

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

CLORHIDRATO DE CLENBUTEROL EN LA CARNE BOVINA
COMERCIALIZADA EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE
CHIQUMULA



FLOR MARÍA MIRANDA VIVAR

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA

CLORHIDRATO DE CLENBUTEROL EN LA CARNE BOVINA
COMERCIALIZADA EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE
CHIQUIMULA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo

Por

FLOR MARÍA MIRANDA VIVAR

Al conferírsele el título de

ZOOTECNISTA

En el grado académico de

LICENCIADA

CHIQUIMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2020

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA**



RECTOR
M.Sc. Ing. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Estudiantes:	A.T. Estefany Rosibel Cerna Aceituno
Representante de Estudiantes:	PEM. Elder Alberto Masters Cerritos
Secretaria:	Licda. Marjorie Azucena González Cardona

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M. A. Edwin Rolando Rivera Roque
Coordinador de Carrera:	Lic. Zoot. Mario Roberto Suchini Ramírez

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente:	Lic. Zoot. Luis Eliseo Vásquez Chegüén
Secretario:	M.V. Raúl Jáuregui Jiménez
Vocal:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López

TERNA EVALUADORA

Presidente:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Secretario:	M.V. Raúl Jáuregui Jiménez
Vocal:	M.V. Gustavo Adolfo López Martínez

Chiquimula, septiembre de 2020

Señores
Miembros Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Chiquimula, Ciudad

Respetables Señores:

En cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado "CLORHIDRATO DE CLENBUTEROL EN LA CARNE BOVINA COMERCIALIZADA EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIQUIMULA", como requisito previo a optar al título profesional de Zootecnista, en el grado académico de Licenciada.

Atentamente,



FLOR MARÍA MIRANDA VIVAR
Estudiante



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
ZOOTECNIA



Ref. AJLD-003-2020
Chiquimula, 25 de mayo de 2020

Señor Director
Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordon
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Señor Director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación, para asesorar a la estudiante **Flor María Miranda Vivar**, en el trabajo de graduación denominado: "Clorhidrato de clenbuterol en la carne bovina comercializada en la cabecera departamental de Chiquimula", tengo el agrado de dirigirme a usted, para informarle que he procedido a revisar y orientar a la sustentante sobre el contenido de dicho trabajo.

En ese sentido, la investigación aporta información relevante en cuanto a la calidad de los productos pecuarios producidos en el departamento de Chiquimula y la región oriental del país, así como su incidencia en la salud pública, pudiendo servir como base, en la formulación de iniciativas encaminadas a la inocuidad de los productos cárnicos, así como al conocimiento informado de lo que la población consume.

Por las razones anteriormente expuestas, en mi opinión la presente investigación reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes; razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar al título de Zootecnista en el grado académico de Licenciada.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


M.A. Alejandro José Linares Díaz
Asesor Principal



EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el documento de la investigación que efectuó la estudiante **FLOR MARÍA MIRANDA VIVAR** titulado "**CLORHIDRATO DE CLENBUTEROL EN LA CARNE BOVINA COMERCIALIZADA EN LA CABECERA DEPARTAMENTAL DE CHIQUIMULA**", trabajo que cuenta con la aprobación de la Comisión de Trabajos de graduación de la carrera de Zootecnia. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como Trabajo de Graduación, a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **LICENCIADA ZOOTECNISTA**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, a dieciocho de agosto de dos mil veinte.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón

**DIRECTOR
CUNORI – USAC**



ACTO QUE DEDICO

Principalmente a Dios y a la Virgen María por permitirme alcanzar este triunfo, darme la sabiduría necesaria en cada una de las etapas de mi vida.

A MIS PADRES: Amílcar Miranda y Flory Vivar que con paciencia, esfuerzo y sacrificio son forjadores de lo que hoy soy. Gracias por su amor infinito, por siempre darme lo mejor de ustedes, por estar presente en cada momento de mi vida y nunca dejarme sola, los amo y le agradezco a Dios por tenerlos junto a mí, nunca quisiera que me faltaran.

A MI HERMANA: Nataly gracias por ser tan especial conmigo, por todo el apoyo brindado durante mi estudio y estar para mí siempre, sin importar las circunstancias, espero siempre contar contigo, agradezco a Dios por tenerte en mi vida.

A MI HERMANO: Amílcar y a mi cuñada Ruth gracias por su cariño y por regalarme la bendición de ser tía de mis tres angelitos.

A MIS ABUELOS: Octavio Miranda y Javier Vivar gracias a los dos por ser un ejemplo en mi vida, gracias por su cariño y por sus oraciones y le doy tantas gracias a Dios por permitirme que estén conmigo compartiendo este triunfo y a mis dos angelitas Gloria Piano y Vergelina Orellana que sé que físicamente no están acompañándome en este momento tan importante en mi vida pero sé que en el cielo están con una sonrisa gigante por mi triunfo, a las dos les agradezco por todo el amor que me regalaron a lo largo de mi vida porque desde que tengo uso de razón siempre estuvieron para mí, las amo y siempre vivirán en mi corazón, este triunfo es dedicado especialmente a ustedes, besos hasta el cielo.

A MIS TRES PRÍNCIPES: Quienes le dan alegría y luz a mi vida, Santi, Thiago y Nico, gracias por su amor, son una bendición en mi vida, los amo.

A MI SOBRINA: Ana Paula Juárez gracias por todas tus muestras de amor, por ser una niña tan única y especial. Te amo.

A MIS TÍOS: A cada uno de ellos les agradezco por su cariño y por ser una parte fundamental en mi vida, pero especialmente quiero darle las gracias a mi tía Nely a quien considero un ángel en mi vida, gracias por su amor, por sus oraciones y por siempre estar para mí.

A MIS PRIMOS: Gracias por su cariño y por los momentos vividos, principalmente quiero agradecer a mis primos, Rosy, Roberto, Javier, Jean, Idalma y Debi por ser como mis hermanos por su cariño incondicional y por siempre estar pendientes de cada logro en mi vida.

A MIS AMIGOS: Leo, Katy, Kenya, Andyra, Monica, Adriana, Willy, Ever, Renato Aroldo, Hector, Ale, Brigitte, Katy Linares, Joselin, gracias por su cariño y su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Virgen les agradezco por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias.

A MIS PADRES: Les agradezco porque gracias a su apoyo me demostraron que no estoy sola en cada uno de mis propósitos y por su amor incondicional a lo largo de mi vida.

A MIS ASESORES: M. A. Lic. Zoot. Alejandro Linares y M.Sc. Lic. Zoot. Carlos Suchini gracias por su tiempo, dedicación y paciencia en la realización del presente trabajo.

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE: Por ser mi centro de estudios y brindarme la oportunidad de estudiar la carrera de Zootecnia.

AL MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN (MAGA): gracias por el financiamiento brindado en los análisis realizados en esta investigación.

A LA CARRERA DE ZOOTECNIA: Por ser parte de mi formación académica, brindarme conocimientos que me servirán siempre en el área profesional y otras áreas de mi vida.

A MIS CATEDRÁTICOS: Gracias por sus enseñanzas, por el apoyo brindado a lo largo de la carrera y por la dedicación para transmitirme todos los conocimientos técnicos y profesionales para el buen desenvolvimiento en el ámbito profesional.

ÍNDICE

Contenido	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
III. JUSTIFICACIÓN	4
IV. OBJETIVOS	5
4.1 General.....	5
4.2 Específicos	5
V. HIPÓTESIS	6
VI. MARCO TEORICO.....	7
6.1 Carne.....	7
6.1.1 Definición	7
6.1.2 Características nutricionales de carne bovina	8
6.1.3 Ventajas del consumo de carne bovina	10
6.2 Consumo de carne de res en Guatemala.....	10
6.3 Ganado vacuno o bovino	12
6.3.1 Definición	12
6.3.2 Alimentación.....	12
6.3.3 Sacrificio de animales.....	13
6.3.4 Faenado de Bovinos.....	13
6.4 Clorhidrato de Clenbuterol	15
6.4.1 Definición	15
6.4.2 Características	15
6.4.2.1 Características físicas	15
6.4.2.2 Características químicas	15
6.4.2.3 Características farmacológicas	16
6.4.2.4 Utilización en animales y toxicidad	17
6.4.3 Usos del Clorhidrato de Clenbuterol	17
6.4.3.1 Uso en humanos y efectos secundarios.....	17
6.4.4 Uso como agente dopante	19
6.4.5 Uso veterinario y sus Efectos	19

6.4.6	Uso como promotor de crecimiento	20
6.5	Farmacocinética del Clorhidrato de Clenbuterol.....	21
6.6	Reacciones del Clenbuterol en Animales	23
6.7	Métodos para la detección de Clorhidrato de Clenbuterol en bovinos ..	24
6.8	Diagnóstico, síntomas y tratamiento de intoxicaciones en consumidores de carne bovina contaminada con residuos de Clorhidrato de Clenbuterol	25
6.8.1	ANÁLISIS HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de masas).....	28
VII.	MARCO METODOLÓGICO	29
7.1	Localización	29
7.2	Clima y Zona de Vida.....	29
7.3	Tipo de investigación	29
7.4	Población y muestra	30
7.5	Recolección de datos.....	31
7.5.1	Aspectos metodológicos.....	31
7.6	Apartado de técnicas e instrumentos	32
7.7	Método de investigación	33
7.7.1	ANÁLISIS HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución , acoplado a detector de masas).....	33
7.8	Fuentes de información	35
7.9	Operacionalización de las variables.....	35
7.10	Interpretación de las variables	37
VIII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	38
8.1	Clorhidrato de Clenbuterol en muestras.....	38
8.2	Estudio de conocimiento y opinión del Clorhidrato de Clenbuterol	40
IX.	CONCLUSIONES.....	44
X.	RECOMENDACIONES.....	45
XI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
XII.	APÉNDICE	52
XIII.	ANEXO	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla

1. Composición nutricional de la carne de vacuno (en 100 granos de sustancia comestible)	09
2. Valores en Toneladas métricas de carne de res en Guatemala 2014-2019.	10
3. Puntos de venta de carne en general en Guatemala (Año 2018)	11
4. Rendimiento en Canal Bovino	14
5. Comportamiento productivo y características de la canal de bovinos bonsmara tratados con tres β -agonistas.....	21
6. Proporción del tipo de β -receptores en algunos órganos y posible efecto a la administración de Clorhidrato de Clenbuterol.....	22
7. Concentración de Clorhidrato de Clenbuterol administrado y su proporción de residuos en órganos.....	23
8. Técnicas e instrumentos.....	33
9. Operacionalización de variables: presencia del Clorhidrato de Clenbuterol en la carne bovina comercializada en la cabecera departamental de Chiquimula.....	35
10. Objetivos, variables e indicadores del estudio de opinión sobre características Sociodemográficas del consumidor.....	36
11. Presencia y concentración de Clorhidrato de Clenbuterol encontrada en muestras Cárnicas bovinas.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Estructura química del Clenbuterol	15
2. Número de miembros integrantes de las familias encuestadas en la cabecera departamental de Chiquimula. Guatemala	40
3. Conocimiento de la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en carne de res comercializada en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala.....	41
4. Nivel de conocimiento de los efectos del consumo de Clorhidrato de Clenbuterol en el animal bovino, en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala	42
5. Nivel de conocimiento del riesgo y efectos del consumo de carne bovina con Clorhidrato de Clenbuterol en la salud del consumidor en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala.	43

I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país con extensiones de territorio aptas para la crianza y engorde de ganado de diversos tipos. Si bien el sector de carne bovina ha mostrado fluctuaciones importantes en cuanto a su mercado, el comportamiento sigue la misma tendencia de una diferencia fuerte entre el consumo de una población rural y una urbana, pero siempre demandando mayor cantidad de carne.

Por lo anterior, uno de los principales retos del país es satisfacer la demanda de alimentos cárnicos, sobre todo cuando la Política Agropecuaria 2016-2020, del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), plantea fortalecer las actividades agropecuarias que satisfagan las necesidades de alimentación de la población guatemalteca en el marco de cumplimiento de las responsabilidades sectoriales basados en los ejes: Seguridad Alimentaria y Nutricional, Salud Pública, Desarrollo Económico Productivo y Desarrollo Social.

Esto ha llevado a los productores a buscar ventajas competitivas que, en ocasiones escapan de la normativa vigente como por ejemplo, el Acuerdo Ministerial 821-2007 del MAGA que prohíbe el registro, uso y comercialización de Clenbuterol en todas sus formulaciones, especialmente en el ramo pecuario, usado de manera clandestina como promotor de ganancia de peso en el engorde de ganado bovino, por su efecto anabolizante al pertenecer a la familia de los β -agonistas.

El objetivo generalizado en la industria ganadera es simple: obtener mayor cantidad de carne con menor cantidad de grasa, en el menor tiempo y costo posible, sin embargo, dicho cambio en la forma de producir ha generado varios problemas: falta de garantía en la calidad de los insumos para el productor, diferencias en los modelos de administración de fincas ganaderas, informalidad del sector ganadero en cuanto a la rastreabilidad y fiscalización y la falta de información al consumidor en cuanto a las características y condiciones de la carne bovina y subproductos desde el punto de vista nutricional y de calidad.

En Guatemala, no existe mayor información del uso de Clorhidrato de Clenbuterol en el engorde de ganado bovino, aunque está legalmente prohibido, se usa indiscriminadamente causando problemas en la salud del animal y del consumidor de la carne, considerándose que es una sustancia potencial cancerígena y tóxico multiorgánico. Siendo éste, el punto de partida del presente estudio, en la región oriental, específicamente el departamento de Chiquimula.

Se analizaron 58 muestras de carne bovina que se comercializaban en los mercados municipales de la cabecera departamental y en expendios externos, a través del análisis HPLC-MSMS, siendo positivas en el 51.72% de las muestras, cuyo valor refleja el alto uso del Clorhidrato de Clenbuterol en el engorde de ganado bovino de la zona, con sus respectivos conflictos a la salud del animal y del consumidor final de la carne.

Por otra parte, conociendo que el consumidor en su mayoría desconoce las características y calidad de muchos de los alimentos, se realizó una encuesta al azar a 68 personas residentes en la cabecera departamental de Chiquimula, para determinar el nivel de conocimiento del uso del Clorhidrato de Clenbuterol en el engorde de ganado bovino y de los posibles riesgos a la salud que representa su consumo, mostrando que solo el 42.64% de la población encuestada tiene conocimiento de qué es el Clorhidrato de Clenbuterol, un 5.88% conocen de su uso en la alimentación del ganado bovino y solamente un 2.95% conoce del riesgo para la salud que representa la presencia de dicha sustancia en la carne.

Con la información obtenida se refleja que no existe un cumplimiento de los productores al Acuerdo Gubernativo 821-2007 del MAGA, que conjuntamente a la deficiente vigilancia y supervisión de las autoridades competentes, así como, al desconocimiento generalizado de la población, del uso y riesgo del Clorhidrato de Clenbuterol como aditivo nutricional en el engorde de ganado bovino, hacen que el bienestar animal y humano se encuentren en latente peligro por el uso de sustancias prohibidas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El mercado mundial demanda carnes de calidad e inocuas para el consumo humano, lo que ha ocasionado que se busque un incremento en los índices productivos de las explotaciones bovinas. Aunado a esto la alimentación con forrajes de baja calidad nutricional a causa del cambio climático y los factores sanitarios han complicado la situación para el productor. Para solventar este problema y ser competitivos, los ganaderos se han visto en la necesidad de recurrir a la mejora genética de sus hatos y a ajustes en las dietas de los animales, con la intención de mejorar los índices de conversión alimenticia (ICA). Estos ajustes, se basan en el uso de sustancias anabolizantes (en ocasiones ilegales), con el fin de incrementar el rendimiento en masa muscular del animal, pero sin valorar los efectos secundarios, riesgos y daños que se pueden causar tanto al animal como al consumidor final de la carne.

El departamento de Chiquimula es considerado como una de las zonas ganaderas de mayor importancia en el país, ubicado en un excelente punto para el trasiego de animales debido a su posición trifronteriza. Esto ha ocasionado que por la buena producción que existe y el volumen alto de la población que demandan los productos cárnicos, se ha visto un incremento en los últimos años en el número de explotaciones de ganado estabulado que, para competir con el mercado general, necesitan adicionar a las dietas animales, sustancias que mejoren los parámetros productivos, produciendo carne de bajo contenido de grasa, en poco tiempo y espacio, aun cuando esto implique el uso de sustancias ilegales.

De esta manera, la producción de carne bovina en ausencia a la inspección de la normativa vigente, hace que el Clorhidrato de Clenbuterol residual de la carne, llegue al mercado final que, en su mayoría sin saberlo, al consumirla pueden dar paso a intoxicaciones importantes que afectan directamente su salud de forma imprevisible.

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala el uso de Clorhidrato de Clenbuterol está prohibido en la producción animal, según el acuerdo ministerial 821-2007 sin embargo, existe poco control sobre el manejo nutricional de las explotaciones animales, así como escasas denuncias de su uso ante autoridad competente.

La propiedad de, aumento de la masa muscular en los animales destinados al sacrificio, ha hecho del Clorhidrato de Clenbuterol, uno de los compuestos más popularmente utilizados por los productores ganaderos sin responsabilidad social, debido a que es una sustancia que presenta una serie de efectos tóxicos si se consume de forma descontrolada y de dosis mínimas a elevadas (FAO; OMS, 2017).

Entonces, el uso de este anabolizante, deja residuos en los tejidos procedentes de los animales tratados y que, al ser destinados para el consumo humano, sin tener control e información, se convierten en una sustancia tóxica y de riesgo, no solo por la continuidad de su consumo, sino por la ignorancia de su presencia en el alimento y sus efectos posibles en la salud pública.

En consecuencia, el presente trabajo se planteó como propósito determinar si las carnes provenientes de bovinos, expendida en la cabecera departamental de Chiquimula, son positivas a la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol, al exceder el Límite Máximo Residual (LMR), establecido en el Codex Alimentarius, para identificar el nivel de prevalencia en su uso en la zona oriental del país, así como el nivel de conocimiento del consumidor final de la posible presencia de la sustancia en la carne que come y de los posibles efectos dañinos a su salud.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

Determinar la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol en carne bovina comercializada en los expendios cárnicos de la cabecera departamental de Chiquimula.

4.2 Específicos

- Precisar la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol según la técnica HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de masas) en muestras cárnicas bovinas tomadas en dos momentos distintos de expendios de carne de la cabecera departamental de Chiquimula.
- Identificar el nivel de percepción que tienen los consumidores de la ciudad de Chiquimula en cuanto al uso de Clorhidrato de Clenbuterol en ganado destinado al faenado para consumo humano y sus posibles efectos en la salud pública.

V. HIPÓTESIS

La carne de ganado bovino que se comercializa en expendios cárnicos del departamento de Chiquimula presentan residuos de Clorhidrato de Clenbuterol.

Los consumidores de carne de bovino de la cabecera departamental de Chiquimula desconocen el uso y efectos del Clorhidrato de Clenbuterol en la salud pública.

VI. MARCO TEÓRICO

6.1 Carne

6.1.1 Definición

La carne es el tejido animal, principalmente muscular que se consume como alimento. Se trata de una clasificación coloquial y comercial que solo se aplica a animales terrestres (normalmente vertebrados: mamíferos, aves, reptiles y pescado)

Desde el punto de vista nutricional la carne es una fuente de proteínas, grasas y minerales en la dieta humana. De todos los alimentos que se obtienen de los animales y plantas, la carne es el que mayores valoraciones y apreciaciones alcanza en los mercados y, paradójicamente, también es uno de los alimentos más evitados y que más polémicas presenta (Echeverría, 2008).

De acuerdo a FAO (2019), el Codex Alimentarius, en su componente “Código de prácticas de higiene para la carne” (CAC/RCP 58-2005), va más allá de una definición material de la carne y la relaciona con sus cualidades inherentes al consumo: “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para ese fin”. De igual manera clasifica las carnes como:

- a. Carne elaborada/manufacturada: productos resultantes de la elaboración a partir de la carne cruda o de la ulterior elaboración de dichos productos elaborados de manera que, cuando se corta, en la superficie cortada se observa que el producto ya no tiene las mismas características de la carne fresca.
- b. Carne cruda: carne fresca, picada o separada mecánicamente.
- c. Carne fresca: Carne que, aparte de haber sido refrigerada, no ha recibido, a los efectos de su conservación, otro tratamiento que el envasado protector y que conserva sus características naturales.

- d. Carne picada: carne deshuesada que ha sido reducida a fragmentos.
- e. Carne separada mecánicamente: producto que se obtiene separando la carne de los huesos que la sustentan después del deshuesado de reses, utilizando medios mecánicos que causan la pérdida o modificación de la estructura de la fibra muscular.

6.1.2 Características nutricionales de carne bovina

Actualmente, dentro de la numerosa oferta de alimentos existentes, los productos de origen animal, son apreciables por los consumidores, por considerarse un alimento nutritivo y asociado con una buena salud, particularmente en países occidentales, donde a mayor grado de desarrollo, mayor es el consumo. Esencialmente para la dieta, proporciona una gran cantidad de nutrientes:

- Agua: entre un 60-80% de su peso.
- Proteínas: de un 16-25% de proteína de alto valor biológico, que proviene básicamente del tejido muscular, con alrededor de 40% de aminoácidos esenciales, que disminuyen conforme va aumentando la edad del animal.
- Sustancias nitrogenadas no proteicas: como aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, creatina, etc.
- Grasas: el contenido de grasa en carnes es variable y puede alcanzar hasta un 30% de su composición, dependiendo de factores como la edad, el sexo, la alimentación y la zona de la canal. Aproximadamente la mitad de la grasa es saturada entre las que destacan el ácido palmítico y el esteárico, y el resto de grasas insaturadas predominando ácidos como el oleico. La grasa hace más palatable la carne, además de ser vehículo de vitaminas liposolubles. Además, la carne bovina es fuente rica de ácidos grasos *trans* naturales.
- Vitaminas: destacan vitaminas del grupo B, como la tiamina, niacina, además de vitamina A, en forma de retinol. Adicional, posee pequeñas cantidades de vitaminas como la E, el ácido pantoténico y la biotina.

- Minerales: excelente fuente natural de hierro y zinc. De un 30-60% del hierro de la carne tipo hemo es de alta disponibilidad y la presencia del mismo puede aumentar la absorción de hierro proveniente de otros alimentos. Además, la carne contiene cantidades significativas de otros minerales como cobre, magnesio, selenio, fósforo, cromo y níquel (InfoCarne, 2019).

La siguiente tabla, muestra valores promedio de la composición nutricional de la carne de origen bovino.

Tabla 1.

Composición nutricional de la carne de vacuno (en 100 gramos de sustancia comestible)

NUTRIENTE	CARNE BOVINA (FILETE, LOMO)	CARNE DE TERNERA MAGRA
Agua	66,7	74,9
Kilocalorías	197	109
Proteínas (g)	18,9	21,1
Lípidos (g)	13,5	2,7
Potasio (mg)	330	360
Calcio (mg)	6	8
Magnesio (mg)	20	25
Fosforo (mg)	210	5260
Hierro (mg)	2,3	1,2
Tiamina (mg)	0,08	0,1
Riboflavina (mg)	0,26	0,25
Ac. Nicotínico	4,2	7
Vitamina E (mg)	0,17	0
Vitamina B6 (mg)	0,27	0,3
Vitamina B12 (mg)	2	1
NUTRIENTE	CARNE BOVINA (FILETE, LOMO)	CARNE DE TERNERA MAGRA
Ac. Fólico (mg)	3	5
Ac. Pantoténico (mg)	9,0,6	0,6
Lip. Saturados (g)	0	0,7
Lip. Monoinsaturados (g)	0	0,6
Lip. Poliinsaturados (g)	0	0,2
Colesterol (g)	90	99

Fuente: Inforcarne, 2019.

6.1.3 Ventajas del consumo de carne bovina

El grupo de productos animales se encuentra dentro de la pirámide alimenticia como uno de los principales grupos nutricionales. Estos alimentos son ricos en proteínas y sustancias esenciales para la formación de todos los tejidos del organismo. El ser humano no es capaz de sintetizar el grupo amino por lo que deben ingerir ciertos tipos de aminoácidos que solo la carne proporciona.

La carne roja es una buena fuente de hierro y este mineral es importante para el proceso de transportación de oxígeno en la sangre. Adicionalmente, es una de las principales fuentes que contiene carnitina, esta se sintetiza en el hígado, los riñones y el cerebro a partir de dos aminoácidos esenciales. Es una fuente de energía por medio de su grasa, además de que su colesterol es componente del sistema nervioso y formación de mielina, precursor de hormonas esteroideas y fabricación de bilis (Gómez, 2018).

6.2 Consumo de carne de res en Guatemala

De acuerdo al Ministerio de Economía (MINECO), el comportamiento productivo de la carne de res en Guatemala de los años 2014-2019 es el siguiente:

Tabla 2.

Valores en toneladas métricas de carne de res en Guatemala 2014-2019.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Producción	72	71	97	67	70	75
Importaciones	9	16	15	22	23	23
Oferta Total	81	87	112	89	93	98
Exportaciones	4	5	4	6	5	5
Consumo doméstico	77	82	108	83	88	93
Distribución total	81	87	112	89	93	98

Fuente: MINECO, 2017

Lo anterior muestra que, si bien el nivel de oferta ha sido variable en los últimos 5 años, probablemente como influencia del cambio climático, el consumo doméstico se ha incrementado en un 22%, mientras el de exportaciones se ha mantenido constante. Es decir, se requiere mayores cantidades de carne para consumo local, producida en menores espacios de terreno y cortos períodos de tiempo.

Citado por Larios (2014), Según Carlos Zúñiga, presidente del comité permanente de la Semana del Ganadero y Expoleche 2014, dice que Guatemala tiene un consumo per cápita de cuatro kilos de carne de res, un poco menos de la cuarta parte del consumo de Costa Rica que es de 17 kilos al año por persona.

Uno de los aspectos importantes a destacar es que, para el año 2018, la comercialización de productos cárnicos en Guatemala se realizó a través de tiendas pequeñas independientes (por ejemplo, carnicerías) y en menor participación están los supermercados, las tiendas de descuento, las tiendas especializadas en comida y los hipermercados (MINECO, 2017).

A continuación, se detallan los puntos de venta de carne bovina en el país, según el tipo de tienda y el porcentaje de participación.

Tabla 3.

Puntos de venta de carne en general en Guatemala (Año 2018).

Tipo de tienda	% de participación
Tiendas pequeñas independientes	74.2
Supermercados	9.3
Tiendas de descuento	9.2
Tiendas especializadas de comida	3.4
Hipermercados	1.9
Tiendas de conveniencia	1.9

Fuente: MINECO, 2017

De acuerdo a la misma fuente, la categoría de pieza de la canal de res de mayor consumo ha sido: Entraña, Puyaso, Lomito, Milanesa, Caña, Bistec, Rochoy, Bolovique, Manita, Posta, carne para hilachas y carne magra.

6.3 Ganado vacuno o bovino

6.3.1 Definición

Es aquel tipo de ganado que está representado por un conjunto de vacas, bueyes y toros que son domesticados por el ser humano para su aprovechamiento y producción; es decir esta clase abarca una serie de mamíferos herbívoros domesticados por el hombre para satisfacer ciertas necesidades bien sea alimenticias o económicas. El ser humano puede generar grandes ganancias en la crianza de estos animales debido a que puede obtener diversos elementos de ellos como su carne, piel o leche, por ende se puede decir que el ganado vacuno es una de las mejores inversiones económicas en cuanto a la crianza de animales se refiere; además generalmente sus derivados son utilizados para la realización de otros productos de uso humano (Calcedo, 2019).

6.3.2 Alimentación

La alimentación y nutrición del ganado es esencial para una buena salud y producción de carne. En la ración diaria es necesario proveer de una cantidad adecuada de nutrientes para el crecimiento, mantenimiento corporal y preñez; cada uno de estos procesos requiere carbohidratos, proteína, minerales, vitaminas, agua y la cantidad necesaria de alimento apropiado y balanceado.

El nivel de energía de la ración ofrecida al ganado afecta a los diferentes aspectos sensoriales de la carne, de modo que dietas ricas en carbohidratos incrementan el contenido de grasa tanto de cobertura de la canal como la cantidad de grasa que se encuentra entre las fibras musculares (marmoleo). El incremento de grasa en la carne se relaciona con un incremento de la jugosidad, una mejoría en la sensación de terniza, así como un incremento de la intensidad de sabor y aroma. No podemos olvidar que en la fracción grasa de la carne residen los compuestos responsables del aroma específico de la carne (Dimarco, 2006).

6.3.3 Sacrificio de animales

Proceso que se efectúa en un animal para consumo humano para darle muerte, desde el momento de la insensibilización hasta su sangría, mediante la sección de los grandes vasos" (Quiroa,1989).

Los requisitos generales son la higiene, instalaciones y la calidad de la carne. Las principales recomendaciones para una correcta matanza son: suprimir la conciencia del animal lo más rápido posible para mejorar el desangrado y proporcionar una carne baja en acidez; evitar accidentes (que el animal hiera al operario), la limpieza como principal objetivo del matadero, ya que la carne, la sangre y las vísceras ofrecen condiciones óptimas para la proliferación de bacterias. La canal y las vísceras no deben tocar el suelo y, además, esterilizar los equipos que estén en contacto con el animal (Nubia, 2019).

6.3.4 Faenado de Bovinos

Se refiere al proceso higiénico de animales para la obtención de carne para el consumo humano; que inicia con la recepción de las especies hasta el despacho de las canales. Los pasos a seguir para tener un buen faenado son: Aturdimiento o insensibilización, Degüello, Sangrado, Descuerado, Eviscerado, Corte, Lavado y Refrigerado de las canales (Páez, 2012).

A continuación, se presenta la tabla en la cual se muestra el rendimiento en canal bovino de los machos y las hembras.

Tabla 4. Rendimiento en canal Bovino

Rendimiento de 50%	Macho	Hembra
Peso	450 kilos	350 kilos
Rendimiento 50%	-	-
Peso canal 50%	225 kilos	175 kilos
Carne 70%	157.5 kilos	122.5 kilos
Hueso 20%	45 kilos	35 kilos
Sebo 10%	22.5 kilos	17.5 kilos
Precio finca	Q.4,300.00	Q.3,900.00
Precio total	Q. 1935,000.00	Q.1365,000.00
Costo neto kilo de carne	Q.12,285.00	Q.11,142.00
Costo libra de carne	Q.6,142.00	Q.5,571.00
Resto 50%	Kilos	Kilos
Cabeza 4.7%	21.5	16.45
Vísceras 10.8 %	48.60	37.80
Patas 2%	9.00	7.00
Sangre 5%	22.50	17.50
Contenido ruminal 8.9%	40.05	31.15
Piel 8.8%	39.60	30.80
Desperdicios menores 4.9%	22.05	17.15
Grasas 5.4%	24.30	18.90

Fuente: Dimarco, 2006.

6.4 Clorhidrato de Clenbuterol

6.4.1 Definición

Es un compuesto químico que pertenece al tipo de medicamentos llamados β -agonistas. El Clenbuterol es un esteroide que tiene algunas propiedades de los esteroides anabólicos y se suele usar a menudo como un suplemento ilegal para la el aumento de peso y la ganancia de masa muscular magra (García, 2018).

6.4.2 Características

6.4.2.1 Características físicas

El Clorhidrato de Clenbuterol, es un polvo blanco anhidro, o ligeramente amarillo muy soluble en agua y altamente estable a temperatura ambiente cuyo punto de fusión es de 174 a 175.5°C y que permanece estable a 100°C (Flores, 2010).

6.4.2.2 Características químicas

Tiene una estructura química de nombre: (RS) – 1 – (4 – amino – 3,5 – dicloro-fenil) – 2 – (ter – butilamino) etanol y fórmula molecular $C_{12}H_{19}OCl_3$. Se les relaciona a las catecolaminas capaz de interactuar con receptores adrenérgicos, generalmente del tipo β_2 . Químicamente es un amino 4 amino alfa T butilamino metil 3, 5 diclorobenzil alcohol. Posee una vida media de acción prolongada, con la particularidad de poder almacenarse en hígado y riñón. Se metaboliza por medio de reacciones de N-oxidación en hidroxil-Clenbuterol y conjugados glucorónicos.

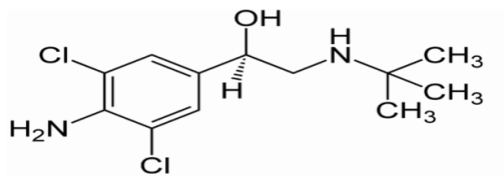


Figura 1. Estructura química del Clenbuterol.

Fuente: (Valladares, Bañuelos, Peña, Velásquez, Echeverría, Muro, Zaragoza, Ortega, Zamora, & Gutiérrez, 2015).

6.4.2.3 Características farmacológicas

El Clorhidrato de Clenbuterol utilizado como broncodilatador en humanos, durante afecciones pulmonares, sin embargo en la actualidad es utilizado como anabólico, ya que aumenta la masa corporal a través de mecanismo de glucogenólisis, glucolisis, degrada la grasa y acumula nitrógenos, para formar aminoácidos y de allí formar estructuras celulares que darán origen al musculo esquelético; considerado como un verdadero repartidor de energía, cuando el Clenbuterol se da en grandes cantidades produce inflamación de la arquitectura hepática y de los conductos biliares, con frecuencia de carácter crónico y acompañada de trastornos nutritivos.

Su uso se encuentra ampliamente extendido entre ganaderos debido a los beneficios obtenidos en el proceso de engorda, sin embargo, se requieren altas dosis, por lo que los residuos representan un peligro para los consumidores de carnes, que pueden presentar serias intoxicaciones (Garzón, 2016).

Es un Fenilaminoetanol con propiedades adrenérgicas; es decir, que tiene efectos similares o idénticos a los de la adrenalina (epinefrina), debido a lo anterior se denomina como agente simpaticomimético, con propiedades selectivas con receptores β_2 estimulantes y con un mínimo efecto con receptores β_1 o α .

Sus efectos son más potentes que la epinefrina y el salbutamol, y como estimulante o droga termogénica sus efectos tienen mayor duración que las anteriores. Su consumo produce un aumento de la capacidad aeróbica, la estimulación del sistema nervioso central, y un incremento en la presión arterial y el transporte de oxígeno (Chávez, 2017).

En humanos la capacidad de absorción y su rendimiento está en torno del 75% y su acción se manifiesta a los 30 minutos de su ingesta llegando a alcanzar el punto máximo a las 2 horas. En este caso el Clenbuterol se fija a los tejidos y se va liberando lentamente de forma que su efecto se alarga en el tiempo. Trascurrido este periodo, el organismo lo elimina por la orina, tardando entre un día o día y medio en eliminarlo por completo (Pérez, 2011).

6.4.2.4 Utilización en animales y toxicidad

Su efecto broncodilatador es también utilizado en la veterinaria, en problemas respiratorios en mamíferos. El uso del Clenbuterol como agente broncodilatador para caballos y ganado no lactante prescribe generalmente un programa de tratamiento recomendado de 0,8 mg/kg de peso corporal dos veces al día. La duración máxima del tratamiento en bovinos no lactantes es de diez días. Puede administrarse por vía oral o intravenosa de administración. El ganado también puede ser inyectado por vía intramuscular (Chávez, 2017).

Es un fármaco que se absorbe bien por vía oral, tanto en humanos como en las especies de destino y que después de su absorción se distribuye ampliamente hacia los tejidos, traspasando incluso en algunas especies la barrera placentaria. Después de su absorción, el Clenbuterol presenta 4 metabolitos a nivel principalmente de hígado y de riñón, pero sólo uno de ellos tiene actividad farmacológica, presentando un efecto como broncodilatador muy inferior al de la propia molécula. Además, la proporción del metabolito es de un 1-2 % de los residuos extraíbles en estos dos órganos (Chávez, 2017).

La toxicidad del Clorhidrato de Clenbuterol, la forma empleada como agente terapéutico, es de moderada a alta, presentando una LD50 (dosis letal 50) de 80-180 mg/kg (peso-volumen). En las especies de destino no se han observado efectos adversos significativos excepto aumento del ritmo cardíaco y una caída de la presión diastólica (Chávez, 2017).

6.4.3 Usos del Clorhidrato de Clenbuterol

6.4.3.1 Uso en humanos y efectos secundarios

El Clenbuterol es utilizado en los seres humanos con fines clínicos debido a las funciones metabólicas, terapéuticas y en el caso de los deportistas sirve como agente dopante (Chávez, 2017).

Terapéuticamente el Clenbuterol es un potente simpaticomimético con gran afinidad por los receptores β_2 de la zona bronquial, los efectos más importantes son la dilatación bronquial, eliminando el bronco espasmo, la estimulación de la vibración de los cilios bronquiales facilita la expectoración y aumento de la ventilación pulmonar con efecto prolongado. Para broncoespasmo, bronquitis, bronquiolitis, enfermedad pulmonar crónica obstructiva y afecciones pulmonares agudas y crónicas da buenos resultados al ser administrado conjuntamente con antibióticos, a su vez previene reacciones alérgicas respiratorias (Valladares, 2015).

Es usado como tratamiento de grandes quemaduras, diabetes o denervación muscular, es decir que se relacionen con un catabolismo elevado y retrasa la atrofia producida en ciertas lesiones musculares, como distrofias o atrofas debidas a la no movilización de los miembros en tratamientos de urgencia de bradicardias por bloqueo cardíaco o cuando es necesario aumentar la contractilidad miocárdica, es utilizado como estimulante cardíaco, por sus efectos cronotrópico e inotrópico positivos. También actúa como agente tocolítico, por su capacidad para relajar la musculatura lisa del útero pudiendo ser utilizado en el período terminal de embarazo (Chávez, 2017).

El Clorhidrato de Clenbuterol se caracteriza por un fuerte efecto anticatabólico, es decir, es una sustancia con capacidad para disminuir la tasa de reducción proteica en la célula muscular y provocar así un mayor desarrollo de la misma. A esta acción anabólica se une el ligero efecto que tiene este agente sobre la temperatura corporal, la cual, después del uso del compuesto, aumenta. Este incremento de la temperatura favorece el consumo de grasa en el organismo (Pérez, 2011).

Sin embargo el uso de Clorhidrato de Clenbuterol tiene efectos adversos corresponden a los esperables en cualquier agonista adrenérgico, los cuales incluyen principalmente signos y síntomas cardiovasculares como palpitaciones, incremento en la presión arterial; efectos sobre el metabolismo como incremento de la temperatura corporal; manifestaciones neurológicas como nerviosismo, inquietud, sudoración, temblor, boca seca, visión borrosa, calambres y en otros sistemas como alteración de la lívido aumento del apetito y náuseas (EcuRed, 2019).

6.4.4 Uso como agente dopante

Aparte de su efecto broncodilatador, desde hace décadas se conocen las propiedades anabolizantes de Clorhidrato de Clenbuterol que propician su uso como dopante. En modelos animales causa un aumento significativo en la masa muscular y disminuye el espesor del tejido graso, este efecto parece estar relacionado con el efecto sobre el receptor beta 2, aunque se logra a dosis mucho menores que medicamentos relacionados como el salbutamol (EcuRed, 2019).

El Clorhidrato de Clenbuterol se encuentra en la lista de sustancias prohibidas emitidas por la Agencia Mundial Antidopaje (AMA). Su uso está prohibido por su efecto de ergogénico (aumenta la potencia muscular), y anabólico (crecimiento muscular), por lo que se aumenta el rendimiento y la resistencia de forma artificial; su capacidad para inducir la hipertrofia al estimular terminaciones nerviosas en el crecimiento del musculo, la acción de las grasas por las propiedades termogénicas al actuar sobre los receptores de este tejido acelerando la descomposición de los triglicéridos para formar ácidos grasos libres y como consecuencia aumentar la quema de grasa. (El Universal, 2018).

Sin embargo, es común el uso de este fármaco como sustancia dopante, siendo frecuentemente consumido en forma de comprimidos orales por deportistas profesionales y amateur en dosis cercanas a los 60-140µg diarios. Estas cifras llegan a triplicar las dosis empleadas en el ámbito terapéutico, que oscilan entre 20-40µg diarios para el tratamiento del asma en adultos (Power Explosive, 2018).

6.4.5 Uso veterinario y sus efectos

En veterinaria el uso de esta sustancia es utilizada en forma clandestina en animales de ceba destinados para el consumo humano, sin respetar el periodo de eliminación antes del sacrificio de estos. En los organismos incrementa la masa muscular y favorece la eliminación de grasa. Su uso a dosis elevadas puede provocar un depósito en diferentes órganos, principalmente en hígado; esta acumulación puede provocar intoxicación en las personas que consuman dicho tejido (Valladares, 2015).

En bovinos el Clorhidrato de Clenbuterol a dosis bajas, consideradas como promotoras del rendimiento productivo: Aumento de la presión sanguínea, incremento transitorio de la frecuencia cardíaca durante 24 horas aproximadamente, incremento de la tasa metabólica y aumentando la tasa de cojeras. En bovinos se ha observado que aumenta el peso de los músculos en 40%, y que la magnitud de la respuesta varía dependiendo del β adrenérgico suministrado, así como de la influencia de factores como la especie, la raza, la edad, el sexo y la dieta (Valladares, 2015).

El problema del uso ilegal de Clorhidrato de Clenbuterol se centra mayormente en los riesgos que presenta para el consumidor la ingesta de productos de origen animal contaminados con este fármaco.

6.4.6 Uso como promotor de crecimiento

Se considera promotor de crecimiento a cualquier elemento que sea incorporado en la alimentación de animales en cantidades pequeñas a la dieta, logrando acelerar el crecimiento del animal (Parra, 2017).

El Clorhidrato de Clenbuterol es un potente estimulador del crecimiento muscular en animales bien alimentados, pero provoca incremento del ritmo cardíaco. se ha utilizado como promotor de crecimiento en animales de granja. Se le denomina agente de repartición ya que fomenta la síntesis proteica, debido a que los β -agonistas pueden incrementar el flujo sanguíneo a ciertas regiones del cuerpo, proporcionando hipertrofia y neoformación muscular.

El Clorhidrato de Clenbuterol incrementa enormemente la velocidad en el crecimiento de los animales. A pesar de que esto proporciona un sustancial beneficio económico, su práctica representa un riesgo debido a los residuos tóxicos en el alimento (Flores, 2010).

En los bovinos el efecto de este, varía según la edad. En los lactantes ni aumenta el peso ni mejora el índice de transformación, pero hay una mayor retención de nitrógeno y un mayor rendimiento a la canal. En novillos de cebo, el Clorhidrato de Clenbuterol mejora el peso final y se han citado casos de hasta un 30% de aumento; las mejoras de la canal

también mejoran: su rendimiento aumenta hasta un 8% la grasa disminuye entre un 25 y un 40% y la proporción de carne aumenta (Flores, 2010).

De acuerdo a Ku (2011), los terneros tratados con Clorhidrato de Clenbuterol entre 0.3 a 1.0 ppm en el alimento, mostraron una mejor ganancia de peso, una mayor conversión alimenticia y un rendimiento en canal 5.7 puntos más alto que un grupo control sin Clenbuterol. De igual manera, encontró que, en becerros, la retención de nitrógeno fue más alta en animales que consumieron Clorhidrato de Clenbuterol (0.1 a 1.0 mg/kg de sustituto de leche). De igual manera, las canales de los becerros tratados con el anabólico fueron más pesadas que las del grupo control.

Tabla 5.

Comportamiento productivo y características de la canal de bovinos tratados con tres β -agonistas.

Parámetro	Tratamientos			
	Control -	Zilpaterol 6 ppm	Ractopamina 30 ppm	Clenbuterol 2 ppm
Peso inicial (kg)	504.7	503.2	503.3	506.3
Peso final (kg)	568.6	575.5	582.7	572.1
Ganancia de peso (kg/día)	2.1	2.4	2.6	2.2
Conversión alimenticia (kg/kg)	6.6	5.4	5.2	5.9
Consumo de alimento (kg MS/día)	13.3	12.5	13.2	12.1
Peso en canal (kg)	339.1	353.5	346.1	355.0
Rendimiento de canal (%)	59.6	61.4	59.4	62.1
Grasa riñón, pélvica y corazón (%)	1.38	1.33	1.29	0.83
Proteína (%)	22.7	22.9	22.8	22.7
Grasa (%)	1.7	1.01	1.18	0.98

Fuente: Strydom, et al. 2009, citado por Ku 2011.

6.5 Farmacocinética del Clorhidrato de Clenbuterol

De acuerdo a Chávez (2017), la absorción del Clorhidrato de Clenbuterol por la vía oral, es mucho más lenta que la vía parenteral, alcanzando valores máximos de concentración en un período de 2 a 3 horas post-ingesta, con una vida de 16 a 105 horas en el torrente

sanguíneo. La distribución se da a la mayoría de tejidos que contengan los β -adrenoreceptores, aumentando la tasa de degradación de lípidos, lo que impide la deposición de grasa, redirigiendo las rutas metabólicas a partir de fuentes de energía y aminoácidos a la formación de proteínas para la formación de fibras musculares (hipertrofia muscular).

Algunos estudios localizan residuos de Clorhidrato de Clenbuterol en corazón, pulmones, vaso, hígado, riñones, cerebro, tejido adiposo, estómago e intestinos de bovinos tratados con esta sustancia (Chávez, 2017).

Tabla 6. Proporción del tipo de β -receptores en algunos órganos y posible efecto a la administración de Clorhidrato de Clenbuterol.

Órgano	Tipo de receptores	Efecto
Corazón	$\beta_1 > \beta_2$	Aumento de la fuerza de contracción, de la frecuencia cardíaca
Vasos sanguíneos	$\beta_2 > \beta_1$	Relajación
Tracto gastrointestinal	$\beta_2 > \beta_1$	Relajación
Músculo liso	$\beta_2 > \beta_1$	Relajación
Esfínter	$\beta_2 > \beta_1$	Relajación
Músculos bronquiales	$\beta_2 > \beta_1$	Relajación
Útero	$\beta_2 > \beta_1$	Relajación
Riñón	$\beta_1 > \beta_2$	Liberación de renina
Lipocitos	$\beta_2 > \beta_1$	Lipólisis
Músculo esquelético	$\beta_2 > \beta_1$	Glucogenólisis
Páncreas	$\beta_2 > \beta_1$	Liberación de insulina
Hígado	$\beta_2 > \beta_1$	Glucogenólisis

Fuente: Olaya, 2012.

Si bien, el Clorhidrato de Clenbuterol no puede ser asimilado por el organismo, el mismo debe metabolizarse, sufriendo una transformación química cuyos efectos se sensibilizan mayormente en hígado, riñón y músculo esquelético. Los efectos metabólicos se le relacionan con concentraciones tisulares de monofosfato cíclico (AMPc), en músculos e hígado proveniente del adenosin trifosfato (ATP) (EcuRed, 2019).

Tabla 7. Concentración de Clorhidrato de Clenbuterol administrado y su proporción de residuos en órganos.

Órgano	Clorhidrato de Clenbuterol $\mu\text{g kg}^{-1}$	Proporción de los residuos de Clorhidrato de Clenbuterol (%)
Pulmones	6.8	81
Hígado	2.2	44
Riñones	3.7	63
Corazón	0.9	64

Fuente: Olaya, 2012.

La principal fuente de eliminación del Clorhidrato del Clenbuterol en el animal, es a través de la orina y las heces, con valores de eliminación de 50-85% y 5-30%, respectivamente en un período de 4 a 15 días después de la administración. No se descarta la eliminación en la secreción láctea de vacas en producción (EcuRed, 2019).

El Clorhidrato de Clenbuterol no se elimina en su totalidad del cuerpo del animal. De hecho, hay estudios en evaluación que evidencian la posibilidad de que los residuos permanezcan en circulación entero-hepática y se conviertan en Clorhidrato de Clenbuterol en el tracto intestinal humano, al consumir músculo de animales a los que se le administró la sustancia (EcuRed, 2019).

6.6 Reacciones del Clenbuterol en Animales

Los estudios en animales sugieren que el Clenbuterol aumenta el tamaño de las células musculares del corazón. Debido al aumento a su vez del colágeno. Este material no

elástico reduce la eficacia del corazón para bombear sangre. Además, el colágeno interfiere con las señales eléctricas enviadas a través de las células del músculo cardíaco y puede producir arritmias, o latidos del corazón irregulares, que es un riesgo para sufrir infartos cerebrales o ictus. Otros estudios en roedores revelan que el uso del Clenbuterol a largo plazo degenera las células del corazón y puede producir un agrandamiento de la arteria aorta y muerte súbita (EcuRed, 2019).

Posible hipertrofia cardíaca ya que el Clenbuterol también se dirige a la fibra cardíaca y la fibra muscular lisa. Se ha registrado necrosis del músculo cardíaco en estudios sobre animales teniendo en cuenta los mencionados efectos secundarios, es evidente que cualquier persona con problemas cardíacos y/o hipertensión no debería utilizar un estimulante como Clenbuterol (EcuRed, 2019).

6.7 Métodos para la detección de Clorhidrato de Clenbuterol en bovinos

Existen diferentes procedimientos analíticos que permiten la determinación de residuos de Clorhidrato de Clenbuterol y otros β -agonistas (Chávez, 2017).

Los métodos que permiten la detección de la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en el ganado bovino y son usados como métodos de control, es decir, métodos de monitoreo, incluyen ensayos por inmuno-absorción ligado a enzimas (ELISA), cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) y la cromatografía de gases, los anteriores son utilizados para investigaciones y controles por entidades del estado; sin embargo el más utilizado es ELISA, ya que este método es la base de los kit de rápida detección de Clorhidrato de Clenbuterol de diversos laboratorios, que es la herramienta económica y eficiente para cualquier investigación (Chávez, 2017).

Los métodos utilizados para la confirmación de tejidos positivos son sensitivos como la cromatografía de gases acoplada a un espectrómetro (GS-MS), los que detectan límites inferiores de 0,01 mg/kg (Chávez, 2017).

6.8 Diagnóstico, síntomas y tratamiento de intoxicaciones en consumidores de carne bovina contaminada con residuos de Clorhidrato de Clenbuterol

El diagnóstico de una posible intoxicación por residuos de Clenbuterol se basa en los resultados de un hemograma y un análisis de glucemia realizados a una muestra de sangre y un análisis de glucosa e hipocalemia en orina, además de un electrocardiograma del paciente, sin embargo, cotidianamente estos exámenes y análisis se realizan por confirmación y protocolo (Chávez, 2017).

El uso ilegal de Clorhidrato de Clenbuterol representa un riesgo para la salud pública ya que algunos envenenamientos en humanos se han ligado al consumo de productos de carne contaminada con residuos de Clorhidrato de Clenbuterol. En los humanos, los riesgos a la salud derivados del consumo de carne de res contaminada se deben a la concentración del anabólico, generando cuadros de intoxicación severa, los cuales se pueden presentar después una a seis horas posteriores a la ingesta (Flores, 2010).

Los residuos de Clorhidrato de Clenbuterol pueden afectar la función cardio pulmonar en seres humanos que ingieren carne o hígado de animales que les han administrado Clorhidrato de Clenbuterol. Normalmente se puede encontrar como hidrocloreto de Clenbuterol. El nombre comercial comúnmente empleado es Ventipulmin el cual puede ser administrado vía oral o intravenosa. Aunque también se utiliza para tratar problemas cardíacos y se piensa que en el futuro será la solución para las complicaciones de los trasplantes de corazón, regenerando las células de dicho órgano. Esto deja en claro que, dependiendo de la dosis, el producto puede ser benéfico o perjudicial para el hombre. Cuando se trata de condiciones cardíacas muy graves, en las que se dan fallas del corazón, la presión sanguínea baja tanto que puede haber complicaciones en los riñones. En estos casos, el Clorhidrato de Clenbuterol es utilizado para fortalecer el corazón. Esta droga fue desarrollada en Alemania y es utilizada en Inglaterra; sin embargo, su uso no se ha aprobado en Estados Unidos (López, 2018).

En los humanos, los riesgos a la salud derivados del consumo de carne de res contaminada se deben a la concentración del anabólico, generando cuadros de

intoxicación severa, los cuales se pueden presentar después una a seis horas posteriores a la ingesta (López, 2018).

Los síntomas comunes de intoxicación por Clorhidrato de Clenbuterol son: dolor de cabeza, temblores, calambres musculares, nerviosismo, insomnio, sudoración, aumento del apetito, náuseas, palpitaciones e hipertensión; así como posible hipertrofia cardíaca; por lo que el riesgo de daño es mayor para quienes sufren presión arterial alta, adultos mayores, niños y mujeres embarazadas (López, 2018).

El tratamiento sugiere la administración de β -bloqueadores y una intravenosa de cloruro de potasio (para corregir la hipocalcemia) debido a que puede causar arritmias graves, sobre todo en pacientes que toman antiarrítmicos como la digoxina o de otro tipo de cardiotónicos. Si los síntomas persisten es necesario ampliar el tratamiento, y se debe de vigilar al paciente, especialmente si presenta cardiopatía isquémica, hipertensión arterial, si necesitan diuréticos, o si están siendo tratados con medicamentos del mismo grupo terapéutico (Chávez, 2017).

La ingesta crónica de los agonistas, se ha demostrado que es tóxica para el corazón. Ha sido reportada muerte súbita relacionada con el ejercicio con el uso prolongado del Clorhidrato de Clenbuterol. Por otro lado, la intoxicación aguda con este agente se ha observado por la ingesta de carne contaminada con Clorhidrato de Clenbuterol. En México del 2002 al 2006 se han registrado 192 brotes de intoxicación por Clorhidrato de Clenbuterol con un total de 1300 casos sin presentar hasta el momento defunciones. La toxicidad clínica es debida al consumo de carne contaminada, uso ilícito por físico-constructivistas y exposición a heroína alterada. Se ha asociado también a daño miocárdico, principalmente de tipo isquémico y al desarrollo de Edema Agudo Pulmonar (Garzón, 2016).

Se encuentra documentado un caso de Infarto Miocárdico asociado al uso de Clorhidrato de Clenbuterol en un adolescente físico-constructivista. La toxicidad aguda asemeja a otros B2 agonistas. El periodo de latencia abarca de 30 minutos a seis horas, siendo las manifestaciones clínicas principales: Taquicardia, hipertensión, mialgias, palpitaciones, nerviosismo, temblores, cefalea, diaforesis, insomnio, espasmos musculares y náusea.

Se documenta también en forma transitoria elevación del K sérico, hipoglucemia y acidosis láctica. La duración media del cuadro es de 40 horas. Sus efectos inotrópicos y cronotrópicos positivos generan preocupación por el potencial daño miocárdico (Garzón, 2016).

Se han documentado además arritmias como fibrilación auricular. Los casos sospechosos de intoxicación requieren vigilancia médica por el riesgo de presentarse complicaciones cardiovasculares, aunque generalmente su evolución es benigna. En los casos de intoxicación se detecta en orina y sangre dentro de las primeras 48 horas, por cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPCL), así como también en animales y alimentos sospechosos. Este corto período de permanencia de la sustancia en el organismo hace difícil su detección. No hay un valor mínimo en la determinación que pueda considerarse seguro, y normalmente debe estar ausente en el alimento a consumir. Los antagonistas Beta han sido usados exitosamente para el tratamiento de la taquicardia y las palpitaciones en casos aislados de intoxicación por Clorhidrato de Clenbuterol. Estos se encuentran contraindicados en la intoxicación aguda por cocaína¹² (Garzón, 2016).

En los últimos años se ha observado un incremento en la incidencia de intoxicación por Clorhidrato de Clenbuterol, en parte por el fortalecimiento en la notificación de la enfermedad y por la sospecha de esta entidad en un mayor número de médicos de primer contacto, lo que hace que menos pacientes se queden sin diagnóstico. El diagnóstico de esta enfermedad está basado en la sospecha clínica en presencia de ingesta inmediata de vísceras de res (hígado, principalmente), junto con los signos y síntomas de activación simpática. El manejo integral de este padecimiento requiere de una total coordinación entre los responsables de la salud humana y animal, que permitirá limitar los daños producidos por la ingesta advertida e inadvertida de esta sustancia (Garzón, 2016).

6.8.1 ANÁLISIS HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de masas)

La determinación de esta molécula en músculo bovino representa un reto analítico debido a que el Clorhidrato de Clenbuterol es una sustancia restringida para el manejo de ganado, debido a que es restringido, no debe encontrarse ningún rastro en el músculo del animal, eso les permite colocar la menor cantidad posible de detección en la técnica seleccionada, mientras más alto sea el límite de detección, mayor duda razonable se podrá tener sobre la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en la muestra. La técnica indicada para la determinación de Clorhidrato de Clenbuterol en músculo bovino debe ser Cromatografía Líquida de Alta Resolución acoplada a un detector masas-masas Triple Cuádruplo (HPLC-MSMS), esta técnica será una técnica confirmatoria para la presencia y la cantidad de Clorhidrato de Clenbuterol en muestras de músculo bovino (MAGA, 2017).

VII. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Localización

El presente estudio se realizó en la ciudad de Chiquimula, cabecera del departamento del mismo nombre, ubicada a 169 kilómetros al oriente de la capital. La ciudad se caracteriza por ser próspera, como consecuencia del incremento de las actividades comerciales en los últimos diez años. Un factor que influye en este crecimiento es su ubicación geográfica cercana a las fronteras de las repúblicas de El Salvador y Honduras y la cantidad de peregrinos nacionales e internacionales que durante todo el año transitan hacia la ciudad de Esquipulas.

El Departamento de Chiquimula está ubicado en el oriente de Guatemala. Limita al norte con el departamento de Zacapa; al sur con la República de El Salvador y el departamento de Jutiapa; al este con la República de Honduras; y al oeste con los departamentos de Jalapa y Zacapa (MINECO, 2017).

7.2 Clima y Zona de Vida

El municipio de Chiquimula con un clima cálido seco cuya precipitación pluvial oscila entre los 700 mm a 1000 mm y como promedio total anual 855 mm. La época de lluvias corresponde especialmente a los meses de mayo a octubre, con las precipitaciones más importantes en esta región, se presenta una temperatura media anual de 36° C. El municipio corresponde a la zona subtropical seca o bosque seco subtropical, cuya evapotranspiración potencial se encuentra alrededor de 1.5 mm, según la clasificación de zona de vida de Holdridge (De La Cruz, 1982).

7.3 Tipo de investigación

De acuerdo al enfoque de investigación, el presente estudio es de tipo Exploratorio con enfoque Cualitativo, que es un proceso sistemático y ordenado que se lleva a cabo

siguiendo determinados pasos basados en el método científico y a su vez corresponde a la investigación cualitativa, la que permite abordar las realidades subjetivas e intersubjetivas como objetos legítimos del conocimiento científico. Con este tipo de investigación se busca comprender las lógicas de pensamiento que guían las acciones sociales y estudian la dimensión interna y subjetiva de la realidad social como fuente de conocimiento.

7.4 Población y muestra

Con el propósito de determinar la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol se tomó como sujeto de estudio 25 expendios de carne de los mercados municipales y 3 supermercados del municipio de Chiquimula donde venden carne de bovino, en un doble muestreo con 30 días de separación. Estas muestras constituyen el objeto físico del presente estudio.

Adicionalmente, a partir de una población total de 19,353 familias que, residen en la cabecera municipal de Chiquimula según las estadísticas del INE (2019), se tomó una muestra para desarrollar el estudio de opinión sobre el uso de Clorhidrato de Clenbuterol como promotor de crecimiento en los animales destinados para faenado que abastecen de carne a los consumidores de Chiquimula. Dicha muestra se calculó a partir del método de muestro aleatorio simple para poblaciones finitas, cuya fórmula se describe a continuación (INE 2019).

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q}$$

En donde:

N= tamaño de la población

Z= nivel de confianza

p= probabilidad de éxito, o proporción esperada

q= probabilidad de fracaso

d² = presión (Error máximo admisible en términos de proporción)

$$n = \frac{19,353 \cdot (1.65)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{(0.10)^2 \cdot 19,353 + (1.96)^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 67.82 = 68 \text{ Familias}$$

7.5 Recolección de datos

7.5.1 Aspectos metodológicos

Los patrones de consumo de carne bovina son diferentes entre países, el promedio de consumo mundial es de 11.67 Kg/persona/año. Villafuerte (2011), en un estudio de la demanda y consumo de carne bovina en la cabecera municipal de Chiquimula, determinó que, el consumo promedio es de 15.65 Kg/persona/año.

La cantidad de productos; es decir, carne, órganos y subproductos del faenado de ganado bovino, que los propietarios de carnicerías y los departamentos de carnes y embutidos de los supermercados, ponen a disposición de los consumidores, varía en cantidad, calidad y precio.

En los expendios de carne se ofrece producto fresco, proveniente del ganado faenado a partir de las 3:00 a.m. del mismo día en que se exhibe en los ganchos de las carnicerías. En los supermercados se cuenta con cuartos fríos, que son utilizados para almacenar la carne que se ofrece a los clientes. El precio al que los oferentes están dispuestos a

vender sus productos, varía según el tipo de corte, órgano o subproducto; por lo general la unidad de peso utilizada para fijarlo es la libra.

El proceso de la investigación se desarrolló en 2 fases: primero la determinación de la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol en las carnes que se expenden a consumidores de la cabecera departamental de Chiquimula en el cual se realizó un muestreo en dos diferentes ocasiones con 30 días de diferencia entre ambas recolecciones (meses de agosto y septiembre), la pieza utilizada es fue musculo siendo un total de 56 muestras analizadas. La forma de traslado de las muestras se hizo mediante el control de la cadena de frío.

La segunda fase, la constituyó el estudio de opinión que, con el propósito de determinar el nivel de percepción que tiene la población consumidora sobre el uso y efectos del Clorhidrato de Clenbuterol en las carnes que consumen en la ciudad de Chiquimula, se realizó en el casco urbano a 68 representantes de las familias de la cabecera departamental. La aleatorización de las muestras se llevó a cabo utilizando un marco listo de las viviendas del municipio de Chiquimula y luego estas fueron distribuidas en el mapa de uso actual de la tierra, entre punto de muestra dentro de la cabecera departamental de Chiquimula, apoyándose para ello en programa Arc Gis. En los casos donde se encontró la vivienda deshabitada, el instrumento se aplicó en la casa más cercana al punto aleatorio establecido.

7.6 apartado de técnicas e instrumentos

Para generar información y dar cumplimiento a los objetivos específicos propuestos se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de información:

Tabla 8.

Técnicas e instrumentos

Objetivos	Técnica	Instrumento
Establecer la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en muestras cárnicas bovinas tomadas en dos momentos distintos de expendios de carne de la cabecera departamental de Chiquimula.	Prueba de laboratorio HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de masas)	Boleta de resultados de laboratorio
Identificar el nivel de percepción que tienen los consumidores de la ciudad de Chiquimula en cuanto al uso de Clenbuterol en ganado destinado al faenado para consumo humano.	Encuesta	Boleta de encuesta elaborada

Fuente: elaboración propia (2020)

7.7 Método de investigación

Para este trabajo se llevó a cabo el Análisis HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de masas), fue realizado en las instalaciones del laboratorio del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (MAGA) ubicado en el km 22 carretera al pacífico, Bárcenas, Villa Nueva, Guatemala.

7.7.1 ANÁLISIS HPLC-MSMS (Cromatografía líquida de alta resolución acoplado a detector de masas)

Para el desarrollar el método se utilizó Columna HPLC Polaris C18-A, 4,6 x 150,0 mm, 5 µm de Agilent Technologies, así como el HPLC-MSMS del Laboratorio de Inocuidad de los Alimentos, modelo 6410A QQQ acoplado al cromatógrafo líquido serie 1200, Agilent Technologies.

a) EXTRACCIÓN

La extracción se realizó a partir de la muestra cárnica de la siguiente manera:

- Se pesó 10g de musculo bovino previamente homogenizado en un tubo de polipropileno de 50 ml.
- Se añadió 10 ml de Acetonitrilo grado LC-MS.
- Se agregó el contenido de un tubo de QuEChERS dSPE EMR-Lipid P/N 5982-1010 de Agilent Technologies.
- Se llevó el tubo cerrado a vortex durante 2 minutos.
- Se sometió a centrifuga durante 5 minutos a 5000 RPM.

b) LIMPIEZA (CLEAN UP)

Después del proceso de extracción, se hizo necesario un proceso de limpieza y detección a través de filtración en el siguiente orden:

- Se tomó 5 mL del sobrenadante del tubo de extracción y añadirlo al tubo de Polish Tube-NaCl/MgSO₄ P/N 59820101 de Agilent Technologies.
- Se agregó 5 mL de Agua Tipo 1.
- Con el tubo cerrado, se llevó a vortex por 2 minutos.
- Se centrifugó a 5000 rpm por 5 minutos.
- Se tomó del sobrenadante orgánico del tubo centrifugado aproximadamente 1.5 mL.
- Se filtró con Econofiltr Nylon 25mm 0.45µm P/N 5190-5272 a vial directamente. El límite de detección se expresa como la tercera parte del límite de cuantificación. Para este caso, el límite de detección sería 0.08357 ppb ó 83.57 ppt.
- A partir de este valor, se estableció la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol en las muestras.

7.8 Fuentes de información

Para determinar la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol en la carne bovina que se consume en la ciudad de Chiquimula, la información se obtuvo de las carnes procedentes de las carnicerías y supermercados que abastecen a los consumidores locales, para obtener la información relacionada con el estudio de opinión sobre el uso de Clorhidrato de Clenbuterol como promotor de crecimiento, se tomó una muestra de 68 familias seleccionadas al azar, a través del instrumento correspondiente.

7.9 Operacionalización de las variables

A continuación, se presenta la tabla que operacionaliza las variables del presente estudio, de acuerdo a los objetivos planteados, así como los indicadores.

Tabla 9.

Operacionalización de variables: presencia del Clorhidrato de Clenbuterol en la carne bovina comercializada en la cabecera departamental de Chiquimula.

Objetivo	Variable	Indicadores
Determinar la presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol en muestras cárnicas bovinas tomadas en dos momentos distintos de expendios de carne de la cabecera departamental de Chiquimula.	Presencia o ausencia de Clorhidrato de Clenbuterol en la carne	Si No Otro, especificar

Fuente: elaboración propia (2020)

En la siguiente tabla se muestra los objetivos, variables e indicadores del estudio de opinión sobre características sociodemográficas del consumidor, que se utilizaron para llevar a cabo esta investigación.

Tabla 10.

Objetivos, variables e indicadores del estudio de opinión sobre características sociodemográficas del consumidor.

Objetivo	Variable	Indicadores
Identificar el nivel de percepción que tienen los consumidores de la ciudad de Chiquimula en cuanto al uso de Clorhidrato de Clenbuterol en ganado destinado al faenado para consumo humano.	Características sociodemográficas del consumidor	Edad Sexo Formación académica Ocupación Número de miembros en la familia
	Consumo de carne de res (bovina)	Consumo de carne de res Lugar de compra Frecuencia de consumo Cantidad que consume Razones por la que compra y/o consume Razones para no consumo Razones por la que compra Tipo o corte de carne que consume Tipo o corte de carne que consume. Conocimiento de:
Identificar el nivel de percepción que tienen los consumidores de la ciudad de Chiquimula en cuanto al uso de Clorhidrato de Clenbuterol en ganado destinado al faenado para consumo humano.	Niveles de conocimiento del Clorhidrato de Clenbuterol	Identificación del Clorhidrato de Clenbuterol Uso del Clorhidrato de Clenbuterol Daños del Clorhidrato de Clenbuterol en el animal Daños del Clorhidrato de Clenbuterol en el ser humano (consumidor)
		Fuente de información del Clorhidrato de Clenbuterol Disposición y razones para el consumo o no consumo de carne bovina que contenga Clorhidrato de Clenbuterol

Fuente: elaboración propia (2020).

7.10 Interpretación de las variables

La información de las variables, presencia de Clorhidrato de Clenbuterol, características sociodemográficas, consumo de carne y conocimiento de Clorhidrato de Clenbuterol se analizaron a través de técnicas estadísticas descriptivas multivariadas, utilizando porcentajes de ocurrencia, cruzamiento de tablas, distribución de frecuencia y medidas de tendencia central.

VIII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

8.1 Clorhidrato de Clenbuterol en muestras

En esta sección, se procede a presentar y discutir los resultados obtenidos sobre la presencia y concentración de Clorhidrato de Clenbuterol, en la carne que se expende para consumo en la cabecera departamental de Chiquimula.

Tabla 11. Presencia y concentración de Clorhidrato de Clenbuterol encontrada en muestras cárnicas bovinas

Lugar	Primer muestreo				Segundo muestreo			
	No. muestras	Positivas	Porcentaje (%)	$\bar{x}$ (ppb)	No. muestras	Positivas	Porcentaje (%)	$\bar{x}$ (ppb)
Mercado Central	15	10	63	0.64	15	11	69	0.63
Mercado Terminal	10	06	60	0.52	10	03	30	0.60
Supermercado	03	00	00	0.00	03	00	00	0.00

Fuente: elaboración propia (2020).

En la tabla 11, se presentan los resultados del muestreo realizado en las carnicerías. Para el efecto se tomaron como referencia 15 del mercado central y 10 del mercado de la terminal, las cuales se encuentran registradas para la venta de carne de bovino ante la municipalidad de Chiquimula. Adicionalmente, también se tomó en cuenta los tres supermercados que tienen dentro de sus ventas productos cárnicos bovinos.

En los expendios de carne del mercado central se reportan 10 casos positivos (63 % de las muestras), en el mercado de la terminal se encontraron 6 casos positivos (60%); sin embargo, en los supermercados las carnes que se expenden no reportan presencia de Clorhidrato de Clenbuterol. En el segundo muestreo realizado a las mismas carnicerías, los resultados obtenidos reflejan la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en 11 expendios del mercado central (69%), 3 en mercado de la terminal (30%) y ningún caso en los supermercados.

En ese contexto, la cantidad de muestras cárnicas positivas a la presencia del Clorhidrato de Clenbuterol fueron en promedio general de 51.72%, parámetro que está por encima de lo encontrado por Ortiz (2005), que reportó en el Estado de Mérida, México mediante la misma técnica de laboratorio, presencia en el 37.5% en 24 muestras tomadas directamente en rastros.

Sin embargo, los valores encontrados del anabolizante fueron de 2.76 ppm (2760 ppb), valores muy por encima del encontrado en este estudio que fue de 0.596 partes por billón (ppb), sin embargo, esto puede deberse a que los niveles máximos se alcanzan de 18 a 65 horas posterior a la administración del Clorhidrato de Clenbuterol al animal, por lo que las muestras tomadas del rastro en el estudio de Ortiz Borges, *et al.*, presentaron por lógica mucho mayor presencia que las del presente estudio.

De igual manera Olivares, *et al.* (2015), estudió la presencia de Clenbuterol en tejido muscular bovino en rastros en la región de Tierra Caliente, Estado de Guerrero, México, pero a través de una técnica denominada: Rapid test, que solo identifica positivos o negativos a la presencia del anabolizante, pero no determina la cantidad presente en la muestra. Dicho estudio, reportó en un 38.24% de 34 muestras que sí existía Clorhidrato de Clenbuterol. Dato menor al encontrado en este estudio, cuya técnica se cataloga como confirmatoria a métodos de cuantificación como ELISA.

A nivel nacional, Chávez (2017), en su estudio realizado en mercados municipales de 4 localidades del departamento de Suchitepéquez, determinó que las muestras fueron positivas a la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en un 42.5% de las muestras con concentraciones mayores promedio de 2.0733 $\mu\text{g/kg}$ o ppb, representando un 347.86% más de las concentraciones encontradas en el presente estudio, lo que pudiera indicar que la cantidad de Clorhidrato de Clenbuterol suministrada en la dieta a los animales de la región, es menor a la brindada en zonas sur-occidentales del país.

Como puede observarse los coeficientes de variación determinados para las muestras en el mercado central y en el mercado de la terminal son elevados, esto como consecuencia

que existen valores extremos de cero y valores de 1.5 en la concentración de Clorhidrato de Clenbuterol en las muestras.

8.2 Estudio de conocimiento y opinión del Clorhidrato de Clenbuterol

En la investigación realizada en la cabecera departamental de Chiquimula sobre el conocimiento del Clorhidrato de Clenbuterol se encuestaron a un total de 68 personas representantes de familias, conformadas por núcleos de 4-7 miembros en el 67.64%, seguido de 1-3 miembros en el 23.52% y más de 7 miembros en el 8.82% de los casos.

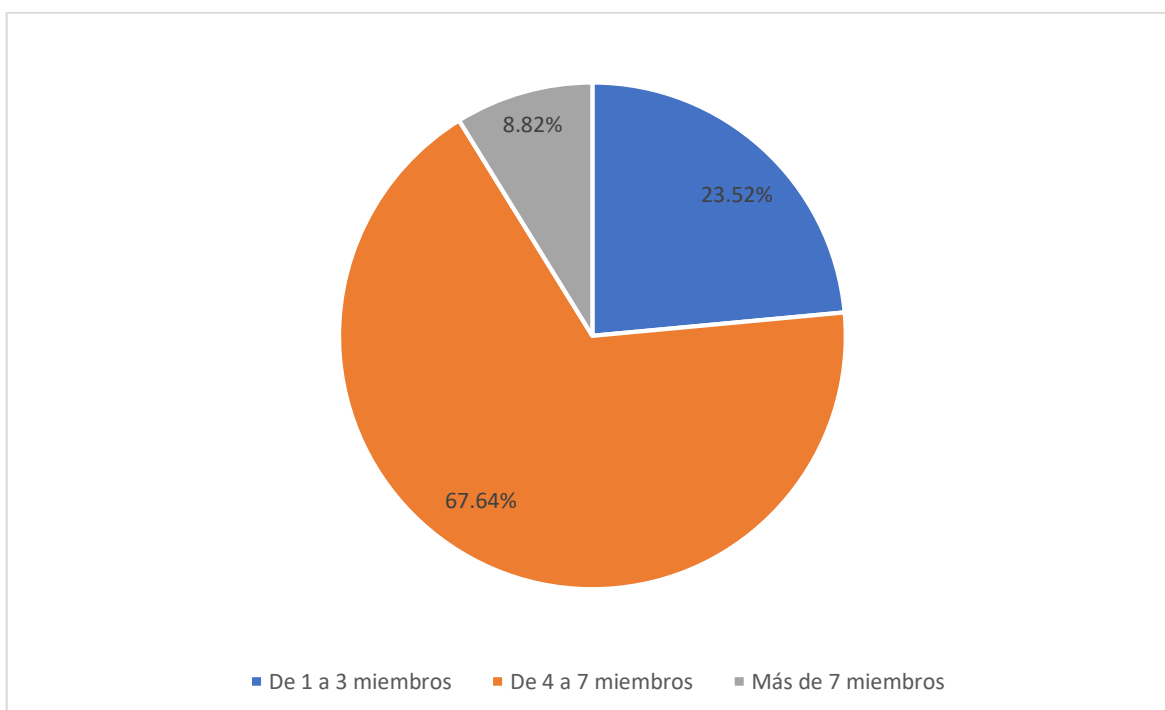


Figura 2. Número de miembros integrantes de las familias encuestadas en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala.

Fuente: elaboración propia (2020)

En cuanto al hábito de consumo de carne de res, el 85.28% de los encuestados, afirmaron que si la consumen mientras que un 14.70% respondió negativamente a la pregunta. En cuanto a la frecuencia de consumo, el 72.41% reportaron consumir de forma semanal, un 12.06% de forma quincenal y un 15.51% de forma mensual u ocasional. De esta

manera, no solo se puede afirmar que existe un gran consumo de carne de res en la cabecera departamental de Chiquimula, sino que, además es un alimento que se suministra al menos 1 vez a la semana a las familias. El factor más importante en cuanto a los hábitos de consumo es la cantidad de producto consumido, donde un 72.41% reportaron consumir de 1 a 3 libras de carne (0.45-1.36 kg) y un 27.58% consumen más de 4 libras (1.81 kg), en períodos que van de 1 semana a ocasionalmente, valores que coinciden a los presentados a nivel nacional (4-7 kg/habitante/año), tomando en cuenta el número de miembros por núcleo familiar y la frecuencia de consumo reportada.

En cuanto al conocimiento del Clorhidrato de Clenbuterol, el 42.64% de las personas encuestadas indicaron conocer sobre la existencia y uso de la sustancia anabolizante mientras que, el 57.35 % no tienen conocimiento sobre el tema.

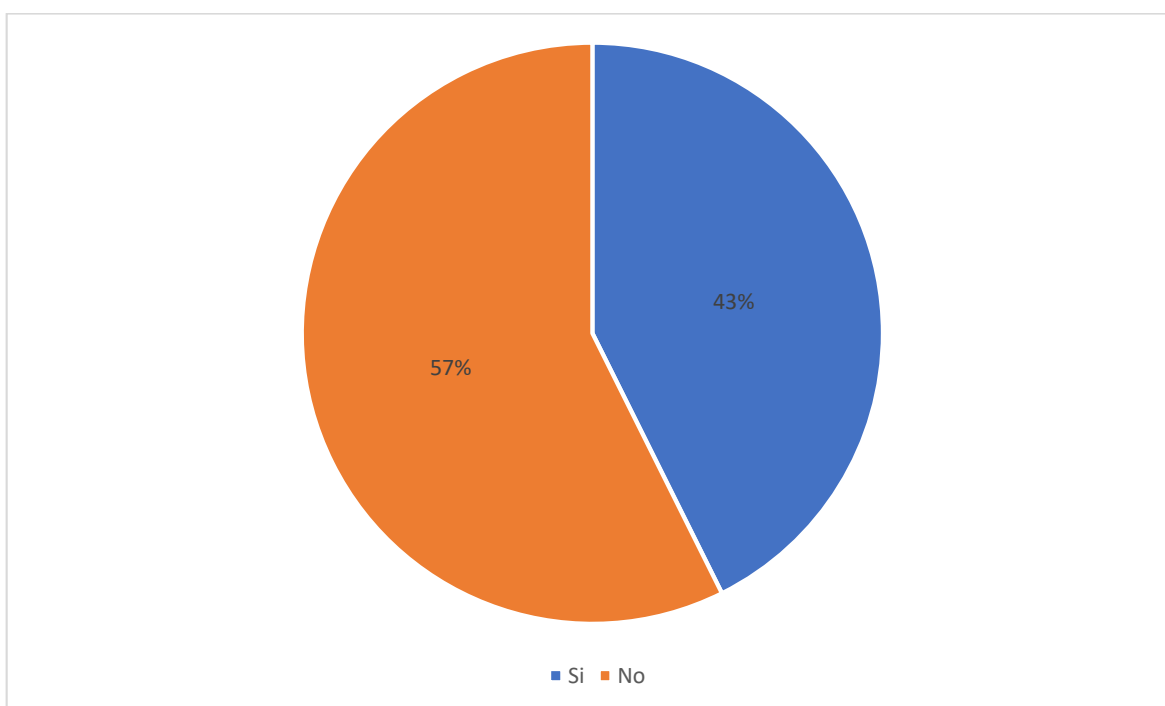


Figura 3. Conocimiento de la presencia de Clorhidrato de Clenbuterol en carne de res comercializada en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala.

Fuente: elaboración propia (2020).

Lo anterior, manifiesta que la mayoría de las personas de la cabecera departamental no conocen sobre el Clorhidrato de Clenbuterol. De igual manera, al preguntar si conocían sobre los usos del Clorhidrato de Clenbuterol, solamente un 14.70% afirmó conocer el uso del mismo en la producción animal, mientras que un 85.29% respondieron de forma negativa al cuestionamiento.

Esto demuestra que no solo existe un conocimiento de la población sobre lo que es el Clorhidrato de Clenbuterol, sino que aún entre los que afirmaron conocer lo que era, manifiestan desconocer sus usos. Lo anterior, expone que las personas en la zona consumen sin conocer los riesgos potenciales a los que se expone y las repercusiones en su salud, puesto que solamente un 5.88% de los encuestados reportaron conocer los efectos del Clorhidrato de Clenbuterol en el animal y solo un 2.95% en los efectos y riesgos a la salud del consumidor, como lo muestra la siguiente gráfica.

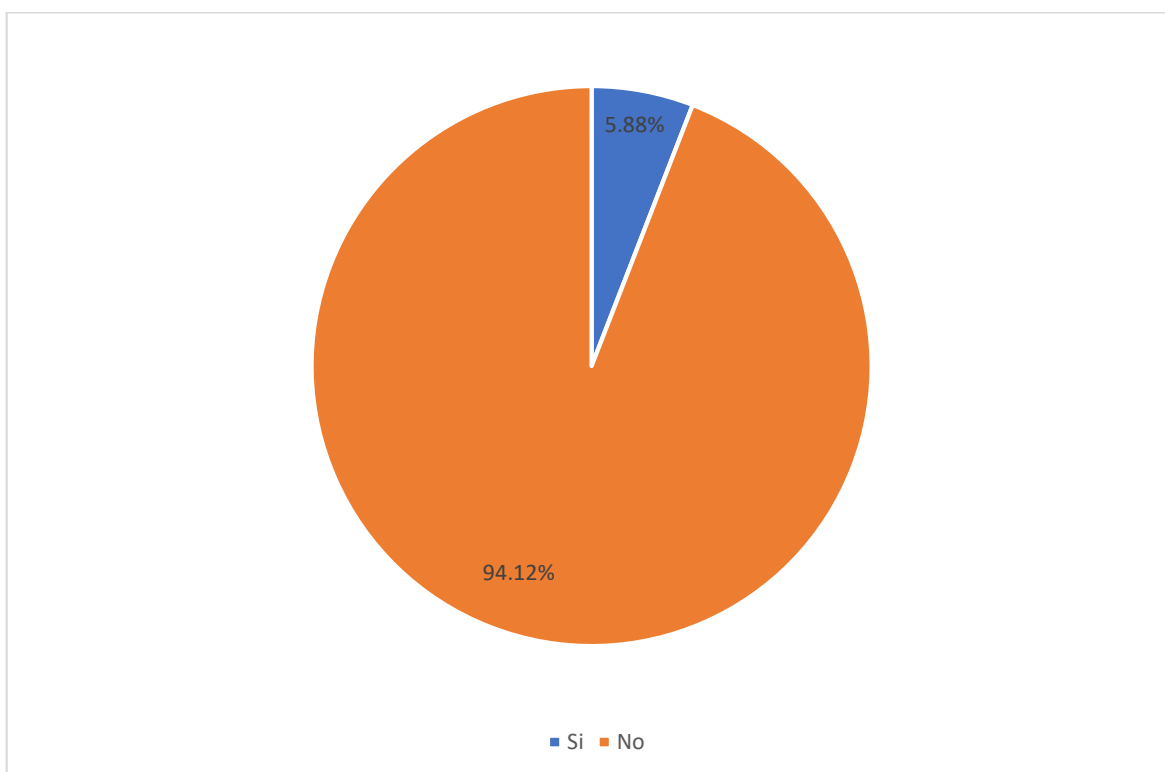


Figura 4. Nivel de conocimiento de los efectos del consumo de Clorhidrato de Clenbuterol en el animal bovino, en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala

Fuente: elaboración propia. (2020).

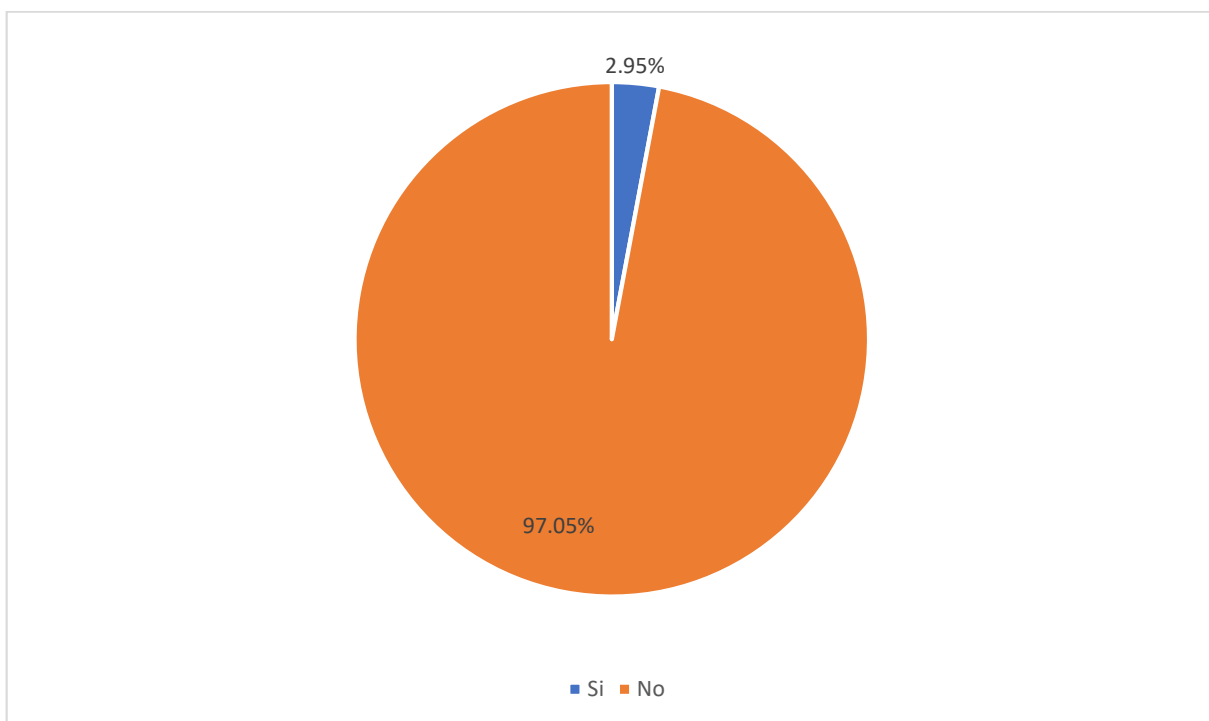


Figura 5. Nivel de conocimiento del riesgo y efectos del consumo de carne bovina con Clorhidrato de Clenbuterol en la salud del consumidor en la cabecera departamental de Chiquimula, Guatemala.

Fuente: elaboración propia.

La figura 5 muestra que de los encuestados solo el 2.95% conocen los efectos que tiene esta sustancia en la salud del consumidor.

Lo anterior, afirma aún más la preocupante situación de desconocimiento general de la población estudiada sobre del uso y efecto del Clorhidrato de Clenbuterol en la alimentación del ganado bovino y la posible presencia en las canales consumidas, sin embargo, al consultarles que si conocieran cuáles carnes poseen residuos del anabólico y cuáles no, el 100% de los encuestados indicaron que no consumirían las carnes positivas.

IX. CONCLUSIONES

- El 51.72% de las carnes bovinas comercializadas en la cabecera departamental de Chiquimula, resultaron positivas a la prueba HPLC-MSMS para Clorhidrato de Clenbuterol, en concentraciones promedio de 0.596 partes por billón (ppb).
- Los expendios del Mercado Central de la cabecera departamental de Chiquimula, mostraron mayor presencia de clorhidrato de clenbuterol, en un 65.63% de los mismos.
- En cuanto al estudio de conocimiento y opinión, el 85.28% de los encuestados, afirmaron que consumen carne bovina, principalmente en forma semanal (72.41%) y en cantidades que van de 0.45 a 1.36 kg de carne.
- Con respecto al conocimiento sobre el Clorhidrato de Clenbuterol, un 42.64% de las personas encuestadas indicaron conocer sobre la sustancia, de los cuales solamente un 14.70% afirmó conocer el uso del mismo en la producción animal.
- Solamente un 5.88% de los encuestados reportaron conocer los efectos del Clorhidrato de Clenbuterol en el animal y solo un 2.95% en los efectos y riesgos a la salud del consumidor.

X. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de análisis de la presencia del Clorhidrato de Clenbuterol en carne bovina comercializada en otras regiones o departamentos de Guatemala, a través de pruebas validadas como la utilizada en el presente estudio.
- Socializar la información de las diferentes investigaciones relacionadas al tema del uso indiscriminado de anabólicos y promotores de crecimiento en la producción animal, ante las instancias gubernamentales como el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, con la finalidad de generar planes de vigilancia y monitoreo del uso de sustancias prohibidas en las explotaciones pecuarias.
- Concientizar a la población guatemalteca y a todos los involucrados en la cadena productiva, de los riesgos y efectos del uso de sustancias como el Clorhidrato de Clenbuterol en la producción animal, e impacto a la salud pública.
- Considerar para próximos estudios de determinación de presencia de Clorhidrato de Clenbuterol u otro anabolizante en piezas cárnicas, el lugar de procedencia de los animales sacrificados, con el fin de identificar el sistema y ubicación predominante en este tipo de prácticas.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Área de Inteligencia de Mercado, Guatemala. 2019. Industria de cárnicos en Guatemala (en línea). Guatemala, MINECO. 25 p. Consultado 18 nov. 2019. Disponible en https://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/carnicos_en_guatemala_13_1.pdf

Área de salud, Guatemala. 2019. Datos del número de familias en Chiquimula. Chiquimula, Guatemala, MSP. 1 p.

Calcedo Riva, RE; Torres Beltrán, A; Bustamante Tapia, Y; Paz Calderón Nieto, M; Ramírez Peñalosa, MP; Hernández Zepeda, JS; Resendiz Martínez, R. 2019. Efectos de los beta- agonistas (clenbuterol), en las actividades fisio-hepáticas y reproductivas en rumiantes (en línea, sitio web). Engormix. Consultado 21 ene. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/Clenbuterol-en-bovinos-t28805.htm>

Chávez Maldonado, AL. 2017. Detección de niveles de clenbuterol en carne bovina comercializada en mercados municipales de Suchitepéquez (en línea). Tesis Lic. Suchitepéquez, Guatemala, CUNSUR. 105 p. Consultado 13 ene. 2019. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7892/1/TESIS%20.pdf>

Cruz, JR de La. 1967. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, basado en el sistema Holgridge. Guatemala, INAFOR. 42 p.

Dimarco, ON; Sainz Trápaga, C. 2006. Rendimiento de res (en línea). Engormix. Consultado 23 ene. 2019. Disponible en <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/rendimiento-res-t26391.htm>

Echeverría, JP. 2008. Sacrificio y faenado del ganado bovino (en línea, blog). Consultado 14 ene. 2019. Disponible en <http://carnicosjeanpaul.blogspot.com/2008/09/sacrificio-y-faenado-del-ganado-bovino.html>.

EcuRed. s.f. Clenbuterol (en línea, blog). Consultado 21 ene. 2019. Disponible en <https://www.ecured.cu/Clenbuterol>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2017. Máximos de residuos (LMR) y recomendaciones sobre la gestión de riesgos (RGR) para residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos CAC/ MRL 2-2018 (en línea). Roma, Italia, FAO/ OMS, Codex Alimentarius. 42 p. Consultado 24 ene. 2019. Disponible <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/ar/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%252BMRL%252B2%252FMRL2s.pdf>

Flores Ayala, D. 2010. Uso del clenbuterol en bovinos de carne y su importancia en salud pública (en línea). Tesis Lic. Torreón, Coahuila, México, UAAAN. 70 p. Consultado 26 ene. 2019. Disponible en <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7945/DANIEL%20FLORES%20AYALA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Fundación española del corazón. s.f. Alimentos: carne (en línea, Blog). España. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en <https://fundaciondelcorazon.com/nutricion/alimentos/792-carne.html>

García Liñan, S. 2018. Uso dañino del clenbuterol para engorda de ganado (en línea). México, El Financiero. Consultado 15 ene. 2019. Disponible <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/uso-danino-del-Clenbuterol-para-engorda-de-ganado>.

Garzón-Sánchez, E; Hernández-Lira, S; Reyes-Hernández, U; Hernández-Lira, L; Reyes-Hernández, D; Reyes-Hernández, K; Reyes-Gómez, U; Baylon-Hernández, A. 2016. Clenbuterol y sus riesgos en el deporte (en línea). Boletín Clínico Hospital Infantil del Estado de Sonora 33(1):42-46. Consultado 20 ene. 2019. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/bolclinhosinfson/bis-2016/bis161i.pdf>

Gómez, A. 2018. 6 Beneficios de comer carne de res (en línea, sitio web). México, El Universal El Botiquín. Consultado 26 ene. 2019. Disponible en <https://www.elbotiquin.mx/bienestar/6-beneficios-de-comer-carne-de-res>

INE (Instituto Nacional de Estadísticas). Caracterización de la república de Guatemala (en línea). Guatemala. 38 p. Consultado 23 feb. 2019. Disponible en <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2014/02/26/L5pNHMXzxy5FFWmk9NHCrK9x7E5Qqvvy.pdf>

InfoCarne. s.f. Propiedades nutricionales de la carne y productos derivados (en línea, sitio web). Consultado 22 ene. 2019. Disponible en http://www.infocarne.com/documentos/propiedades_nutricionales_carne_productos_derivadas.htm

Ku Vera, J. 2011. Clenbuterol: su uso en medicina veterinaria y producción animal (en línea). Bioagrociencias 4 (1): 49-50. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en <http://www.ccba.uady.mx/bioagro/V4N1/Articulo10.pdf>.

Larios, R. 2014. Consumo de carne y leche es bajo en Guatemala (en línea). Prensa Libre, Guatemala; 11 jun. Consultado 19 ene. 2019. Disponible en https://www.prensalibre.com/economia/carne-consumo-semana_del_ganadero_y_expoleche_0_1154284805-html/

López Doriga Digital. 2018. Los problemas de consumir carne con clenbuterol (en línea, blog). México. Consultado 16 ene. 2019. Disponible <https://lopezdoriga.com/vida-y-estilo/los-problemas-de-consumir-carne-con-Clenbuterol/>.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación). 2017. Acuerdo ministerial no. 821- 2007 (en línea). Guatemala. 2 p. Consultado 24 ene. 2019. Disponible en http://cretec.org.gt/wp-content/files_mf/acuerdoministerial8212007.pdf

MINECO (Ministerio de Economía). 2017. Perfil departamental Chiquimula: departamento Chiquimula (en línea). Guatemala. 16 p. Consultado 26 ene. 2019. Disponible en <http://www.mineco.gob.gt/sites/default/files/chiquimula.pdf>

Municipalidad de Chiquimula. 2019. Datos de las carnicerías de Chiquimula. Chiquimula, Guatemala. 2 p.

Nubia. s.f. Módulo de cárnicos (en línea, blog). Córdova, Colombia, Tutorsena. Consultado 20 ene. 2019. Disponible <http://senatutorvirtual.blogspot.com/p/modulo-de-carnicos.html>

Olivares, J; Quiroz, F; Rojas, S; Camacho, LM; Cipriano, M. 2015. Determinación de clenbuterol en tejido muscular en bovinos en rastros de la región de Tierra Caliente del estado de Guerrero (en línea). Revista de Energía Química y Física 2(4):338-342. Consultado 21 nov. 2019. http://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Energia_Quimica_y_Fisica/vol2num4/Revista_de_Energia_Quimica_y_Fisica-v2_N4-8-12.pdf

- Ortiz Borges, JC; Alcocer Vidal, VM; Castellanos Ruelas, AF. 2005. Determinación de clenbuterol por el método de gases/masas y su cuantificación en bovino sacrificados en dos rastros (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 43(1):57-67. Consultado 21 nov. 2019. Disponible en <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1392>
- Páez, D. 2012. Proceso de faenado en bovinos (en línea, blog). SlideShare. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <https://es.slideshare.net/DaisyPaez/proceso-de-faenado-en-bovinos>
- Parra, J; Navia, A; Buendia, D. 2017. Promotores de crecimiento en animales (en línea). Colombia, Universidad de la Amazonia. 27 diapositivas. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en <https://es.slideshare.net/andeanaviavalderrama/promotores-de-crecimiento-en-animales-73388856>
- Pérez, B; Echeverría, M. 2011. Los efectos tóxicos del Clenbuterol (en línea). Eroski Consumer. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/ciencia-y-tecnologia/2002/11/21/4173.php>
- Power Explosive. 2018. El Clenbuterol lo que necesitas saber (doping, riesgos asociados) (en línea, blog). Consultado 16 ene. 2019. Disponible en <https://powerexplosive.com/el-Clenbuterol-lo-que-necesitas-saber-doping-riesgos-asociados>
- Qué es el Clenbuterol y por qué está prohibido en el deporte (en línea, sitio web). 2018. El Universal, Compañía Periodística Nacional; México. Consultado 18 ene. 2019. Disponible en <https://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/ciencia/que-es-el-Clenbuterol-y-por-que-esta-prohibido-en-el-deporte>.

Quiroa T, E; Rojas Correal, C. 1989. Transporte, sacrificio y faenado de ganado (en línea). Bogotá, Colombia, Divulgación Tecnológica SENA. 87 p. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/3848/1/transporte_sacrificio_faenado_ganado.pdf.

SIG-Cunori (Sistema de Información Geográfica de Cunori). 2019. Mapa de la ubicación de las viviendas de la cabecera departamental de Chiquimula. Chiquimula, Guatemala. Esc. 1:20,000. Color.

Sumano L, H; Ocampo C, L; Gutiérrez O, L. 2002. Clenbuterol y otros B-agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública? (en línea). Veterinaria México 33(2). Consultado 25 ene. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/html/423/42333206/>

Tenga Salud. 2011-2019. Clenbuterol lo que no te han contado- ciclos, efectos secundarios, dosis y mucho más (en línea, sitio web). Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <https://tengasalud.es/Clenbuterol-ciclos-efectos-secundarios-y-dosis/>.

Valladares-Carranza, B; Bañuelos-Valenzuela, R; Peña-Betancourt, SD; Velásquez-Ordóñez, V; Echavarría-Chaires, FG; Muro-Reyes, A; Zaragoza-Bastida, A; Ortega-Santana, C; Zamora-Espinosa, JL; Gutiérrez Castillo, A. 2015. Implicaciones del uso de clorhidrato de clenbuterol en la producción pecuarias (en línea). Revista Electrónica de Veterinaria 16 (2): 4-6. Consultado 17 ene. 2019. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/636/63641398007.pdf>

Villafuerte Villeda, HR. 2011. Estudio de mercado de la carne de ganado bovino en la cabecera municipal de Chiquimula, departamento de Chiquimula, Guatemala (en línea). Tesis M.Sc. Chiquimula, Guatemala, Usac-Cunori. 121 p. Consultado 16 mar. 2019. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3412/1/19%20MAEA%20TG-1739-1120.pdf>



XII. APÉNDICE

Apéndice 1.

Encuesta

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CARREA ZOOTECNIA

El presente instrumento de recolección de datos está diseñado para obtener información sobre los niveles de conocimiento de Clorhidrato de Clenbuterol, las características sociodemográficas del consumidor y el consumo de carne de res en la cabecera departamental de Chiquimula.

ESTA INFORMACIÓN ES CONFIDENCIAL

Características sociodemográficas del consumidor

Edad		Sexo	
		MASCULINO	FEMENINO
		☐	☐
Formación académica			
NINGUNO	PRIMARIA	BÁSICO	DIVERSIFICADO
☐	☐	☐	☐
		UNIVERSITARIO	OTRO
		☐	☐
Ocupación			
Ama de casa	Empleado público	Empleado privado	
☐	☐	☐	
Comerciante	Productor	Otro	
☐	☐	☐	

Número de miembros en la familia		
1-3 ☐	4-7 ☐	+ de 7 ☐

Consumo de carne de res

¿Consume carne de res? Si No ☐ ☐	Frecuencia con la que consume la carne de res DIARIO SEMANAL QUINCENAL MENSUAL OTRO ☐ ☐ ☐ ☐ ☐
Cantidad de consumo	
Lugar de compra MERCADO ☐ SUPERMERCADO ☐ OTRO ☐	Razones por la que compra y/o consume carne de res bovina PRECIO COLOR OLOR SUAVIDAD ☐ ☐ ☐ ☐ SABOR ACCESO HIGIENE FRESCURA ☐ ☐ ☐ ☐
Razones por las que no consume carne de res bovina	
PRECIO RELIGIÓN VEGETARIANOS POR SALUD ☐ ☐ ☐ ☐	
Tipo o corte de carne que consume	
LOMO LOMITO PUYASO HUESO ☐ ☐ ☐ ☐ COSTILLA MOLIDA EMBUTIDOS ☐ ☐ ☐	

Niveles de conocimiento de Clorhidrato de Clenbuterol

Conoce sobre el Clorhidrato de Clenbuterol SI NO ☐ ☐	Conoce sobre los usos de Clorhidrato de Clenbuterol SI NO ☐ ☐
Conoce sobre los efectos de Clorhidrato de Clenbuterol en el animal SI NO ☐ ☐	Conoce sobre los efectos de Clorhidrato de Clenbuterol en el consumidor SI NO ☐ ☐
Cómo se enteró de Clorhidrato de Clenbuterol RADIO T.V. INTERNET ☐ ☐ ☐ PERÍODICO PERSONAS ☐ ☐	Estaría dispuesto a consumir carne sabiendo que contiene Clorhidrato de Clenbuterol SI NO ☐ ☐

Apéndice 2.

Control de Análisis

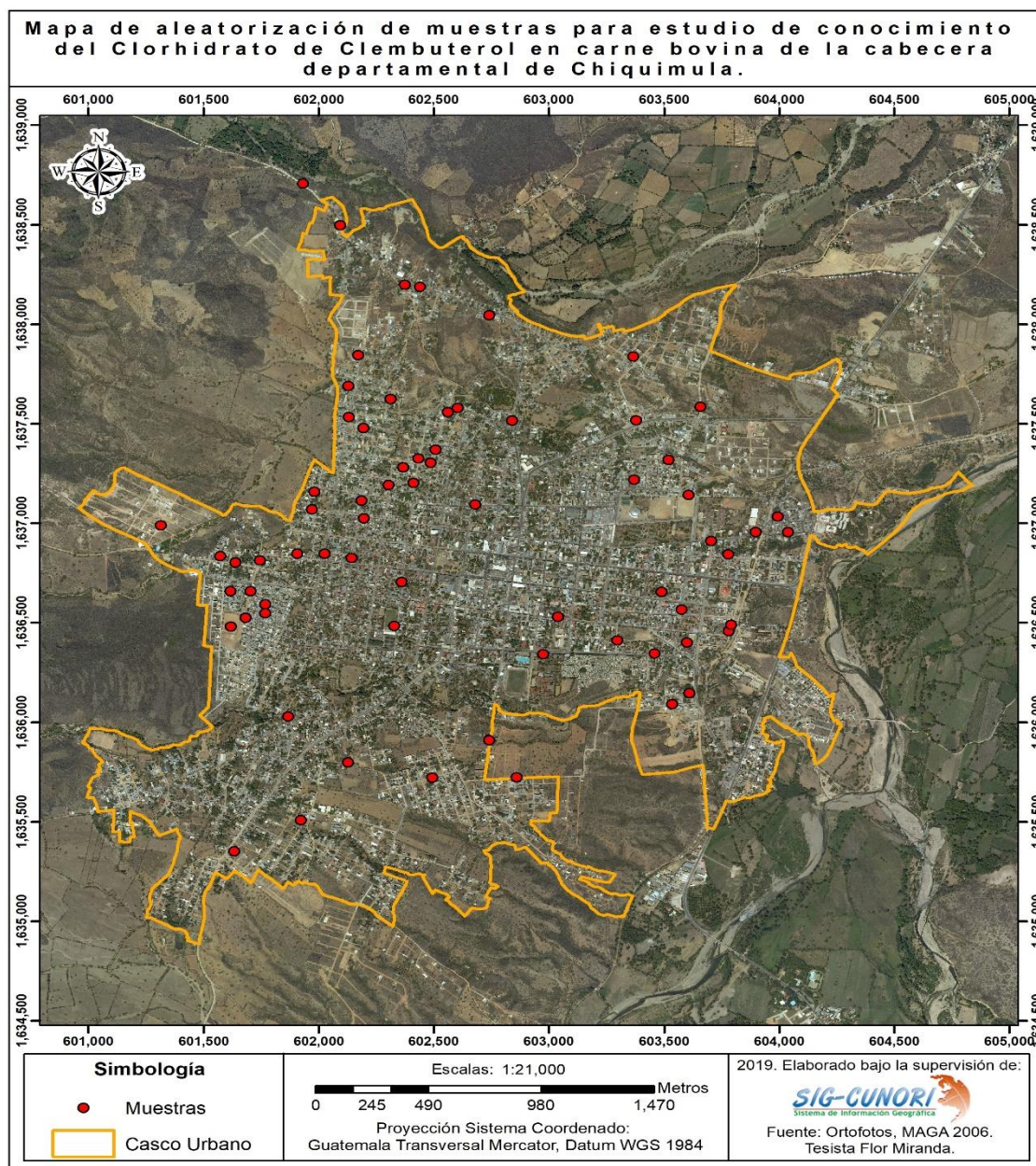
Control de Análisis

[illegible]

XIII. ANEXO

Anexo 1.

Mapa de la ubicación de las viviendas de la cabecera departamental de Chiquimula.



Fuente: SIG Cunori, 2019.