 Res Pollo
9. Resumen del proceso que realizan en la carnicería para llegar a los productos de venta:
10. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes del cerdo?:
11. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes del cerdo semanalmente?:
12. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes de la res?:
13. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes de la res semanalmente?:
14. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes del pollo?:
15. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes del pollo semanalmente?:
16. ¿Cuáles son los residuos cárnicos generados provenientes del pescado?:
17. ¿Cuántos son los residuos cárnicos generados provenientes del pescado semanalmente?:
18. ¿Qué días de la semana generan mayor cantidad de residuos cárnicos?:
 Lunes Miércoles Viernes
 Martes Jueves
19. ¿Qué tipo de recipiente utilizan para disponer los residuos cárnicos?:
20. ¿En qué lugar del establecimiento almacenan los residuos cárnicos?:
21. ¿Qué tipo de gestión (pre-tratamiento) le dan a los residuos cárnicos? (agregarle cal-trituración-lavado):
22. ¿Qué tipo de tratamiento o disposición final reciben los residuos cárnicos que generan?:

23. ¿Cuál es el costo económico por el servicio?:
- Le pagan Le cobran la gestión
- Le cobran transporte Ninguna
24. Explique en qué consiste el servicio de recolección que le brindan:
25. En este establecimiento siguen algún tipo de lineamiento con respecto al tema de residuos cárnicos:
26. ¿Qué siente que se podría mejorar con respecto al tema de residuos cárnicos, en su carnicería y/o otras carnicerías?:
27. Estaría dispuesto a darle un pre-tratamiento (lavado) y un adecuado almacenamiento a los residuos cárnicos con el objetivo de que la Municipalidad los recolecte y los lleve a un centro para su valorización:
- Sí No
28. Observaciones:

Anexo 2: Encuesta realizada a los encargados del servicio de recolección

1. Nombre: _____
2. Durante los recorridos de recolección en las diferentes rutas municipales ¿se recogen residuos cárnicos provenientes de carnicerías o supermercados (huesos, restos de carnes, cebo, entre otros)?:
- Sí No (Si la respuesta es negativa ha terminado la encuesta)
3. Si la respuesta a la pregunta anterior es afirmativa especifique en cual (es) distrito (s):
- Turrialba La Suiza La Isabel Santa Rosa
4. ¿Podrá indicarnos la ubicación o nombre de alguna (s) carnicerías o supermercados donde recolecta con más frecuencia este tipo de residuo?
- No Sí Indique el nombre o ubicación: _____
5. ¿Cuáles desechos recolectan con mayor frecuencia? (puede marcar varias opciones):
- Cabezas de cerdo o res Huesos Pellejos
- Restos de carne Grasas Otro, especifique: _____
6. Los residuos cárnicos encontrados se encuentran en:
- Bolsa Caja Estañon Saco Otro, especifique: _____
7. Los residuos cárnicos se encuentran almacenados adecuadamente (en un estañon con tapa, en bolsa o sacos cerradas correctamente):
- Sí No
8. Es frecuente encontrar residuos cárnicos esparcidos sobre la calle u acera:

Sí No

9. Es sencillo para usted cargar los residuos cárnicos al camión recolector:

Sí No

10. Si la respuesta a la pregunta anterior es negativa explique porque:

11. Mencione cuáles han sido las principales dificultades al encontrarse con este tipo de residuos:

Anexo 3: Encuesta realizada a los establecimientos de valorización y disposición final

1. Nombre del establecimiento:
2. ¿Qué residuos cárnicos reciben?:
3. ¿En qué condiciones reciben los residuos cárnicos?:
4. ¿Cuál es el proceso que realizan?:
5. ¿Cuántos residuos cárnicos maneja actualmente?:
6. ¿Puede recibir más residuos? Cuántos?:

Anexo 4: Encuesta realizada a las municipalidades que realizan recolección diferenciada de residuos cárnicos

1. Nombre y Municipalidad:
2. ¿Antes de la recolección diferenciada a dónde disponían los residuos cárnicos?
3. ¿Cómo nació la iniciativa de la recolección diferenciada de residuos cárnicos?
4. ¿Qué problemas ambientales les generaban estos residuos?
5. ¿A qué tipo de establecimientos se les hace la recolección de residuos cárnicos?
6. ¿Cuál es la frecuencia de recolección de residuos cárnicos?
7. ¿Qué tipo de transporte utilizan para trasladar los residuos?
8. ¿En qué condiciones le solicitan a los establecimientos que les entreguen los residuos?
9. ¿A dónde llevan los residuos cárnicos?
10. ¿En qué condiciones tienen que llevar los residuos al centro de valorización?
11. ¿Qué recursos son necesarios para realizar una recolección diferenciada?
12. ¿Cómo ha sido el proceso de la recolección diferenciada con los encargados de los establecimientos?
13. ¿Cuáles beneficios les han percibido?
14. ¿Cuáles han sido los principales retos?