

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**IDENTIFICACIÓN DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA
COMERCIALIZADA EN DOS MERCADOS MUNICIPALES DEL
MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,
EN EL PERIODO DEL MES DE JUNIO DE 2020.**

LUIS CARLOS MALDONADO HERNÁNDEZ

Médico Veterinario

GUATEMALA, JULIO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**



**IDENTIFICACIÓN DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA
COMERCIALIZADA EN DOS MERCADOS MUNICIPALES DEL
MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,
EN EL PERIODO DEL MES DE JUNIO DE 2020.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTANDO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

Luis Carlos Maldonado Hernández

Al conferírsele el título de profesional de

Médico Veterinario

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, JULIO DE 2021

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA**

| | |
|-------------|--|
| DECANO: | M.A. Rodolfo Chang Shum |
| SECRETARIA: | M. Sc. Lucrecia Emperatriz Motta Rodríguez |
| VOCAL I: | M. Sc. Juan José Prem González |
| VOCAL II: | Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta |
| VOCAL III: | M.V. Edwin Rigoberto Herrera Villatoro |
| VOCAL IV: | P. Agr. Luis Gerardo López Morales |
| VOCAL V: | Br. María José Solares Herrera |

ASESOR

M. V. WILSON VALDÉZ MELGAR

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por los reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

IDENTIFICACIÓN DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA COMERCIALIZADA EN DOS MERCADOS MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, EN EL PERIODO DEL MES DE JUNIO DE 2020.

Que fuera aprobado por el Honorable Junta Directiva de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar por el título de:

MÉDICO VETERINARIO

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

Por darme la vida y sabiduría para lograr concluir una meta, y que su voluntad siga haciéndose en mi vida.

A MIS PADRES:

Por toda una vida de esfuerzos y sacrificios que han hecho en nuestra familia, que me motivo a finalizar esta profesión, para que sea un presente de amor hacia ustedes.

A MIS HERMANOS:

Por dar el máximo esfuerzo en los momentos más difíciles que vivimos, donde no se podía dar la libertad de tener un error y a pesar de esa dificultad lograron salir adelante, dándome un ejemplo de vida, para que yo alcanzaré un título profesional.

A MI SOBRINO:

Para que sepas que cada éxito tiene mucho sacrificio y dedicación, como lo hicieron cada uno de tus padres y tíos para lograr lo que ahora tú ves, pero nunca olvides “lo esencial es invisible para los ojos”.

A MI TÍA GLORIA:

Por ser una persona que siempre se mantuvo pendiente de mi vida apoyándome de manera directa en mis éxitos.

A MI FAMILIA:

Para que disfrutemos cada evento de felicidad que tenemos, porque al final solamente nos quedara recordar los momentos felices que vivimos.

A MIS COMPAÑEROS:

Por años de felicidades y experiencias vividas en la universidad, que nunca se volverán a repetir pero serán inolvidables.

A Licda. CARMEN VIRGÍNEA:

Que de niño nunca pensé que llegaría un día en el que me apoyaría en mi formación profesional, principalmente en los últimos días de mi formación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:

Por permitirme ser formado dentro de su gloriosa e histórica academia a nivel Centro Americano, volviéndose parte de mi vida.

LABORATORIO DE INOCUIDAD MAGA:

Por el apoyo brindado en el uso de sus instalaciones para culminar parte de mi fase experimental.

A ASESOR Y EVALUADOR:

Por el tiempo que dedicaron para ayudarme en todo lo necesario en mi tema de investigación.

A LA E.O.U.M GUARDIA DE HONOR:

A las maestras que iniciaron mi formación académica y que su esfuerzo se ve reflejado durante muchos años.

AL PUEBLO DE GUATEMALA:

Por su aporte que mantiene la casa de estudios, por lo que me permitió acceder a la educación superior.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| III. OBJETIVOS | 4 |
| 3.1 Objetivo General | 4 |
| 3.2 Objetivos Específicos | 4 |
| IV. REVISIÓN DE LITERATURA | 5 |
| 4.1 Clembuterol..... | 5 |
| 4.1.1. Definición..... | 5 |
| 4.1.2. Uso veterinario | 5 |
| 4.1.3. Mecanismo de acción | 6 |
| 4.1.4. Farmacocinética | 7 |
| 4.1.5. Regulaciones nacionales..... | 7 |
| V. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 8 |
| 5.1 Materiales | 8 |
| 5.1.1. Recurso Humano..... | 8 |
| 5.1.2. Recursos Biológicos | 8 |
| 5.1.3. Recursos de Campo | 8 |
| 5.1.4. Recursos de Laboratorio | 8 |
| 5.2 Metodología | 10 |
| 5.2.1 Área de estudio | 10 |
| 5.2.2. Diseño del Estudio..... | 10 |
| 5.2.3. Procedimiento de muestreo | 10 |
| 5.2.4. Procedimiento de laboratorio | 10 |
| 5.2.5. Análisis estadístico | 12 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 13 |

| | | |
|-------|----------------------------------|----|
| 6.1 | RESULTADOS..... | 13 |
| 6.2 | Discusión de resultados | 17 |
| VII. | CONCLUSIONES | 21 |
| VIII. | RECOMENDACIONES..... | 22 |
| IX. | RESUMEN..... | 24 |
| | SUMMARY | 26 |
| X. | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 28 |
| XI. | ANEXOS..... | 30 |

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.

Presencia de clenbuterol en carne bovina de los mercados Municipales Concepción y Central de Villa Nueva, septiembre, 2020.....13

Cuadro 2.

Unificación de dos muestreos de identificación de clenbuterol en carne bovina de los mercados Municipales Concepción y Central de Villa Nueva, septiembre, 2020.....14

Cuadro 3.

PPB clenbuterol en carne bovina de los mercados Municipales Concepción y Central, Villa Nueva, septiembre, 202015

Cuadro 4.

Muestras positivas con PPB de clenbuterol de dos pruebas unificadas realizadas en carne bovina de dos mercados Municipales, Villa Nueva, septiembre, 2020.....16

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.

Presencia de clenbuterol en carne bovina de los mercados Municipales Concepción y Central de Villa Nueva, septiembre, 2020 13

Gráfica 2.

Unificación de dos muestreos de identificación de clenbuterol en carne bovina de los mercados Municipales Concepción y Central de Villa Nueva, septiembre, 2020..... 14

Gráfica 3.

PPB clenbuterol en carne bovina de los mercados Municipales Concepción y Central, Villa Nueva, septiembre, 2020 15

Gráfica 4.

Muestras positivas con PPB de clenbuterol de dos pruebas unificadas realizadas en carne bovina de dos mercados Municipales, Villa Nueva, septiembre, 2020..... 16

I. INTRODUCCIÓN

El clenbuterol es un fármaco que se utiliza como broncodilatador para atender padecimientos de asma en seres humanos, en el año de 1965 se descubrió el uso veterinario aplicándolo para el engorde de ganado, demostrándose que los animales aumentaban la masa muscular y disminuía el tejido graso. Sin embargo, este producto tiene un alto nivel de residualidad en vísceras y músculos de los animales que se les haya aplicado; al momento que una persona ingiera productos con residuos clenbuterol estos pueden llegar a causar daños a la salud provocando taquicardia, hipertensión, mialgias, palpitaciones, nerviosismo, temblores, cefalea, diaforesis, insomnio, espasmos musculares y náusea.

Esto ha causado que Organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); la Organización Mundial de la Salud (OMS); el Codex Alimentarius; la Administración de Drogas y Alimentos (FDA), la Comunidad Europea y nacionales, establezcan límites máximos de residualidad (LMR) y vigilancia del grado “establecido” de residuos de sustancias acorde con estándares internacionales; considerando medidas emergentes por el uso incorrecto del Clorhidrato de Clenbuterol (CCL) como riesgo para la salud humana y animal.

Debido a estas regulaciones corresponde mantener monitoreo de productos cárnicos específicamente de origen bovino, para que no superen los LMR establecidos por el Codex o que no se encuentre presencia de dicho producto, así evitar intoxicaciones en personas. Por lo que se deben realizar investigaciones para confirmar que se cumplan las regulaciones nacionales e internacionales.

Este proyecto tuvo como objetivo identificar la presencia de clenbuterol en carne bovina y establecer los niveles del mismo en dicha carne que se comercializa en los mercados de Villa Nueva.

II. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala los productos cárnicos forman parte de la dieta de sus habitantes, quienes adquieren estos productos en carnicerías aledañas a sus viviendas. Generalmente los establecimientos se abastecen de rastros autorizados legalmente por las municipalidades y certificados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- o por rastros clandestinos.

Ganaderos o intermediarios, para incrementar las ganancias con la comercialización del ganado bovino, recurren a la utilización de prebióticos, hormonas, antimicrobianos y modificadores metabólicos, dentro de los cuales el clembuterol es el más utilizado, pese a que en el Acuerdo Ministerial No. 821-2007, en su Artículo 1. Acuerda: “Se prohíbe el registro, uso y comercialización del CLEMBUTEROL, en todas sus formulaciones, en el ramo pecuario”.

El ganado bovino es inyectado con clembuterol, llegando a las personas mediante el consumo de dichos productos cárnicos, que lamentablemente llega a causar daños a la salud, provocando taquicardia, hipertensión, mialgias, palpitations, nerviosismo, temblores, cefalea, diaforesis, insomnio, espasmos musculares y náusea, entre otros, aunque médicamente en la mayoría de los casos no lo atribuyen al consumo de esta sustancia.

Además, el Acuerdo Ministerial en mención, en el Artículo 2. Indica “La Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación velará, a través del Programa de Supervisión y Auditoría Técnica, por el cumplimiento de la prohibición de comercialización del Clembuterol. Además, velará a través de sus dependencias que se cumpla con la prohibición del registro y uso del citado producto.”

Sin embargo, persiste el uso de la sustancia en animales, en especial en reses afirman expertos, Gustavo Adolfo Pineda, especialista en carnes y embutidos del Centro de Capacitación en Tecnología en Carne (CETEC), indicó que el clembuterol se encuentra en los animales de abasto que se destinan para consumo humano.

El uso indiscriminado en el engorde de ganado bovino con la sustancia clembuterol persiste, como consecuencia de la ausencia total del control y monitoreo por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-

Con base en lo anterior, se consideró importante realizar una investigación que permitiera dar a conocer la presencia o ausencia de clembuterol en la carne bovina que se despacha en las carnicerías de dos mercados en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Analizar mediante el ensayo Elisa, carne bovina comercializada en dos mercados municipales del municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, para identificar la presencia de clenbuterol.

3.2 Objetivos Específicos

- a. Establecer la presencia o ausencia de clenbuterol en carne bovina en dos mercados de Villa Nueva.
- b. Conocer el nivel de clenbuterol en carne bovina en dos mercados de Villa Nueva.
- c. Conocer la frecuencia de la presencia de clenbuterol en las muestras estudiadas.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Clembuterol

4.1.1. Definición

El CCL (clorhidrato de clembuterol) es un 4-amino-a-T-butilamino-metil 3, 5 diclorobenzil alcohol, polvo blanco, anhidro, muy soluble en agua, altamente estable a temperatura ambiente. Es un aditivo sintético perteneciente a una clase de medicamentos fisiológicamente análogos a la adrenalina. Tiene una estructura química relacionada a las catecolaminas capaz de interactuar con receptores adrenérgicos, generalmente del tipo β_2 . (Valladares, 2015).

4.1.2. Uso veterinario

El clembuterol es un broncodilatador potente que se usa para tratar el broncoespasmo en el caballo. El medicamento se administra normalmente a los caballos por vía oral como una formulación de jarabe. Una vez absorbido en la circulación sistémica, el clembuterol tiene el potencial de causar muchos efectos secundarios, incluido un efecto de reparto y alteraciones importantes en la función del músculo cardíaco y esquelético. (kearns, 2009).

Estudios recientes, han informado que el clembuterol puede afectar los huesos y los sistemas inmunitario, endocrino y reproductivo. Se ha publicado una gran cantidad de información sobre los efectos beneficiosos de las dosis terapéuticas a corto plazo de clembuterol en el sistema respiratorio equino, aunque hay información limitada sobre la administración crónica, particularmente porque esto se ha asociado con efectos fisiológicos adversos en otros sistemas. (kearns, 2009).

En ganado rumiante se le conoce por su capacidad como agente que redistribuye los nutrientes absorbidos para aumentar la masa muscular y reducir el contenido de grasa. (Ku, 2011).

4.1.3. Mecanismo de acción

Los agonistas β -AR son moléculas orgánicas que se unen a los receptores β -AR, dando lugar al complejo agonista-receptor, que a su vez activa a la proteína Gs. La subunidad α de la proteína Gs activa a la adenilato ciclasa, enzima que produce el monofosfato de adenosina cíclico (AMPc), una de las principales moléculas de señalización intracelular. Esta molécula produce sus efectos al unirse a la subunidad reguladora de la cinasa proteínica A, para liberar la subunidad catalítica que fosforila a un buen número de proteínas intracelulares. Estas proteínas tienen papeles funcionales vitales para una variada gama de funciones que van desde permitir la entrada de Ca^{++} a la célula, hasta mediar la síntesis de proteínas clave para el funcionamiento celular. (Sumano, 2002).

La administración oral de algunos agonistas β -AR sintéticos, modifica el crecimiento por aumento de la masa muscular y disminución de la acumulación de grasa. Los receptores β -AR están presentes en la mayoría de las células de los mamíferos, aunque la distribución de los subtipos (β 1, β 2, β 3) y la proporción de cada uno, varía entre tejidos en una especie dada. Por lo general, los β 1 predominan en el corazón estimulando su inotropismo (fuerza de contracción), en el músculo liso intestinal induciendo relajación, mientras que a los β 2 se les localiza en los bronquios y músculo uterino, induciendo relajación en ambos casos, y los β 3 localizados en músculo esquelético y tejido graso. (Sumano, 2002)

4.1.4. Farmacocinética

El CCL incrementa el flujo sanguíneo (sobre todo de los músculos de los cuartos traseros), lo cual permite el proceso de hipertrofia en el músculo esquelético al transportar mayores cantidades de sustratos y fuentes de energía para la síntesis de proteína. Se ha demostrado in vitro la degradación de triacilgliceroles en adipocitos, la inhibición de la síntesis de ácidos grasos y de triacilglicerol; el tejido de los animales presenta una actividad lipolítica aumentada, una actividad lipogénica disminuida, o ambas. (Caidedo, 2011).

4.1.5. Regulaciones nacionales

El Acuerdo Ministerial No. 821-2007, en el artículo 1. Se prohíbe el registro, uso y comercialización de CLEMBUTEROL, en todas sus formulaciones, en el ramo pecuario. Y el artículo 2. La Unidad de Normas y Regulaciones del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación velará, a través del Programa de Supervisión y Auditoría Técnica, por el cumplimiento de la prohibición de comercialización de Clembuterol. Además, velará a través de sus dependencias que se cumpla con la prohibición del registro y uso del citado producto.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1. Recurso Humano

- 1 Estudiante investigador
- 1 Asesor Médico Veterinario
- 2 Técnicos en laboratorio

5.1.2. Recursos Biológicos

- 30 lbs. Carne bovina

5.1.3. Recursos de Campo

- 1 Hielera de 48 Lts
- 10 Bolsas de hielo de 250 ml.
- 100 Bolsas de plástico
- 1 Marcador permanente
- 1 Masking tape
- 1 Computadora
- 1 Impresora
- 1 Celular

5.1.4. Recursos de Laboratorio

- 1 Kit *Veratox para clenbuterol*
- 60 ml de Hexano
- 2 lt. Agua desmineralizada
- 1 Beaker de 50 ml.

- 1 Probeta de 50 ml.
- 2 Bandejas de hierro antioxidante
- 2 Tijeras mayo
- 2 Pinzas diente de ratón
- 1 Royo de papel mayordomo
- 60 Bolsas willpack
- 60 Hisopos estériles
- 10 Guantes de nitrilo
- 1 Micropipeta de 100-1000 μL
- 1 Micropipeta de 20-200 μL
- 1 Micropipeta multicanal 30-300 μL
- 1 Pipeteador mecánico
- 4 Pipetas graduadas de 1 ml
- 60 Puntas para micropipeta de 100-1000 μL
- 180 Puntas para micropipeta de 20-200 μL
- 1 Cronometro
- 1 Piseta de 1 Lt
- 1 Procesador de carne
- 2 Balanzas analíticas
- 1 Centrifugadora
- 1 Campana de extracción de gases
- 1 Vortex
- 1 Baño María
- 1 Espectrofotómetro
- 1 Congelador

5.2 Metodología

5.2.1 Área de estudio

Mercado municipal Concepción, zona 4 de Villa Nueva, Guatemala.

Mercado municipal Central, zona 4 de Villa Nueva, Guatemala.

5.2.2. Diseño del Estudio

El estudio fue de tipo Descriptivo.

5.2.3. Procedimiento de muestreo

Se compró $\frac{1}{2}$ libra de carne bovina en cada una de 30 carnicerías, seleccionadas aleatoriamente, 15 en cada uno de dos mercados de Villa Nueva.

Seguidamente se procedió a identificar las muestras numéricamente, del número 1 al número 15 por cada mercado, haciendo un total de 30 muestras, mismas que se colocaron en una hielera. A los 15 días, se repetirá el proceso.

5.2.4. Procedimiento de laboratorio

Se preparó un buffer de extracción de muestra a 1X, mezclando 1 volumen de buffer de extracción de muestra a 20X con 19 volúmenes de agua destilada. Se preparó PBS a 1X, mezclando 1 volumen de buffer PBS a 10X con 9 volúmenes de agua destilada.

Posteriormente se preparó un buffer de equilibrio de muestra a 1X, añadiendo 10 ml del buffer de equilibrio de muestras I y 62 g del buffer de equilibrio II de muestras en una botella de plástico de 250 ml, adicionando 190 ml de agua destilada, mezclando hasta obtener una solución homogénea.

Para la extracción de la muestra: se eliminó la grasa del músculo y homogeneizó la muestra con una mezcladora, seguidamente se añadió 2 ml de buffer de extracción de muestras a 1X a 1g de la muestra homogeneizada, se mezcló con vortex por 5 minutos a máxima velocidad, seguidamente se centrifugó por 5 minutos a 4000 xg a una temperatura ambiente entre 20-25°C, después se transfirió 900 µL del sobrenadante a un nuevo tubo, se secó la muestra en un baño maría a 60°C bajo presión reducida.

Seguidamente, se añadió 1 mL de hexano para disolver la muestra y se añadió 0.6 mL de PBS 1X, se mezcló con vortex por 1 minuto a máxima velocidad; se centrifugó la muestra durante 5 minutos a 4000 xg, se aspiró toda la capa superior de hexano; se usó 100 µL de la capa acuosa inferior para el ensayo de ELISA.

Se inició el ensayo de ELISA, añadiendo 200 µL de cada estándar de clenbuterol en duplicado a diferentes micropocillos de muestra en orden de menor a mayor concentración y 100 µL del buffer de equilibrio a cada micropocillo con 100 µL correspondientes de cada una de las muestras, se incubó la placa durante 60 minutos a temperatura ambiente, luego se invirtió la placa y se golpeó sobre toallas de papel para secarla, se añadió 100 µL del conjugado clenbuterol-HRP a 1X a cada pocillo, luego se incubó la placa por 15 minutos a temperatura ambiente, seguidamente se lavó los pocillos 3 veces con 250 µL de solución de lavado a 1X por pocillo, después se añadió 100 µL del sustrato TMB a cada pocillo, luego se incubó por 15 minutos, se adicionó el buffer detenedor y se leyó inmediatamente la placa con un lector de microtitulación con una longitud de onda de 450 nm.; y, después se calculó la concentración de clenbuterol con el software Veratox para Windows.

5.2.5. Análisis estadístico

Para realizar el análisis de los resultados de la investigación se aplicó la estadística descriptiva, con la cual se hicieron cálculos de los datos obtenidos, así como las frecuencias absolutas y relativas, al mismo tiempo se elaboraron cuadros y gráficos estadísticos, para su presentación.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

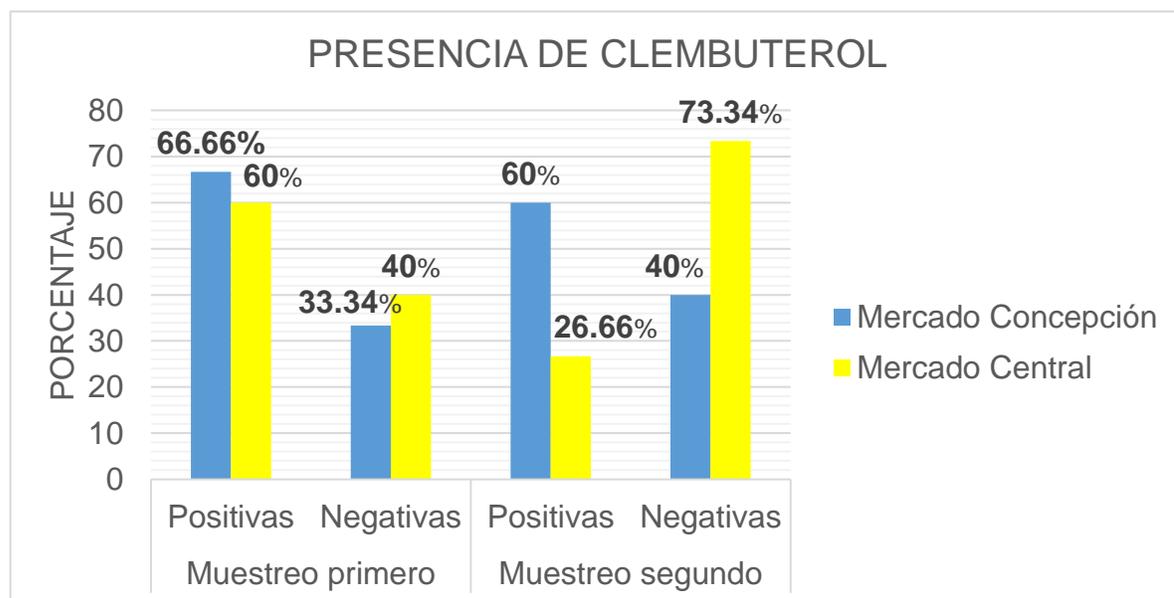
6.1 RESULTADOS

CUADRO No. 1 PRESENCIA DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA DE LOS MERCADOS MUNICIPALES CONCEPCIÓN Y CENTRAL DE VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020

| Mercados | Muestreos de Presencia de Clembuterol | | | | | | | | | | | |
|------------|---------------------------------------|-------|-----------|-------|-------|-----|-----------|-------|-----------|-------|-------|-----|
| | Primero | | | | | | Segundo | | | | | |
| | Positivas | | Negativas | | Total | | Positivas | | Negativas | | Total | |
| | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % |
| Concepción | 10 | 66.66 | 5 | 33.34 | 15 | 100 | 9 | 60.00 | 6 | 40.00 | 15 | 100 |
| Central | 9 | 60.00 | 6 | 40.00 | 15 | 100 | 4 | 26.66 | 11 | 73.34 | 15 | 100 |

Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

GRÁFICA No. 1 PRESENCIA DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA DE LOS MERCADOS MUNICIPALES CONCEPCIÓN Y CENTRAL DE VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020



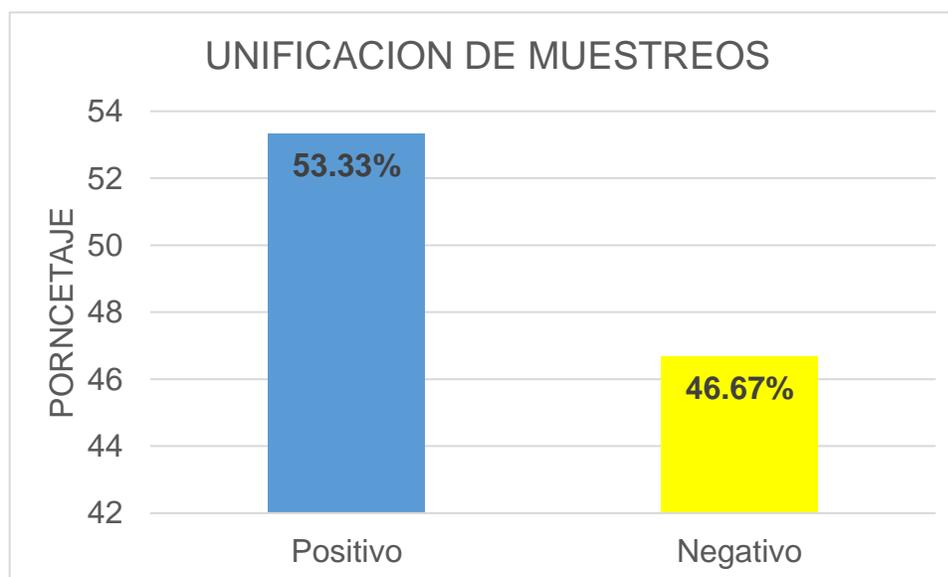
Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

CUADRO No. 2 UNIFICACIÓN DE DOS MUESTREOS DE IDENTIFICACIÓN DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA DE LOS MERCADOS MUNICIPALES CONCEPCIÓN Y CENTRAL DE VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020

| Mercados | Unificación de la Presencia de Clembuterol | | | | | |
|----------------------|--|-------|-----------|-------|-------|-----|
| | Positivas | | Negativas | | Total | |
| | No. | % | No. | % | No. | % |
| Concepción y Central | 32 | 53.33 | 28 | 46.67 | 60 | 100 |

Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

GRÁFICA No. 2 UNIFICACIÓN DE DOS MUESTREOS DE IDENTIFICACIÓN DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA DE LOS MERCADOS MUNICIPALES CONCEPCIÓN Y CENTRAL DE VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020



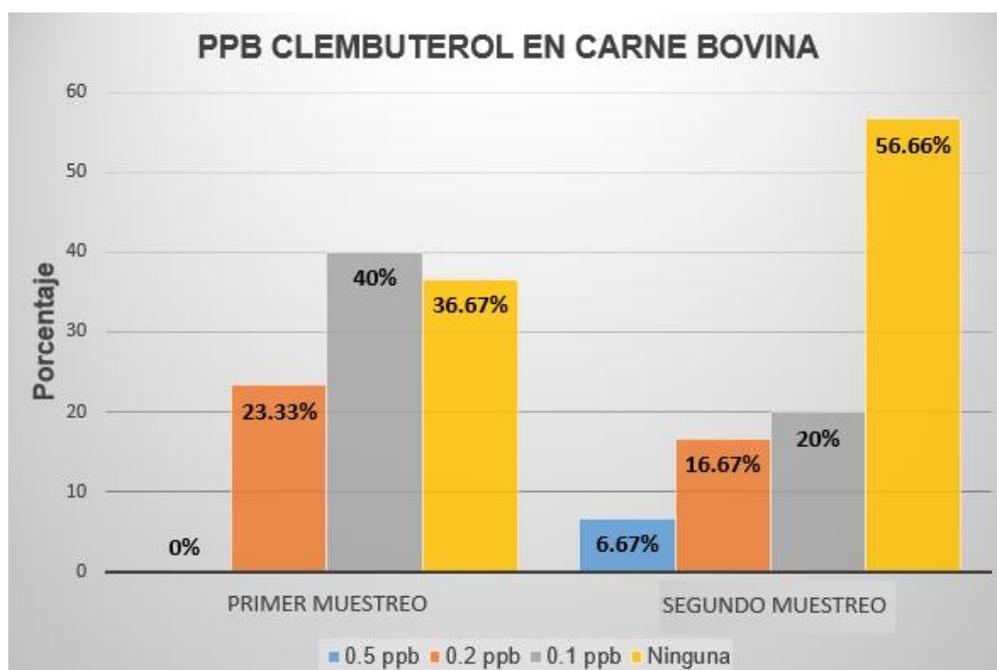
Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

CUADRO No. 3 PPB CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA DE LOS MERCADOS MUNICIPALES CONCEPCIÓN Y CENTRAL, VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020

| Partes por billón de clembuterol (ppb) | Primer muestreo | | Segundo muestreo | |
|--|-----------------|-------|------------------|-------|
| | No. | % | No. | % |
| 0.5 ppb | --- | --- | 2 | 6.67 |
| 0.2 ppb | 7 | 23.33 | 5 | 16.67 |
| 0.1 ppb | 12 | 40 | 6 | 20 |
| Ninguna | 11 | 36.67 | 17 | 56.66 |
| Total | 30 | 100 | 30 | 100 |

Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

GRÁFICA No. 3 PPB CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA DE LOS MERCADOS MUNICIPALES CONCEPCIÓN Y CENTRAL VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020



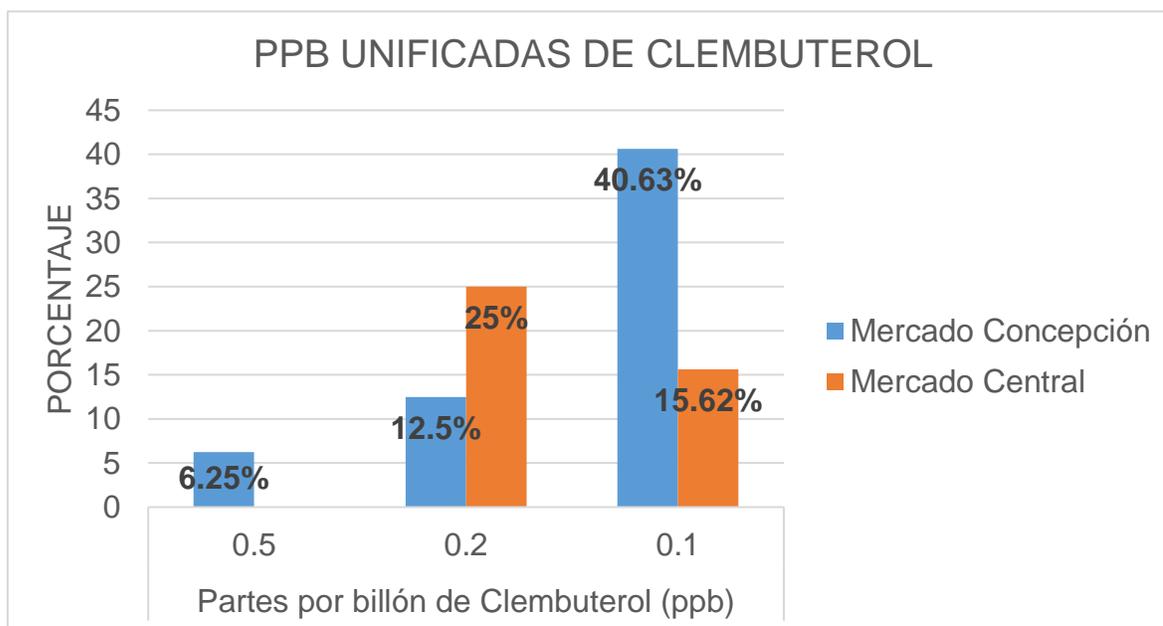
Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

CUADRO No. 4 MUESTRAS POSITIVAS CON PPB DE CLEMBUTEROL DE DOS PRUEBAS UNIFICADAS REALIZADAS EN CARNE BOVINA DE DOS MERCADOS MUNICIPALES, VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020

| Mercados | Partes por billón de Clembuterol (ppb) | | | | | | | |
|------------|--|------|-----|-------|-----|-------|---------|--------|
| | 0.5 | | 0.2 | | 0.1 | | Totales | |
| | No. | % | No. | % | No. | % | No. | % |
| Concepción | 2 | 6.25 | 4 | 12.50 | 13 | 40.63 | 19 | 59.38 |
| Central | --- | --- | 8 | 25.00 | 5 | 15.62 | 13 | 40.62 |
| Totales | 2 | 6.25 | 12 | 37.50 | 18 | 56.25 | 32 | 100.00 |

Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

GRÁFICA No. 4 MUESTRAS POSITIVAS CON PPB DE CLEMBUTEROL DE DOS PRUEBAS UNIFICADAS REALIZADAS EN CARNE BOVINA DE DOS MERCADOS MUNICIPALES, VILLA NUEVA, SEPTIEMBRE, 2020



Fuente: Elaboración propia, Villa Nueva, septiembre de 2020.

6.2 Discusión de resultados

Dentro de la evaluación de las carnes que son expandidas en las carnicerías que se encuentran en los mercados municipales de Villa Nueva específicamente en el Mercado Central y Mercado Concepción, un alto porcentaje de carne se encuentra contaminada químicamente con clenbuterol, dado que el análisis al que fueron sometidas 60 muestras de carne bovina, 32 fueron positivas a dicho anabólico. Para llevar a cabo el análisis, se utilizó un kit Veratox para presencia de Clembuterol aplicando el método ELISA, obteniendo como resultado global la identificación de clenbuterol de 53.33% positivas del 100% de las muestras lo que se presenta en la figura No. 2, es un porcentaje alto, aunque la concentración sea mínima.

Con relación a la cantidad de concentración de 0.1 ppb que se localizó en 18 muestras que corresponde al 56.25% del 100% de las muestras, de lo cual 40.63% en las muestras del mercado Concepción y en menor porcentaje el 15.62% del mercado Central, según figura No. 4, esta concentración de alguna manera es dañina para la salud de las personas que la consumen. Según la ley debe ser ausencia total, porque puede provocar efectos como adormecimiento de las manos, temblores, nerviosismo, dolores musculares, vómitos, intoxicación, entre otros.

Sin lugar a dudas, la concentración baja de clenbuterol como la 0.1 ppb afecta a las personas, pero si la cantidad es muy elevada como 0.5 ppb puede llegar a causar taquicardia y hasta la muerte, cantidad que se localizó en bajo porcentaje 6.25% en las muestras del mercado Concepción, dato que se presenta en el figura No. 4, ocasionando mayor número de intoxicaciones en una población de diferentes edades siendo los de mayor riesgo niños y ancianos.

Al mismo tiempo, la prohibición de utilizar el Clembuterol en Guatemala se encuentra regulado en el Acuerdo Ministerial Número 821-2007 del Ministerio de

Agricultura, Ganadería y Alimentación. Que se regula a través de la Dirección de Inocuidad del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR), la prohibición del registro, uso y comercialización de CLEMBUTEROL, en todas sus formulaciones, en el ramo pecuario. De conformidad con el artículo 9, 10 y 14 de la Ley de Sanidad Animal y Vegetal, corresponde como ente rector en la materia el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, pero se especifica que se debe complementar con el Código de Salud, ya que tiene una estrecha línea de vinculación derivada que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social tiene como objetivo la vinculación con las dependencias del organismo ejecutivo para garantizar la salud de los habitantes, siendo en este caso la vinculación directa con el MAGA. Es importante señalar que se cuenta con una Iniciativa de Ley de Rastros, en la que se prohíbe la utilización de químicos para engorde de animales de todo tipo como bovino, porcino, aves, ovinos, caprinos, y que su producto o derivados se utilice para el consumo humano y ponga en riesgo la vida de las personas.

En efecto, en el análisis de las muestras de carne bovina positivas se encontró niveles de 0.1 ppb en un 56.25% y de 0.5 ppb un 6.25% (Figura No. 4), por motivo de que normalmente el porcentaje alto de los animales que se sacrifican para el consumo humano son novillos, ya que es en estos donde se utiliza el clembuterol para el desarrollo del peso, no así en vacas, toros o bueyes, etc. Vale la pena decir que de acuerdo al estudio realizado por Ana Lucía Chávez en el departamento de Suchitepéquez el 41.18% de muestras positivas fueron de novillos. En países como Brasil y Uruguay en sus exportaciones es 0, porque está terminantemente prohibido a los efectos secundarios graves a la salud lo tienen normado y aplican un buen sistema de monitoreo, lo que indica que sí se puede evitar la utilización de anabólicos para el engorde de ganado.

Con base a lo anterior, se puede decir que tanto los rastros como los carniceros no tienen ninguna responsabilidad de la existencia de clembuterol en la carne bovina que comercializan, sino que los ganaderos, porque ellos son los que

inyectan al ganado, este es un medicamento que debido a que está prohibida su comercialización en el país, no debería entrar a las fronteras legalmente y es donde la Dirección de Inocuidad del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones (VISAR) debe fiscalizar tanto el ingreso de la carne libre de CCL como de los rastros nacionales en coordinación con las municipalidades del país. Los ganaderos no deben aplicar este medicamento y lo que es peor dosis indiscriminadas, debido a ello se encontró un 6.25% de niveles altísimos, como de 0.5 ppb; y en un porcentaje de concentración medio que es el 37.50% en el nivel 0.2 ppb, siendo el problema potencial en salud pública, por los efectos derivados de la ingesta de productos contaminados.

El presente estudio es un pequeño muestreo, pero es preocupante conocer que el 53% de muestras de carne bovina analizadas hayan sido positivas, por lo que se considera importante ampliar los monitoreos en todo el país, ya que es necesario conocer si se vende carne en toda la república con contenido de clenbuterol, porque investigaciones realizadas en Ecuador en la región de Manabí se encontró 96% de presencia de clenbuterol mientras otra investigación en la región de Galápagos obtuvieron 0% de presencia.

Además, realizar investigaciones continuamente, porque entre tiempo y tiempo puede variar la concentración de clenbuterol, como en el caso de los datos presentados en la figura No 3, que en el primer muestreo 23.33% tuvo una concentración de 0.2 ppb y 40% de 0.1 ppb, mientras que en el segundo muestreo con una diferencia de tiempo de 15 días con el primero, variaron las concentraciones de 6.67% de 0.5 ppb, 16.67% de 0.2 ppb, y 20% de 0.1 ppb. Siendo necesario analizar mayor cantidad y constancia de muestras en la república de Guatemala, para conocer en cada departamento el porcentaje de carne que se vende con contenido de clenbuterol.

Hay que destacar que el ensayo Veratox para clenbuterol es una herramienta de diagnóstico precisa, rápida y con alta especificidad de 96%. Es un inmunoensayo enzimático competitivo para el análisis cuantitativo de clenbuterol, que permite a las agencias gubernamentales, fabricantes de alimentos y procesadores, detectar clenbuterol en la orina, músculo, hígado y riñón de bovinos en respuesta a las preocupaciones del cliente sobre la inocuidad alimentaria.

VII. CONCLUSIONES

- Se estableció la presencia de clenbuterol en carne bovina en carnicerías de dos mercados de Villa Nueva, siendo el 53.33% de muestras positivas de 60 analizadas.
- Los niveles de concentración de clenbuterol en las muestras positivas de la carne bovina de los mercados Concepción y Central de Villa Nueva son 6.25% a 0.5 ppb, 37.50% a 0.2 ppb y 56.25% a 0.1 ppb.
- Se conoció que la frecuencia de la presencia de clenbuterol en las muestras fueron en el primer muestreo de nivel medio 23.33%, nivel bajo 40% y 0% de nivel alto, mientras en el segundo 6.67% de nivel alto, 16.67% de nivel medio y 20% de nivel bajo.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se hace necesario que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, a través de la Dirección de Sanidad Animal amplíe la cobertura de supervisión en las producciones ganaderas del país, así como mediante la Dirección de Inocuidad ambas del Viceministerio de Sanidad Agropecuaria y Regulaciones -VISAR-, con el objetivo de evitar el uso de clenbuterol en animales con destino de producción de carne, y darle seguimiento para determinar quiénes son los que comercializan este producto de venta restringida.
- A los ganaderos, deben comprender la no utilización de productos prohibidos como el clenbuterol, sino que implementen buenas prácticas ganaderas, para mejorar el rendimiento en los novillos.
- Que la Dirección de Inocuidad de los Alimentos No Procesados del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, en todos los expendios garantice la inocuidad química de la carne bovina como en carnicerías de mercados, supermercados y particulares en todo el país, a través de monitoreos, para protección de la salud de la población guatemalteca.
- Es preciso que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-, fomente en los responsables involucrados de todo el proceso de la producción, rastros y vendedores de carne bovina que se comprometan a implementar un sistema de trazabilidad que pueda garantizar que el producto es inocuo para el consumo humano.
- Es trascendental que el Congreso de la República de Guatemala le dé seguimiento a la Iniciativa de Ley de Rastros, hasta llegar a su aprobación,

cuanto antes se apruebe la ley, más rápido se ampliarán las bases legales para el control y monitoreo de clenbuterol en los rastros municipales.

IX. RESUMEN

Para identificar la presencia de clenbuterol se analizaron muestras de carne bovina comprada en 15 carnicerías en dos mercados municipales del municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, los objetivos específicos del estudio fueron establecer la presencia, el nivel y la frecuencia de clenbuterol en las muestras estudiadas.

La Investigación tuvo lugar en los mercados municipales Concepción y Central, ubicados en la zona 4 del municipio de Villa Nueva, departamento de Guatemala, durante la cual se revisó el Acuerdo Ministerial No. 821-2007 del MAGA, en el que “Se prohíbe el registro, uso y comercialización de CLEMBUTEROL, en todas sus formulaciones, en el ramo pecuario”, sin embargo, con el presente estudio, se demuestra que no se le da cumplimiento al mismo.

La obtención de datos fue aplicando el método ELISA en el análisis de 30 muestras, adquiridas 15 en cada uno de los dos mercados objeto de estudio, el procedimiento se repitió 15 días después. Los criterios que justificaron el estudio, fueron el uso en el engorde de ganado bovino con clenbuterol, así como la ausencia de control y monitoreo por parte del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA-. Teóricamente el estudio fue fundamentado con los aspectos conceptuales, Clenbuterol, Uso veterinario, Mecanismo de acción, Farmacocinética y Regulaciones nacionales.

La metodología empleada fue descriptiva, el tipo de estudio experimental, analizando una muestra de 30 carnicerías, en dos muestreos, siendo en total 60 muestras trabajadas; la técnica empleada fue la experimental; y el instrumento un test estandarizado. Se aplicó la estadística descriptiva en el análisis de los datos, siendo los resultados más relevantes con relación a la existencia de ppb de clenbuterol en carne bovina unificados los dos muestreos teniendo en el mercado

Concepción 63.33% de positivos y en el mercado Central 56.67% negativos, siendo en el más alto porcentaje de positivos en el mercado Concepción y de negativos en el mercado Central.

Los resultados más relevantes con relación a la existencia de ppb de clenbuterol en carne bovina unificados los datos de los dos mercados 0.1 ppb 40% en el primer muestreo y en el segundo 20%.

Unificadas las positivas de los dos muestreos en el mercado Concepción 0.1 ppb 68.42% y en el mercado Central 0.2 ppb 61.54%.

La conclusión más significativa se refiere que en el primer análisis se determinó que el 66.66% de muestras en el mercado Concepción dio positivo al clenbuterol, y en el segundo análisis el 60%, mientras que en mercado Central en el primer muestreo el 60% dio positivo, y en el segundo muestreo el 73.34% dio negativo, ambos en el municipio de Villa Nueva del departamento de Guatemala, comercializan carne bovina con clenbuterol, de acuerdo al análisis realizado aplicando el método ELISA.

SUMMARY

To identify the presence of clenbuterol, samples of beef purchased in 15 butcher shops in two municipal markets of the municipality of Villa Nueva in the department of Guatemala were analyzed. The specific objectives of the study were to establish the presence, level and frequency of clenbuterol in the samples analyzed.

The investigation took place in the Concepción and Central municipal markets, located in zone 4 of the municipality of Villa Nueva, department of Guatemala, during which the Ministerial Agreement No. 821-2007 of the MAGA was reviewed, where you " registration, use and commercialization of CLEMBUTEROL, in all its formulations, in the livestock industry", however, with this study, it is shown that it is not complied with.

The data was obtained by applying the ELISA method in the analysis of 30 samples, 15 acquired in each of the two markets, the procedure was repeated 15 days later. The criteria that justified the study were the use of clenbuterol in the fattening of cattle, as well as the absence of control and monitoring by the Ministry of Agriculture, Livestock and Food -MAGA-. Theoretically, the study was based on the conceptual aspects, Clenbuterol, Veterinary use, Mechanism of action, Pharmacokinetics and national regulations.

The methodology used was descriptive, the type of experimental studies, analyzing a sample of 30 butcher shops, in two samplings, with a total of 60 samples worked; the technique used was the experimental one; and the instrument a standardized test. Descriptive statistics were applied in the data analysis, being the most relevant results in relation to the existence of ppb of clenbuterol in bovine meat unified the two samplings having in the Concepción market 63.33% of positives and

in the Central market 56.67% negative, with the highest percentage of positives in the Concepción market and negatives in the Central market.

The most relevant results in relation to the existence of ppb of clenbuterol in beef unified the data from the two markets 0.1 ppb 40% in the first sampling and 20% in the second.

Unified the positives of the two samples in the Concepción market 0.1 ppb 68.42% and in the Central market 0.2 ppb 61.54%.

The most significant conclusion refers to the fact that in the first analysis it was determined that 66.66% of samples in the Concepción market tested positive for clenbuterol, and in the second analysis 60%, while in the Central market in the first sampling 60% gave positive, and in the second sampling 73.34% were negative, both in the municipality of Villa Nueva in the department of Guatemala, commercialize beef with clenbuterol, according to the analysis carried out by applying the ELISA method.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avilés-Martínez, J. A., Velázquez-Ordóñez, V., Valladares-Carranza, B., Zaragoza-Bastida, A., Felipe-Pérez, Y. E., Ortega-Santana, C., Gutiérrez-Castillo, A. del C. (2019). Determinación de clorhidrato de clenbuterol en orina de bovinos en tres rastros municipales del estado de México. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(38), 1-9. <https://doi.org/10.19052/mv.vol1.iss038.10>
- Caicedo Rivas, R. E., Paz Calderon, M. y Badillo, S.V., (2011). CLEMBUTEROL (β_2 -AGONISTA ADRENÉRGICO), ENMASCARA LAS PATOLOGÍAS HEPÁTICAS EN BOVINOS. *AICA*, 1, 327-331. Recuperado de http://www.uco.es/conbiand/aica/templatemo_110_lin_photo/articulos/2011/Caicedofia2011_1_327_331.pdf
- Chávez Maldonado, A. L. (2017). Detección de niveles de clenbuterol en carne bovina comercializada en mercados municipales de Suchitepéquez (1-86). Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/MO7892/1/TESIS%20.pdf>
- Espinoza Molina, W. F. (2015). DETERMINACIÓN DE CLEMBUTEROL EN MÚSCULO E HÍGADO BOVINO EN LA PROVINCIA DE MANABÍ Y SU EVALUACIÓN RESPECTO A LOS LIMITES MÁXIMOS PERMITIDOS (1-76). Recuperado de <http://201.159.222.99/bitstream/rata/datos/7945/1/13683.pdf>
- Kearns, C. F., & McKeever, K. H. (2009). Clenbuterol and the horse revisited. *The Veterinary Journal*, 182(3), 384-391. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tvj.2008.08.021>
- Ku Vera, J. (2011). Clenbuterol: su uso en medicina veterinaria y producción animal. *Bioagrociencia*, 4, 49-53. Recuperado de <http://www.ccba.uady.mx/bioagro/4N1/Articulo10.pdf>



Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación -MAGA- ACUERDO MINISTERIAL No. 821-2007. Diario Oficial de Centro América, Guatemala, 7 de enero de 2008.

Sumano, H., Ocampo, C. y Gutiérrez, L., (2002). Clenbuterol y otros β -agonistas, ¿una opción para la producción pecuaria o un riesgo para la salud pública?, *Veterinaria Mexico*, 33, 137-159. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/423/42333206.pdf>

Valladares Carranza, B., Bañuelos Valenzuela, R., Peña Betancourt, S. D., Velázquez Ordoñez, V., Echevarría Cháirez, F. G., Muro Reyes, A. y Ortega Santana, C. (2015). Riesgos a la salud por el uso de clorhidrato de clenbuterol: una revisión. *Revista Médica Veterinaria*, 30, 139-149. Recuperado de file:///C:/Users/Luis%20Carlos/Downloads/DialnetRiesgosALaSaludPorEIUsoDeClorhidratoDeClenbuterol-5190491.pdf



XI. ANEXOS

CUADRO No. 1 CONTROL DE MUESTRAS

| No. de muestra | Nombre del mercado | Fecha de toma de muestra | No. de pocito | Resultado |
|----------------|--------------------|--------------------------|---------------|-----------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |

FIGURA No. 1 TRANSPORTE DE MUESTRAS



FIGURA No. 2 IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS



FIGURA No. 3 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA



FIGURA No. 4 PESAJE DE MUESTRAS

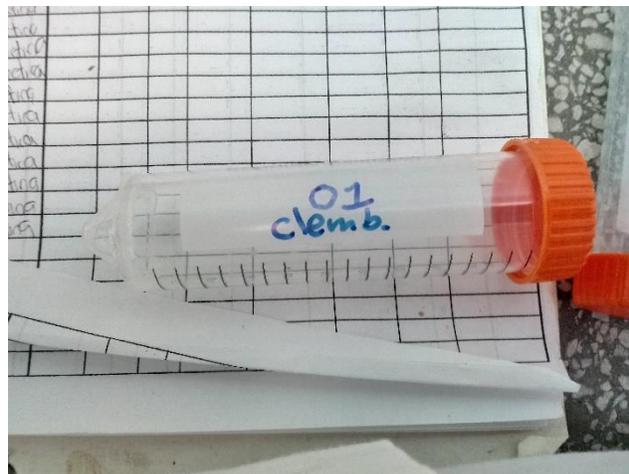
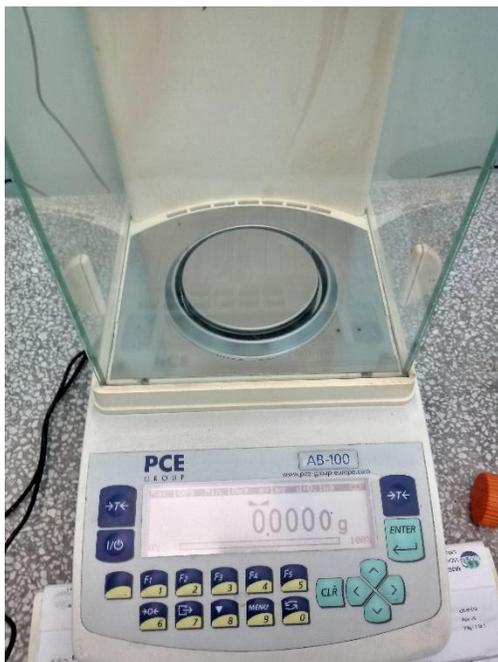


FIGURA No. 5 EXTRACCIÓN DE MUESTRA



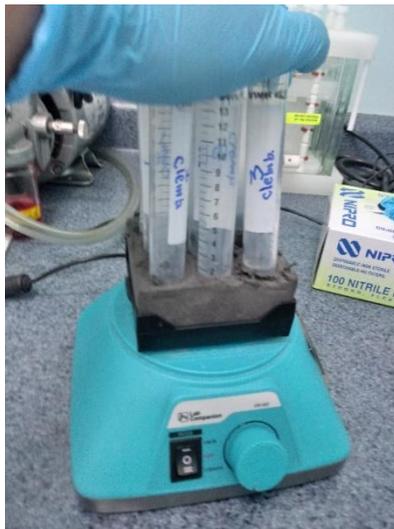
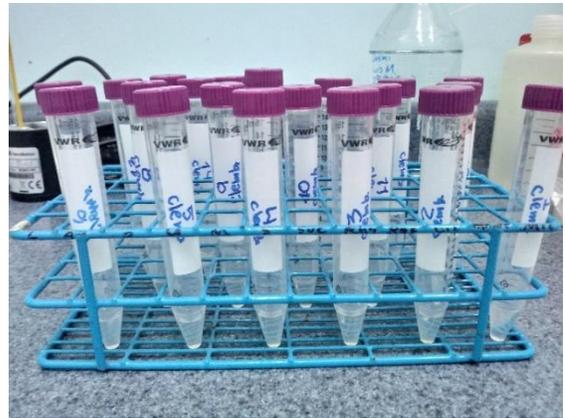
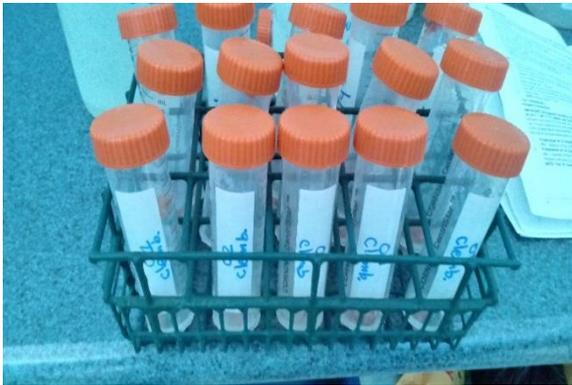
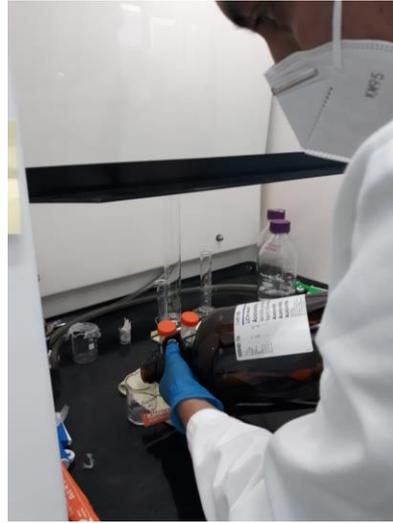
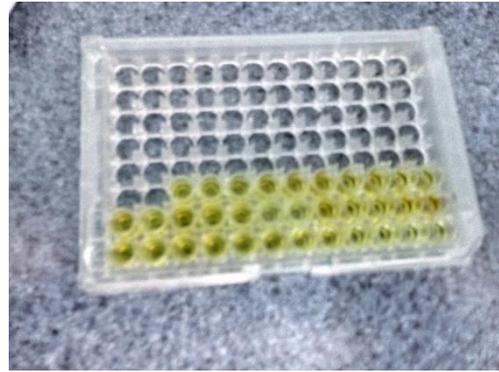
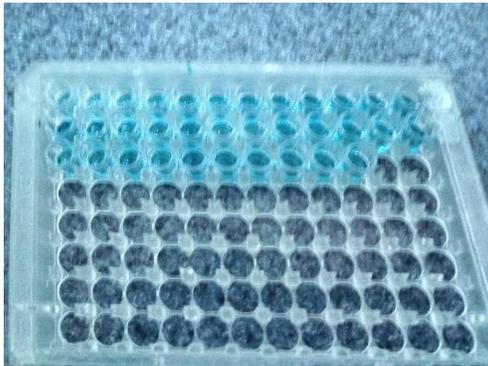
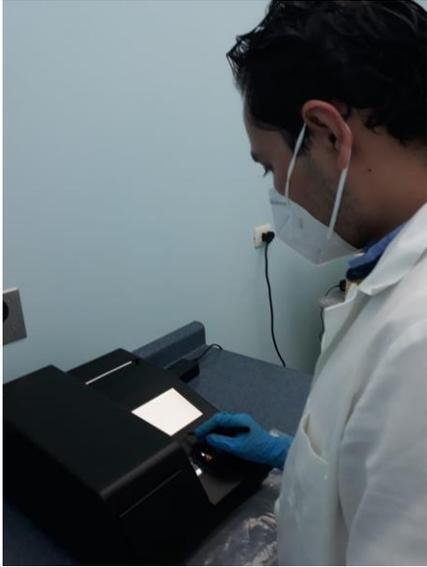


FIGURA No. 6 MÉTODO ELISA

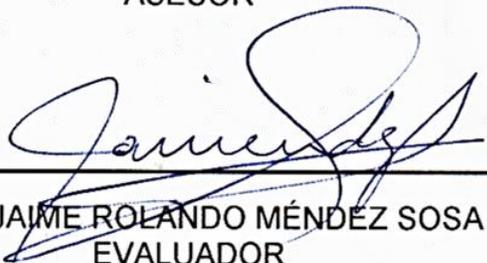


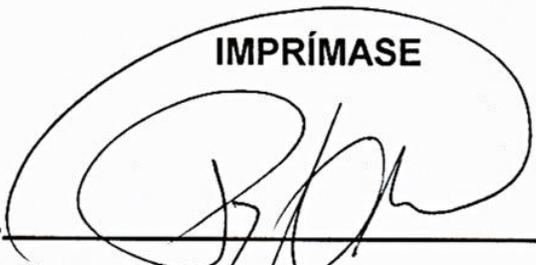
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**IDENTIFICACIÓN DE CLEMBUTEROL EN CARNE BOVINA
COMERCIALIZADA EN DOS MERCADOS MUNICIPALES DEL
MUNICIPIO DE VILLA NUEVA, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA,
EN EL PERIODO DEL MES DE JUNIO DE 2020**

f. 
BR. LUIS CARLOS MALDONADO HERNANDEZ

f. 
M. V. WILSON VALDEZ MELGAR
ASESOR

f. 
M. Sc. JAIME ROLANDO MÉNDEZ SOSA
EVALUADOR

IMPRÍMASE
f. 
M.A. Rodolfo Chang Shum
DECANO

