



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

F.A.C.A

DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo de graduación

**RESIDUOS DE IVERMECTINA EN CARNE BOVINA
EN INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN-MATADERO DE
NANDAIME SEPTIEMBRE 2012- SEPTIEMBRE 2013**

AUTORES

Fabián Rafael Pérez Chávez

Antonio Miguel Torres García

Asesores

Dr. MV. Deleana Del Carmen Vanegas MSc.

Ing. Carlos Ruiz Fonseca MSc.

Managua, Nicaragua-Diciembre 2013



"Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

U.N.A

FACULTAD DE CIENCIA ANIMAL

F.A.C.A

DEPARTAMENTO DE MEDICINA VETERINARIA

Trabajo de graduación

**RESIDUOS DE IVERMECTINA EN CARNE BOVINA
EN INDUSTRIAL COMERCIAL SAN MARTIN-MATADERO DE
NANDAIME SEPTIEMBRE 2012- SEPTIEMBRE 2013**

AUTORES

Fabián Rafael Pérez Chávez

Antonio Miguel Torres García

Asesores

Dr. MV. Deleana Del Carmen Vanegas MSc.

Ing. Carlos Ruiz Fonseca MSc.

Managua, Nicaragua-Diciembre 2013

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la Facultad de Ciencia Animal (FACA), de la Universidad Nacional Agraria (UNA), como requisito parcial para optar al Título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

En Grado de Licenciatura

Miembros del tribunal examinador:

Dra. Varinia Paredes MSc.
Presidente

Dra. Karla Ríos Reyes
Secretario

Lic. Damaris Mendieta
Vocal

Asesores: _____

Dra. Deleana Vanegas MSc.

Ing. Carlos Ruíz Fonseca MSc.

Sustentantes: _____

Fabián Rafael Pérez Chávez

Antonio Miguel Tórres García

INDICE

PAGINAS

| | |
|---|------|
| DEDICATORIAS | i |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| INDICE DE CUADROS | iv |
| INDICE DE GRAFICOS | v |
| INDICE DE FOTOGRAFIA | vi |
| INDICE DE ANEXO | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| I. INTRODUCCION | |
| II. OBJETIVOS | 3 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 4 |
| 3.1. Ubicación del área de estudio | 4 |
| 3.2. Diseño metodológico | 4 |
| 3.2.1 Fase de campo | 5 |
| 3.2.1.1 Muestreo de animales en corrales | 5 |
| 3.2.1.2 Toma de muestra | 5 |
| 3.2.1.3 Envío de muestra | 6 |
| 3.2.1.4 Deshuese de las canales pendientes de resultados de laboratorio | 6 |
| 3.2.1.5 Acción del médico veterinario del establecimiento | 6 |
| 3.2.1.6 Retención del producto | 6 |
| 3.2.1.7 Acciones correctivas con resultados de análisis de ivermectina que sobrepasaron los LMR (10 ppb) | 7 |
| 3.2.2 Fase de laboratorio del MAGFOR | 7 |
| 3.2.2.1 Preparación de la muestras de ivermectina | 7 |
| 3.2.2.2 Preparación de los materiales y reactivos para el análisis de ivermectina | 7 |
| 3.2.2.3 Conservación de la alúmina – neutra tipo WN-3 activada | 7 |
| 3.2.2.4 Preparación de la alúmina al 12 % | 8 |
| 3.2.2.5 Preparación de la columna de alúmina | 8 |
| 3.2.2.6 Preparación de tubo de ensayo | 8 |
| 3.2.2.7 Procedimiento de análisis de la muestra | 8 |
| 3.2.2.7.1 Primera extracción | 8 |
| 3.2.2.7.2 Segunda extracción | 8 |
| 3.2.2.8 Evaporación de la mezcla acetoniitrilo + soluto ivermectina en el N–Evap | 9 |
| 3.2.2.9 Procedimiento para la derivatización del soluto | 9 |
| 3.2.2.10 Inyección del soluto en el HPLC | 9 |
| 3.3 Variables evaluadas | 10 |
| 3.3.1 Prevalencia de la molécula de ivermectina en muestras analizadas mayores al límite máximo admitido | 10 |

| | |
|--|----|
| 3.3.2 Prevalencia de la molécula de ivermectina en muestras analizadas menores al límite máximo admitido | 10 |
| 3.3.3 Identificación de las diferentes procedencias de los lotes muestreados | 10 |
| 3.3.4 Pérdidas económicas ocasionadas por la presencia de residuos de ivermectina mayores a 10 ppb | 10 |
| 3.3.5 Recolección de datos | 11 |
| 3.3.6 Análisis de los datos | 11 |
| IV. RESULTADO Y DISCUSION | 12 |
| 4.1 Determinación de la presencia de residuo de ivermectina en carne bovina para exportación | 12 |
| 4.2 Procedencia de los lotes muestreados para análisis de residuos de Ivermectina por departamento | 13 |
| 4.2.1 Departamentos que presentaron los LMR permitidos mayores a 10 ppb | 13 |
| 4.2.2 Departamentos que presentaron residuos menores a 10 ppb | 14 |
| 4.3 Procedencia de los lotes muestreados para análisis de residuos de ivermectina por municipio | 16 |
| 4.3.1 Municipios que presentaron los LMR admisibles mayores a 10 ppb | 16 |
| 4.3.2 Municipios que presentaron residuos menores a 10 ppb | 17 |
| 4.4 Pérdidas económicas provocadas por residuos de ivermectina mayores a los límites permitidos en carne de exportación en Establecimiento # 4 | 18 |
| 4.4.1 Pérdidas monetarias por condena de producto cárnico por departamento | 19 |
| 4.4.2 Perdidas monetarias de Industrial Comercial San Martin por procesamiento de producto decomisado y condenado | 20 |
| 4.5 Pérdidas totales por condena de producto cárnico en establecimiento #4 | 20 |
| V. CONCLUSION | 22 |
| VI. RECOMENDACIONES | 23 |
| VII.LITERATURA CITADAS | 24 |
| VIII.ANEXOS | 27 |

DEDICATORIA

El presente trabajo de culminación de estudio se lo dedico primeramente a Dios nuestro señor, el que me dio fuerza y entendimiento para lograr completar mis metas y propósitos. Por la paciencia y sabiduría que me dio para soportar los momentos tristes y difíciles de mi vida.

A mi madre **Rafaela Chávez Huete**, por brindarme su apoyo desde el primer día que abrí mis ojos, me brindó la oportunidad de optar por una carrera, se esforzó día a día para que lograra culminar estos estudios. Es así que gracias a mi madre por todos sus sacrificios **TE AMO MI HERMOSA MADRE**.

A mi padre **Carlos Pérez Q** por darme la oportunidad de aprender de él todo lo que no se debe de hacer en la vida, me enseñaste a no equivocarme y ver siempre hacia delante sin importar donde me lleve el camino.

A mis docentes que estuvieron día con día a mi lado principalmente Dr. Deleana Vanegas.

A mí querida esposa Delia Ortiz Ayala que estuvo muy cerca de mí, apoyando mis ideas y señalándome mis errores.

A doña Luvi Navarro, María Dolores Espinoza, Dr. Norman Castellón y el equipo de inspección de carne del establecimiento # 4, por brindarme su apoyo incondicional cuando yo mas lo necesite es así que hoy les dedico a todos este trabajo pidiéndole a Dios que los bendiga y los proteja siempre y por toda la eternidad.

Fabián Rafael Pérez Chávez

DEDICATORIA

Si algo debe quedar bien claro en tu mente es que no hay imposibles. Puedes ser lo que quieras, grande o pequeño como quieras. Todo empieza en la imaginación, imagina que eres el mejor y lo serás, imagina que puedes y podrás. Pero tienes que acompañar tu pensamiento con la acción, de lo contrario no pasarás de ser un soñador.

A Dios por regalarme vida, fortaleza, perseverancia, sabiduría e entendimiento en cada una de las fases de mis estudios y en los pasos que doy a cada momento a lo largo de mi vida.

A mis padres **Antonio Torres** y **Teresa de Jesus García** que gracias a ellos y a su esfuerzo estoy en donde estoy les agradezco cada uno de los momentos que se acercaron a inspirarme y llenarme de motivación.

A mis hermanos **Azalea D Torres García** y **Olman Y Torres García**, por hacerme críticas constructivas y darme ánimos en aquellos momentos difíciles.

Al **Doctor Norman Castellón M.** por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta investigación através de su equipo de inspectores veterinarios, por brindarme su apoyo y regalarme consejos en cada una de las etapas del proceso investigativo.

Acada uno de los miembros del equipo de inspectores veterinarios del SIC del Establecimiento 4 por brindarme su apoyo incondicional, por llenarme de ánimos de seguir adelante cada mañana, por brindarme su amistad y compañerismo.

"Siempre se debe recordar que un sueño muere solo cuando se hace realidad"

Antonio Miguel Torres García

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos a Dios sobre toda las cosas, por darnos vida a cada momento, por brindarnos la oportunidad de ver el sol todas las mañanas, por la bendición que derramó cada momento y a cada instante en nuestras vidas por el somos y para el seremos.

A nuestros padres por darnos su apoyo incondicional cada momento y por nunca haber dejado de creer en nosotros por siempre estar ahí en los momentos malos y los buenos.

A todos los docentes por darnos su apoyo, amistad y conocimiento.

A nuestras novias por darnos su amor y apoyo.

A nuestros amigos que estuvieron en los momentos malos y buenos.

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro | páginas |
|--|----------------|
| 1. Cantidad de lotes muestreados y reses por lotes | 12 |
| 2. Pérdidas económicas por departamento | 19 |
| 3. Pérdidas totales ocasionadas por condena de lotes con residuos mayores a 10 ppb de análisis de ivermectina por HPLC | 20 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| Gráfico | páginas |
|--|----------------|
| 1. Porcentaje de lotes por departamentos con resultados mayores a 10 ppb. | 14 |
| 2. Porcentaje de lotes por departamentos con presencia de residuos menores a 10 ppb. | 15 |
| 3. Municipios con residuos mayores a 10 ppb. | 16 |
| 4. Distribución por municipio de lotes muestreados con residuos menores a 10 ppb en establecimiento #4. | 17 |
| 5. Pérdidas monetarias por procesar reses condenadas por parte de I.C.S.M. | 20 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍA

| Fotografía | páginas |
|--|----------------|
| 1. Localización Industria Comercial San Martin. | 4 |
| 2. Toma de muestra en sala de sacrificio. | 5 |
| 3. Homogenizado de muestra para análisis HPLC. | 7 |
| 4. Columnas de alúmina preparada. | 8 |
| 5. N – Evap. | 9 |
| 6. Equipo HPLC, empleado para análisis de ivermectina. | 9 |

ÍNDICE DE ANEXO

| Anexo | Páginas |
|--|----------------|
| 1. Formato de remisión de muestras al laboratorio. | 28 |
| 2. Formato de retenido pendiente examen de laboratorio. | 28 |
| 3. Formato de control de retenido pendiente de examen de laboratorio. | 29 |
| 4. Formato de retenido pendiente examen de laboratorio para ivermectina. | 30 |
| 5. Formato de selección de lotes y reses para muestreo de clorinados y pruebas especiales. | 31 |
| 6. Formato de control operacional de sacrificio. | 32 |
| 7. Toma de muestra para análisis de ivermectina. | 33 |
| 8. Reactivos y columnas de albuminas en la primera extracción. | 34 |
| 9. Condena de productos cárnicos en crematorio del establecimiento # 4. | 35 |

RESUMEN

Con el objeto de evaluar el nivel de Ivermectina en ppb, en la carne de animales sacrificados en el matadero San Martín S.A. Septiembre 2012 – Septiembre 2013, ubicado en Granada-Nandaime, con animales procedentes de los diferentes departamentos y regiones del país, se llevó a cabo el presente trabajo, donde se determinaron los niveles residuales de ivermectina en productos cárnicos bovinos para exportación, identificando la procedencia por departamento y municipio, así como las pérdidas ocasionadas por el mal uso de ivermectina (IVM), se tomaron las muestras de los lotes que se sacrificaron en el establecimiento #4, éstas se extrajeron del cogote (Músculos de la tabla del cuello) con un peso de 300g, a las cuales se les extrajo el exceso de fascia, grasa y se cortó en trozos de 1cm² para ser molidas en el laboratorio y analizadas por el método de HPLC (high-performance liquid chromatography). Los datos que se obtuvieron fueron analizados utilizando el programa estadístico SAS, con el cual se encontró diferencia significativa para los factores fecha, departamento, municipio y lotes. A través del análisis de rango múltiple de Duncan se logró agrupar los departamentos y municipios con comportamiento similares. Considerando, que el valor permisible aceptado en contenido de IVM en carne es menor de 10 ppb, se encontró que según la población evaluada de 571 muestras de animales al sacrificio por lote, el 3.15% fue superior en las cuales prevalecieron los departamentos de Matagalpa con 28%, RAAN con 22%, y RAAS con 17%. Valores entre 0.1 – 9.9 ppb fue de 28.37%, Prevaleciendo los departamentos de RAAS con 26%, RAAN con 17%, Matagalpa con un 13% y Rivas con 12%. Las pérdidas económicas que se generó por la condena de las reses que superaron los LMR (Limite Máximo de Residuo) permitidos fueron de \$ 333,228.5 por procesamiento de las 480 reses condenadas. Concluyéndose que en el país existen tres departamentos en los cuales predominan altos niveles de residuos de ivermectina en carne, considerándose causales del uso indebido de la IVM, la falta de asistencia técnica veterinaria y el no respeto del tiempo de retiro de dicho desparasitante. Provocando esto grandes pérdidas económicas para el productor, empresa y Producto interno bruto (PIB).

Palabras claves: IVM, Cogote, HPLC, SAS, ppb, RAAN, RAAS, LMR, PIB

ABSTRACT

In order to assess the level of Ivermectin in ppb, in meat from animals slaughtered in the slaughterhouse San Martin SA September 2012 - September 2013, located in Granada-Nandaime, with animals from different departments and regions, was carried out this work, where residual levels of ivermectin were determined in beef products for export, identifying the source department and municipality, as well as losses caused by the misuse of ivermectin (IVM), samples of the lots were slaughtered on site # 4 was taken, they were removed from the neck (the muscles of the neck) with weighs 300g, to which was extracted excess fascia, fat and cut into pieces of 1cm² to be ground in the laboratory and analyzed by the HPLC method (high-performance liquid chromatography). The data obtained were analyzed using the SAS statistical program, with which significant difference was found for the factors date, department, municipality and lots. By analyzing multiple range Duncan managed to group the departments with similar behavior. Considering that the allowable value accepted content IVM meat is less than 10 ppb, it was found that depending on the population evaluated in 571 samples of animal slaughter batch, the 3.15% was superior in which prevailed the departments of Matagalpa 28%, with 22% RAAN and RAAS with 17%. Values between 0.1 - 9.9 ppb was 28.37%, Prevailing departments RAAS with 26%, 17% RAAN, Matagalpa with 13% and 12% Rivas. The economic losses caused by the condemnation of cattle that exceeded MRLs (Maximum Residue Limit) allowed were \$ 283,308.5 and \$ 49.920 for processing 480 cattle condemned. Concluding that there are three departments in which high levels of ivermectin residues in meat, considered causal abuse IVM predominate lack of veterinary advice and non-respect of the withdrawal of the dewormer in the country. These causing great economic losses for the Producer Company and gross domestic product (GDP).

keywords : IVM , Cogote , HPLC , SAS, ppb , RAAN , RAAS , LMR , GDP.

I. INTRODUCCION

La creciente demanda de productos de origen animal por parte de la población humana ha dado lugar a la intensificación de los sistemas de producción agropecuarios, en particular la producción de ganado bovino. Esta situación ha conducido a que los animales de las explotaciones pecuarias se vean expuestos al incremento de enfermedades de diversa índole, lo que trae consigo una mayor utilización de medicamentos veterinarios como los pesticidas y los antiparasitarios, cuyos principios activos pueden dejar residuos en los alimentos de origen pecuario (Márquez, 2008).

El uso de medicamentos veterinarios es esencial durante la crianza de animales productores de alimentos. En los últimos años el sector agroalimentario en todo el mundo se ha enfrentado a la diseminación de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en los que intervienen, entre otros agentes, residuos de medicamentos veterinarios; lo cual pone de manifiesto el manejo indebido de los fármacos durante las prácticas agropecuarias y el incumplimiento de los tiempos de retiro de los medicamentos (Márquez, 2008).

Los productores de carne utilizan la Ivermectina porque tiene gran eficacia contra parásitos internos y externos y por su acción sistémica de efecto prolongado. La presentación al 3.15 % tiene un período de retiro en carne de 122 días. La FAO en el 2001 y la OMS en el 2000 confirmaron el impacto de la Ivermectina sobre productos de origen animal y el medio ambiente (Aparicio *et al.*, 2011).

Los principales daños causados por la Ivermectina se producen si la carne o subproductos tratados llegan a ser consumidos por el ser humano, esto entonces constituye un problema de salud pública. La Ivermectina se encuentra dentro de los medicamentos no aprobados en vacas lecheras ya que se pueden encontrar persistencia de residuos en la leche por tiempo prolongado y aunque se encuentren por debajo de los límites máximos que afectan al hombre no se autoriza en hembras lactantes (Alcaino, 1987). De igual manera la ivermectina posee una afinidad preferencial por el tejido adiposo que actúa como depósito del fármaco (Aparicio *et al.*, 2011).

Según Sandoval, 2012, Nicaragua cuenta con un hato ganadero de 4.2 millones de cabezas. En el 2013 Nicaragua ordenó suspender por un año el uso de la Ivermectina con concentraciones mayores del 1%, un desparasitaste de ganado bovino usado en el país y que deja un alto nivel de toxicidad en la carne del animal. Cabe decir que las normas de sanidad de EE.UU. prohíben la compra de carne de ganado bovino desparasitado con Ivermectina. (Lacayo, 2012).

Según el Centro de Trámites de las Exportaciones (CETREX), el país norteamericano es el segundo mercado de las exportaciones nicaragüenses de carne bovina y en lo que va del año ha facturado US\$36 miles. EE.UU, cerró sus fronteras a la carne hondureña por tres meses al encontrar en un embarque de carne residuo de ivermectina y se convirtió en pánico cuando se supo que las autoridades sanitarias de la nación norteamericana habían detectado Ivermectina en un embarque de carne nicaragüense (Lacayo, 2012).

La razón es que, si el medicamento es detectado en algún embarque de carne, ese mercado se cierra a las exportaciones nicaragüenses del producto, pero si es detectado por Estados Unidos o la Unión Europea, “de inmediato se cierran todos los mercados, hasta el de Venezuela” (Lacayo, 2012).

A pesar de la antigüedad de las regulaciones internacionales existentes, sólo hasta hace poco en nuestro país, dada la actual situación económica y comercial, se está prestando atención a esta problemática sanitaria y se han comenzado a adoptar nuevas medidas para reconocer la residualidad de fármacos y de otras sustancias en los alimentos de origen animal producidos en el país, con lo cual se pretende lograr mayor competitividad de los productos pecuarios en los mercados internacionales.

La problemática que se ha venido dando actualmente en Nicaragua por el mal empleo de los medicamentos de uso veterinario especialmente la ivermectina, nos ha motivado realizar dicho estudio puesto que la piedra angular de esta problemática es la gran cantidad de residuos encontrados en las carnes que son exportadas de nuestro país, sabiendo que las exportaciones de carne según Olivares (2013), aportan 10 % en PIB de Nicaragua y por ende a la mejora de la economía del país.

Es necesario conocer más a fondo los efectos que pueden causar estos residuos, es así que nosotros pretendemos con este documento aportar nueva información acerca de dónde se está dando la mayor problemática del mal uso de este medicamento así como las pérdidas económicas que conlleva esta situación tanto para los productores como para las empresa y el país.

Con nuestro estudio pretendemos contribuir a la mejora en la producción de alimento de origen animal de alta calidad a través de la implementación de medidas preventivas y correctivas y de esta forma disminuir los riesgos y daños en la salud pública y en la exportación de carne de nuestro país.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar los niveles residuales de ivermectina en productos cárnicos bovinos para exportación en industrial comercial San Martin S.A, matadero de Nandaime

2.2 Objetivos específicos

- Determinar la presencia de residuos de ivermectina en carnes bovina para exportación
- Identificar la procedencia de los lotes diagnosticados con presencia de residuos de Ivermectina
- Calcular las pérdidas económicas ocasionadas por presencia de residuos de ivermectina en carne bovina decomisada en el establecimiento 4

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en industrial comercial San Martín, S.A-Matadero de Nandaime-Granada. Está ubicada en el Km 67.5 carretera panamericana sur Managua-Peñas blancas. El matadero colinda al norte con la empresa Unilever, al Sur el barrio Oscar Turcios, al este con el barrio la orilla y al Oeste con carretera panamericana sur y dispone de una capacidad de sacrificio de 1,160 reses por día.

La planta cuenta, con 3.50 manzanas, media manzana para área verde arborizada. Dispone de condiciones sanitarias adecuadas de calles y caminos adoquinados. La planta cuenta con 4,419.21 metros cuadrados de áreas de construcción para los procesos de producción y 1,348.59 m² de áreas de servicio (contabilidad, administración, bodegas de materiales, comedor, lavandería, otros).

Fuera del entorno periférico, la planta cuenta con 52.50 manzanas de terreno con potreros y pastizales, con dos lagunas de oxidación, la primera con capacidad de 17,189.12 m² y la segunda con una capacidad de 18,240.52 m².

3.2 Diseño metodológico

Para la determinación de la presencia de ivermectina en carne, se tomaron muestras de las reses seleccionadas de cada lote sacrificado en el periodo septiembre 2012 - 2013, utilizando la hoja de secuencia de sacrificio, se registraron los datos en formatos oficiales (anexo. 5 y 6) del servicio de inspección de carne (SIC), se tomaron las muestras utilizando materiales apropiados tales como: cuchillos, porta cuchillo, bolsa plásticos estériles, ganchos, panas blancas, mesa, tabla durazan.

Posteriormente se prepararon para su análisis en el laboratorio de residuos biológicos del MAGFOR, utilizando reactivos tales como: acetonitrilo, alúmina-neutra tipo wn-3, 1-metilimidazol, anhídrido trifluoroacetilo, metanol, agua HPLC y equipo HPLC con sus siglas en inglés (high-performance liquid chromatography), en español (cromatografía líquida de alta eficiencia).



El proceso de fase de campo y laboratorio se realizaron de la manera siguiente:

3.2.1 Fase de campo

3.2.1.1 Muestreo de animales en corrales

- De la cantidad total de lotes a sacrificar por día, se seleccionaron 5 lotes al azar, mediante la técnica sorteo sin reemplazo, utilizando fichas numéricas.
- Una vez con los lotes azarizados, se procedió mediante la misma técnica a la selección de la res a muestrear por lote, según métodos orientados por el Ministerio Agropecuario y forestal (MAGFOR, 2004).

3.2.1.2 Toma de muestra

- La toma de muestra la realizó diariamente por un Inspector auxiliar del SIC (Servicio de Inspección de Carnes) y un supervisor HACCP (Análisis de Peligros y Puntos críticos de Control) de la planta
- Se llenaron tarjetas (originales y copia) por res seleccionado, totalizando 571 reses muestreadas. Las cuales contenían el número de lote, la procedencia, el propietario, la categoría de los animales, la cantidad de animales del lote, la ficha (número de la res en la sala de sacrificio), el tipo de análisis solicitado, tejido enviado y el peso de la muestra. Para el reconocimiento de la res muestreada se verifica la ficha de la res seleccionada.
- En la sala de sacrificio, después de pasar por la báscula de canal caliente, se tomaron las muestras realizando cortes en el cuello (cogote), colocándolos en la mesa destinada para la limpieza de la muestra y la obtención de músculo magro, donde se eliminaron el exceso de grasa y fascia, obteniendo una muestra de 300 gramos cada una, totalizando una muestra de 1,500 gramos.
- Se dejó en el establecimiento una muestra testigo hasta que se recibieron los resultados del análisis.
- La muestra original y la testigo se empacaron en bolsas plásticas con su respectiva tarjeta de identificación (MAGFOR, 2004).



Fotografía 2. Toma de muestra en sala de sacrificio.

3.2.1.3 Envío de muestra

- En el laboratorio de la planta, se les extrajo el restante de grasa y fascia, realizando cortes en trozos de 1 cm para así obtener músculo magro, se molieron y empacaron en bolsas estériles con sus respectivas tarjetas y se depositaron en un termo con hielo para su preservación y envío.
- Se llenó una remisión con todos los datos de las tarjetas que representaban la muestra, esta fue firmada por el Médico Veterinario oficial y el inspector auxiliar que tomó la muestra.
- Las muestras fueron enviadas el mismo día del faenado al laboratorio de residuos biológicos del MAGFOR, teniendo los resultados 24 horas después de la remisión (MAGFOR, 2004).

3.2.1.4 Deshuese de las canales pendientes de resultados de laboratorio

- Las canales de los lotes muestreados fueron identificadas desde la sala de sacrificio con una tarjeta con leyenda RETENIDO PENDIENTE DERESULTADO DE LABORATORIO, con el número de lote respectivo (Estos lotes son separados en el chillers # 6).
- Después de 24 horas en el chillers y alcanzado la temperatura óptima para deshuese (No mayor de 43°F), cada lote fue deshuesado de forma individual, evitando mezclar el producto (carne) de los lotes. De la misma manera fueron empacados y etiquetados (MAGFOR, 2004)

3.2.1.5 Acción del médico veterinario del establecimiento

- Se actuó conforme a lo estipulado en el capítulo XVII del Reglamento de Inspección Sanitaria de la carne para establecimientos autorizados de la República de Nicaragua.
- Artículo 193. 12, 15. El cual cita que si los resultados de los análisis no se reciben antes del deshuese: las carnes de los lotes objetos de análisis serán empacadas, se les coloca tarjeta caja por caja con la leyenda RETENIDO PENDIENTE DE RESULTADO DE LABORATORIO (MAGFOR, 2004).

3.2.1.6 Retención del producto

- Todas las cajas de los lotes muestreados fueron retenidos en el Freezer #5 del MAGFOR, cada uno de los lotes fue puesto en polines por separado, a los cuales se les colocó una ficha con sus datos específicos.
- Al recibir los resultados negativos se procedió conforme lo establecido en el artículo 193.12.15. Inciso a. Se les retiraron las tarjetas de retenido, pendiente y las cajas fueron enviadas junto con las demás destinadas para exportación (MAGFOR, 2004).

3.2.1.7 Acciones correctivas con resultados de análisis de ivermectina que sobrepasaron los LMR (10 ppb)

- El Médico Veterinario del Establecimiento actuó conforme lo establecido en el Acuerdo Ministerial 004 2013. Acuerdo sexto, el cual cita que: Los lotes y sus productos de las canales analizadas y con residuos no permisibles de las moléculas mencionadas en el presente Acuerdo Ministerial, serán condenados y destruidos en el cumplimiento de lo establecido en la (Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense) NTON 03 087-09, referida a “Límites Máximos de Residuos de Medicamentos Veterinarios”, en el Reglamento de Inspección Sanitaria de la Carne, artículo 134 y en la Ley Básica de Salud Animal y Sanidad Vegetal y su Reglamento (MAGFOR, 2004).

3.2.2 Fase de laboratorio del MAGFOR

Según el (United States Department of Agriculture) USDA, (Food Safety and Inspection Service) FSIS, (2011). El método analítico fisicoquímico para la determinación de ivermectina utilizado para el estudio fue el HPLC (high-performance liquid chromatography), en español (cromatografía líquida de alta resolución) el cual se realizó de la siguiente manera:

3.2.2.1 Preparación de la muestras de ivermectina

- De las muestras recepcionadas en el laboratorio de residuos biológicos del MAGFOR, se extrajeron 200 g. y de estos gramos se extraen 2.5 g para su análisis.
- Todas las muestras se almacenaron en refrigeración a temperatura de 28°F.



Fotografía 3. Homogenizado de muestra para análisis HPLC

3.2.2.2 Preparación de los materiales y reactivos para el análisis de ivermectina

- Se pesó $2.5g \pm 0.2g$ de la muestra en un tubo de ensayo de propileno de 50ml, el tubo con una tapa con rosca se cierra luego de que se depositó la muestra a analizar
- Cada tubo se rotuló con la información de cada tarjeta, la cual contenía cada bolsa con los 200g, y se colocaron en una gradilla.

3.2.2.3 Conservación de la alúmina – neutra tipo WN-3 activada

- La alúmina se colocó en un horno a 135 °C durante 24 horas antes de usarla ya que es una sustancia altamente hidróscopica cubriéndola con papel aluminio para aislarla.

3.2.2.4 Preparación de la alúmina al 12 %

- Para preparar 48 muestras se pesó 132gr de Alúmina-Neutro tipo W N-3 activada. En un beaker de vidrio con tapa de 250 ml se le adicionó 18gr de H₂O para HPLC, esta mezcla se mantuvo a temperatura ambiente hasta agregarla a la columna de alúmina ya preparada.

3.2.2.5 Preparación de la columna de alúmina

- Se toma un embudo de 2 cm de diámetro y 4 cm de largo, se le colocó un trozo de algodón para evitar que la alúmina que se adiciona traspase por el orificio de la columna.



Fotografía 4. Columnas de alúmina preparada

3.2.2.6 Preparación de tubo de ensayo

- Se utilizaron 48 tubos de vidrio 25 ml, que se limpiaron con 3ml de acetona colocándolo en el vortex durante 1 minuto. luego se procedió a desechar la acetona utilizada en recipiente de residuos y se dejaron secar por 3 minutos. Una vez concluido el proceso de secado los tubos se rotularon con la información correspondiente a la tarjeta de cada muestra y se deposita en gradillas, posteriormente se les coloca las columnas de alúmina desactivada al 12%

- **Procedimiento de análisis de la muestra**

Para el análisis de la muestra fue necesario efectuar dos extracciones las cuales se realizaron de la siguiente manera:

3.2.2.7.1 Primera Extracción

- Al tubo de propileno de 50ml que contenía los 2.5 gr de la muestra se le adicionó 150 μ l de abamectina y 8ml de acetonitrilo y se colocaron en el vórtex durante 30 segundos y se centrifugó durante 3 minutos a 1,500 rpm, homogenizando la muestra.
- Las muestras homogenizada se vertió a la columna de alúmina desactivada al 12%, recolectando en el tubo de vidrio de 25 ml la fase líquida separándola de la fase sólida como resultado del filtrado.

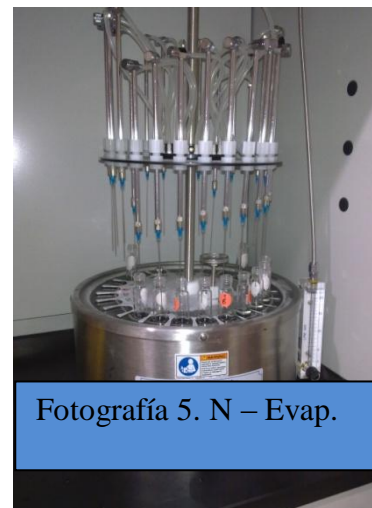
3.2.2.7.2 Segunda extracción

- Al sobrante de la muestra homogenizada que se encuentra en el tubo de 50ml se le adicionó 8ml de acetonitrilo colocándolo en el vortex durante 30 segundos y centrifugándose durante 3 minutos a 1,500 rpm.
- Se vertió la mezcla nuevamente en la columna de alúmina correspondiente a la primera extracción.

- Se esperó que pasara hasta la última gota del acetonitrilo vertido en la columna de alúmina hacia el tubo de vidrio de 25ml.
- Se desechó el residuo de la muestra y se procedió al lavado del tubo para su posterior uso
- Se desechó la alúmina que se encontraba en el filtro y se lavó la columna agregando 2ml de acetonitrilo sobre sus paredes, guardándose para su posterior uso.

3.2.2.8 Evaporación de la mezcla acetonitrilo soluto ivermectina en el N-Evap

- Los tubos de 25 ml con el resultante del filtrado se colocó en el N-evaporador, evaporando el acetonitrilo y recuperando en el fondo del tubo el analito (molécula de ivermectina), tardando este proceso 2 horas.



Fotografía 5. N – Evap.

3.2.2.9 Procedimiento para la derivatización del soluto

- La derivatización es el proceso mediante el cual se le brinda al analito la característica de fluorescencia.
- Se agregó al analito resultante 2ml de acetonitrilo filtrado, posteriormente 200µl de reactivo 1-methylimidazole/acetonitrilo, se llevó al vortex durante 10 segundos. luego se le agregó Anidrido trifluor acético (TFAA)/Acetonitrilo se agitó durante 10 segundos, luego se esperó que se derivatizara por unos 15 minutos.

3.2.2.10 Inyección del soluto en el HPLC

- Se introdujo en el equipo HPLC el soluto derivatizado en la cámara de inyección, la muestra fue inyectada y trasladada a través del impulso de la bomba cuaternaria hasta la columna, en donde está expuesta a luz ultravioleta con el objeto de obtener el efecto fluorescente del analito de ivermectina y pueda ser captado por el detector de fluorescencia del equipo a los 5 minutos se formó una curva en el monitor (pantalla), al seleccionar la curva muestra la cantidad de residuo de ivermectina que presenta la muestra analizada.



Fotografía 6. Equipo HPLC, empleado para análisis de ivermectina.

3.3 Variables evaluadas

3.3.1 Prevalencia de la molécula de ivermectina en muestras analizadas mayores al límite máximo admitido

Para la determinación de la prevalencia de la molécula de ivermectina en tejido muscular con rango mayor a 10ppb, fue necesario aplicar la siguiente ecuación:

$$P = \frac{CMR > a \ 10ppb}{TMA}$$

Donde,

P= prevalencia de la molécula de ivermectina en tejido.

CMR > a 10ppb = Cantidad de muestras con residuos mayor a 10ppb.

TMA= Total de muestras analizadas.

3.3.2 Prevalencia de la molécula de ivermectina en muestras analizadas menores al límite máximo admitido

Para el cálculo de las muestras menores al límite máximo de residuos para la molécula de ivermectina se utilizó la siguiente ecuación:

$$P = \frac{CMR < a \ 10ppb}{TMA}$$

Donde,

P= Prevalencia de la molécula de ivermectina en tejido.

CMR < a 10ppb = Cantidad de muestras con residuos menor a 10ppb.

TMA= Total de muestras analizadas.

3.3.3 Identificación de la procedencia de los lotes muestreados

La información de la procedencia de los lotes muestreados se recolectó de los formatos de códigos de sacrificio.

3.3.4 Pérdidas económicas ocasionadas por la presencia de residuos de ivermectina mayores a 10 ppb

Las pérdidas económicas al productor se calcularon de la siguiente manera:

$$P. C\$ = Pcc \times Costo \ Kg$$

Donde, las pérdidas en córdobas se definieron multiplicando los pesos de canal caliente de reses muestreadas por el costo del kilogramo de carne.

Las pérdidas económicas por parte de Industrial Comercial San Martín (I.C.S.M) se calcularon tomando en cuenta el gasto total por el procesamiento de una res, lo que equivale a \$104.00.

3.3.5 Recolección de datos

Los datos recolectados a lo largo de la fase de investigación (septiembre 2012 – 2013), fueron tomados de la secuencia de entrada a sacrificio de cada día y almacenados en formatos oficiales del servicio de inspección de carne y de la base de datos electrónica utilizando el programa de Microsoft Excel.

3.3.6 Análisis de los datos

Utilizando el programa SAS (Statistical Analysis System), se realizó un análisis de varianza tomando en cuenta un modelo general que incluyó todas las variables, para determinar su grado de significancia y recurrencia. Mediante el uso de la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, se agruparon las variables independientes de mejor comportamiento o significancia.

Según García *et al* (2007), el paquete SAS (Statistical Analysis System) es un sistema de programas para el análisis de datos. Comprende un conjunto de módulos capaces de entregar resultados de diferentes procesos como regresión, análisis de varianza, estadística básica, distribución de frecuencias, procedimientos multivariados y muchos más.

Utilizando el ANDEVA se comprobó que existe diferencia estadística significativa entre los grupo, influyendo de estas manera las variables independientes en la determinación de los departamento y municipios de los cuales provenían los lotes sacrificados con mayor presencia de residuos de la molécula de Ivermectina. Llegando a determinar que las variables son altamente significativas y el índice de recurrencia aceptable.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como residuo se entiende todos aquellos principios activos y/o sus productos de degradación presentes en los tejidos o vísceras de origen animal, los cuales han sido originados por tratamientos previos de los animales con sustancias químicas (medicamentos veterinarios, aditivos alimentarios). Para la detección de los residuos de ivermectina en carne de origen bovino se analizaron cada una de las muestras de lotes seleccionados por el método diagnóstico HPLC, en Industrial Comercial San Martín periodo septiembre 2012 - 2013, evaluando los siguientes resultados.

4.1 Determinación de la presencia de residuo de ivermectina en carne bovina para exportación.

Cuadro 1. Cantidad de lotes muestreados y reses por lotes.

| | Nº DE LOTES | % POR LOTES | TOTAL DE RESES POR LOTES |
|-------------------------------------|-------------|-------------|--------------------------|
| NO DETECTADOS | 391 | 68.47 | 7,038 |
| MENORES A 10 ppb | 162 | 28.37 | 3,424 |
| MAYORES A 10 ppb | 18 | 3.15 | 480 |
| TOTAL DE LOTES Y RESES MONITOREADAS | 571 | 99.99 | 10,942 |

En este cuadro se puede apreciar la cantidad de lotes y reses que fueron monitoreados en el establecimiento. Teniendo 571 lotes, de los cuales 391 no se le detectaron residuo de ivermectina los cuales están representados por 7,038 reses, 162 presentaron residuos de ivermectina no mayores a 10 ppb con 3,424 reses y 18 resultaron con residuos mayores a 10 ppb representados por 480 reses.

La presencia de dichos residuos según Pérez, *et al.*, (2006), se puede deber a las propiedades físico-químicas de la ivermectina que incluyen un alto peso molecular y una elevada lipofilia, las que le confieren características farmacocinéticas particulares, como un alto volumen de distribución, una gran afinidad por la grasa corporal y una prolongada persistencia de sus concentraciones en el organismo, coincidiendo con lo expuesto por Omura (2008).

4.2 Procedencia de los lotes muestreados para análisis de residuos de ivermectina por departamento

Los lotes muestreados procedían de diferentes departamentos del país. Del pacifico los departamentos de Chinandega, León, Managua, Granada, Masaya, Carazo, Rivas. Del centro están Jinotega, Nueva Guinea, Estelí, Matagalpa, Boaco, Chontales, Rio San Juan y las dos Regiones del Caribe RAAN Y RAAS.

Con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan se logró agrupar los departamentos que presentaron una mayor recurrencia, teniendo en primer lugar al departamento de la Región Autónoma del Atlántico Sur seguido de la Región Autónoma del Atlántico Norte, Matagalpa y Rivas.

Los departamentos que presentaron mayor recurrencia según Crawford, (1985), se puede deber a que la gran mayoría de los residuos observados en los tejidos comestibles de los animales, provienen de áreas en las que las actividades agropecuarias son más intensas y en las que se utilizan más producto de uso veterinario, en los cuales los riesgos son mayores y la presencia de residuos más elevadas.

4.2.1 Departamentos que presentaron los límites máximos de residuos (LMR) mayores a 10 ppb

Está científicamente probado que la presencia de residuos en los alimentos puede causar diferentes patologías en los consumidores cuando no se respetan los tiempos de espera recomendados en la etiqueta .Algunos productos son genotóxico, por si mismos o por sus metabolitos, otros carcinogénicos, teratogénicos, productores de discrasias sanguíneas, resistencia, hipersensibilidad, etc. (Heinzen, 2012).

Un aspecto poco considerado en los estudios es el nivel de daño que esta droga, puede causar en las estructuras del ADN. En lo que respecta a estudios tendientes a caracterizar la citotoxicidad de la IVM, sólo ha sido reportado, hasta el presente, datos provenientes de un estudio *in vitro* realizado en células CHO (en ingles chinese hámster ovary) (Rodríguez, 1987)

Se han realizado análisis mediante diversos ensayos *in vitro* de genotoxicidad (frecuencia de ICHs (intercambio de cromatidas hermanas) y ensayo cometa) y citotoxicidad (progresión de ciclo celular, índice mitótico, ensayos de MTT (ensayo clorimetrico basado en la reducción del bromuro de 3-(4,5-dimetiltiazol-2-ilo)-2,5-difeniltetrazol) y rojo neutro), para la capacidad deletérea tanto de la IVM como una de sus formulaciones comerciales. Los resultados han puesto en evidencia que ambos compuestos ejercen un efecto genotóxico y citotóxico en células CHO-K1 cuando las mismas son expuestas a concentraciones equimolares del principio activo de 1,0-250,0 µg/ml (Molinari *et al.*, 2008).

Es por esto que, según Osakidetza (2000), el objetivo principal de la vigilancia de residuos de medicamentos de uso veterinario en alimentos es evitar que lleguen al consumidor alimentos con residuos de sustancias que puedan tener consecuencias negativas para la salud.

Los datos expuestos en el gráfico permiten apreciar los lotes que superaron los LMR para ivermectina, teniendo los departamentos de Matagalpa con un 28 % de lotes mayores a 10 ppb, Región Autónoma del Atlántico Norte con 22%, Región Autónoma del Atlántico Sur con 17%, Chontales, Jinotega y Masaya con un 6% y los departamentos de Boaco, Granada y Rivas con un 5% del total.

Según Tapia (2004), la presencia de la molécula de Ivermectina a los LMR se producen por el uso de la sustancia fuera de las indicaciones del fabricante, el no respeto de los tiempos de retiro y el mal uso por parte de los productores por desconocimiento de los daños y perjuicios que traen con ella esta mala práctica.

La determinación de las concentraciones residuales de un fármaco en los tejidos comestibles provenientes de animales tratados, es de preocupación frecuente para la seguridad de los alimentos destinados al consumo humano (Núñez *et al*, 2007).

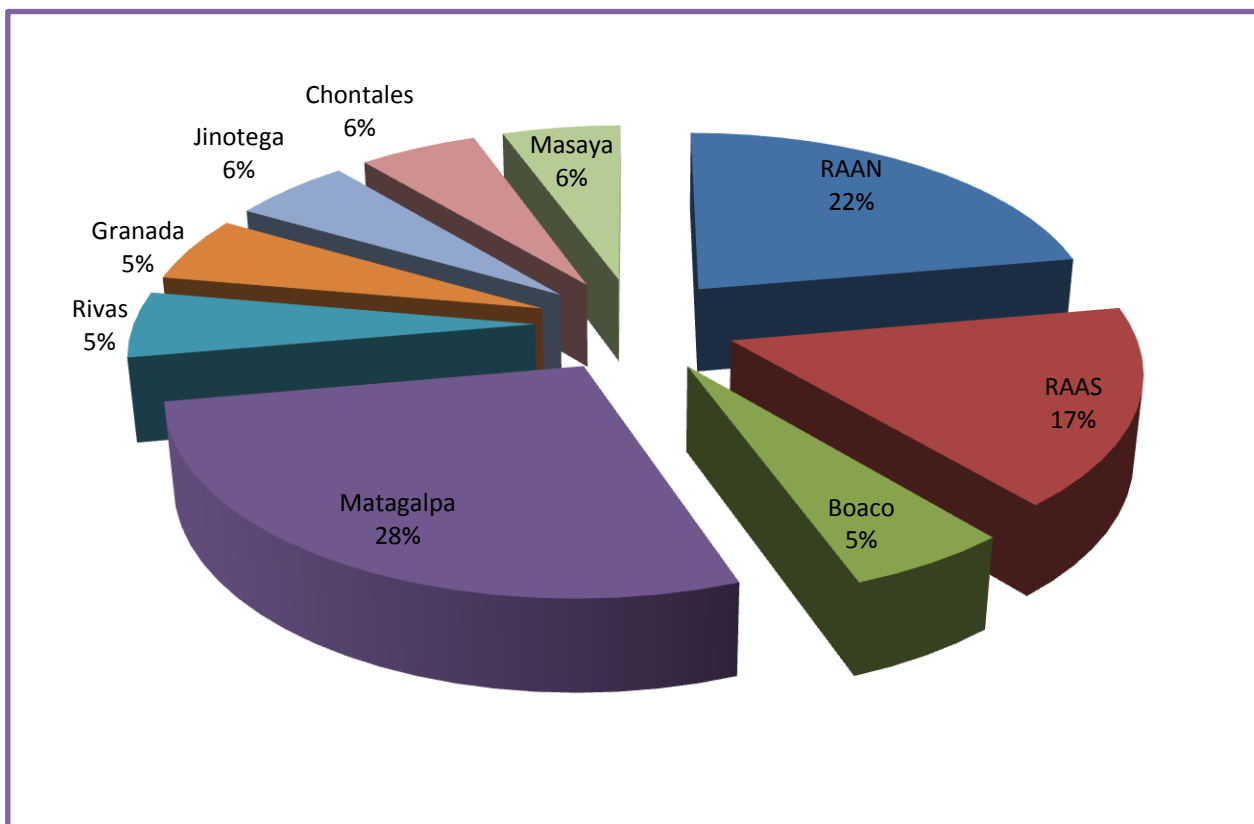


Gráfico 1. Porcentaje de lotes por departamentos con resultados mayores a 10 ppb.

4.2.2 Departamentos que presentaron residuos menores a 10 ppb

Los alimentos no deben contener residuos de sustancias químicas, es decir residuos de medicamentos de uso veterinario, ni contaminantes ambientales. Desde el punto de vista de la seguridad de los alimentos, no deben estar presentes en un límite superior al máximo permitido, dado que estas sustancias están comprobadas, presentan toxicidad a largo y a corto plazo (Heeschen, 1997).

En el grafico 2, se puede visualizar la distribución a nivel nacional de lotes muestreados, predominando la RAAS con 26% de lotes cuyos resultados son menores a 10 ppb, seguido de la RAAN con un 17 %, Matagalpa 13% y Rivas 12%.

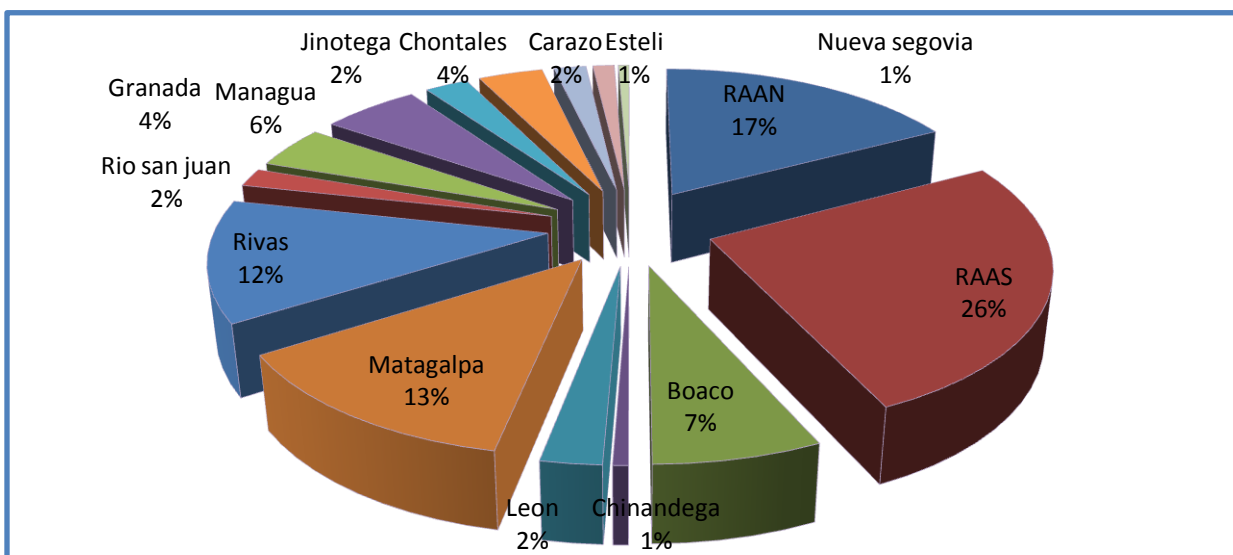


Grafico 2. Porcentaje de lotes por departamentos con presencia de residuos menores a 10 ppb.

Según Silvia (2006), las causas principales de presencia de residuos de medicamentos en alimentos de origen animal, son debidas a fallas en la observación de los períodos de retiro previos a la faena ó procesamiento. Ya que según Lifschitz *et al.*, 2007, la carne de animales tratados no debe destinarse al consumo humano durante periodos de 35-45 días. Se recomienda que cuando se usen los bolos de liberación prolongada en bovinos de carne se observe un tiempo de retiro de 180-184 días.

4.3 Procedencia de los lotes muestreados para análisis de residuos de ivermectina por municipio.

4.3.1 Municipios que presentaron los límites máximos de residuos (LMR) mayores a 10 ppb.

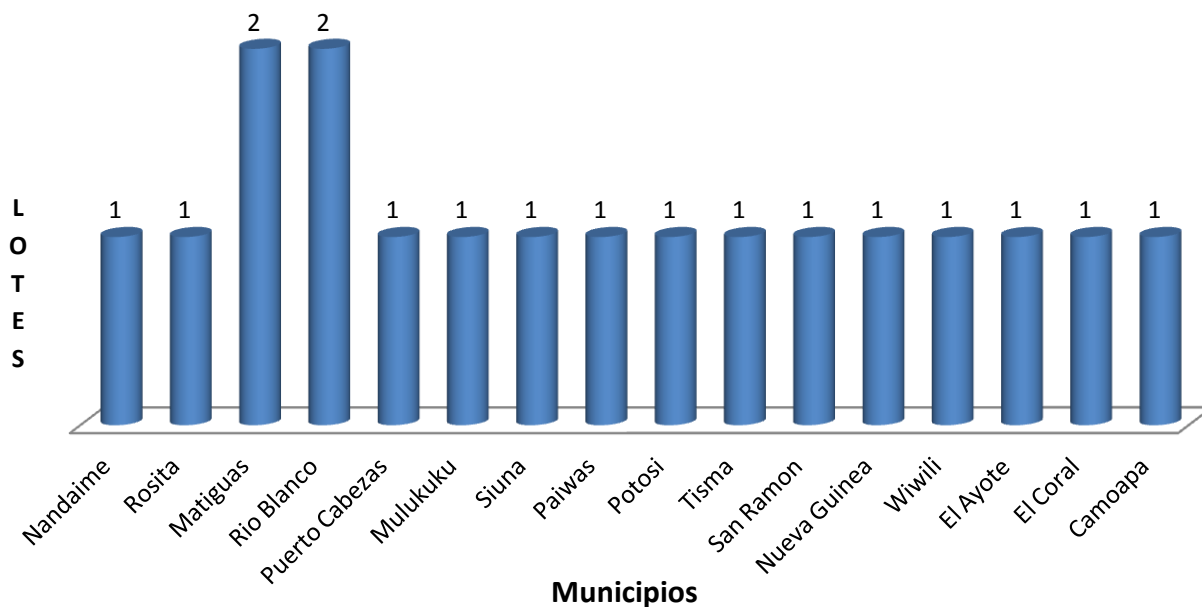


Grafico 3. Municipios con residuos mayores a 10 ppb.

El gráfico muestra los municipios que dieron como resultado residuos mayores a 10 ppb, entre estos están, Matiguas con dos lotes y Rio Blanco con 2 lotes los cuales excedieron los LMR. Seguido de Nandaime, Rosita, Puerto cabezas, Mulukuku, Siuna, Paiwas, Tisma, San Ramón, Nueva guinea, Wiwili, El Ayote, para estos municipios se detectaron 1 caso de cada uno.

Según Osakidetza, (2000), en la producción de animales de abasto se utiliza una gran variedad de productos farmacológicos ya sea con un fin terapéutico, zootécnico o como promotores de crecimiento. La gran mayoría de los productos son susceptibles de dejar residuos en los alimentos procedentes de los animales que han sido tratados, bien del principio activo en su forma original o bien de sus metabolitos.

Esto plantea la necesidad de ser cada vez más conscientes de que el uso de productos veterinarios con fines terapéuticos, o para mejorar la eficiencia del sistema de producción ganadero, siempre deja residuos de estos compuestos en la carne, lo cual nos induce a ser más responsables en el uso que le damos a estos y el respeto a los tiempos de retiro de cada producto con el fin de procesar alimentos inocuos y libres de residuos de medicamentos.

4.3.2 Municipios que presentaron residuos menores a 10 ppb

Hoy, las transformaciones y cambios en los estilos de vida de las personas, en particular los cambios en los hábitos de consumo y las exigencias de los consumidores para que se produzcan alimentos inocuos, han hecho posible la introducción de cambios en los métodos de preparación de los alimentos gracias a la tecnología alimentaria y a las técnicas de procesamiento, las cuales permiten obtener alimentos más seguros y sanos. Aún así, siguen ocurriendo casos de contaminación alimenticia y presencia de residuos químicos en los alimentos de origen animal, principalmente en los países en vías de desarrollo (Márquez, 2008).

Los residuos de medicamentos de origen veterinario generalmente tienen un límite máximo por debajo del cual es tolerable, aunque dicho valor puede variar en función del mercado (Rovira, 2006), y según el Codex alimentarius (2012) el límite máximo de residuo para ivermectina es 10 ppb.

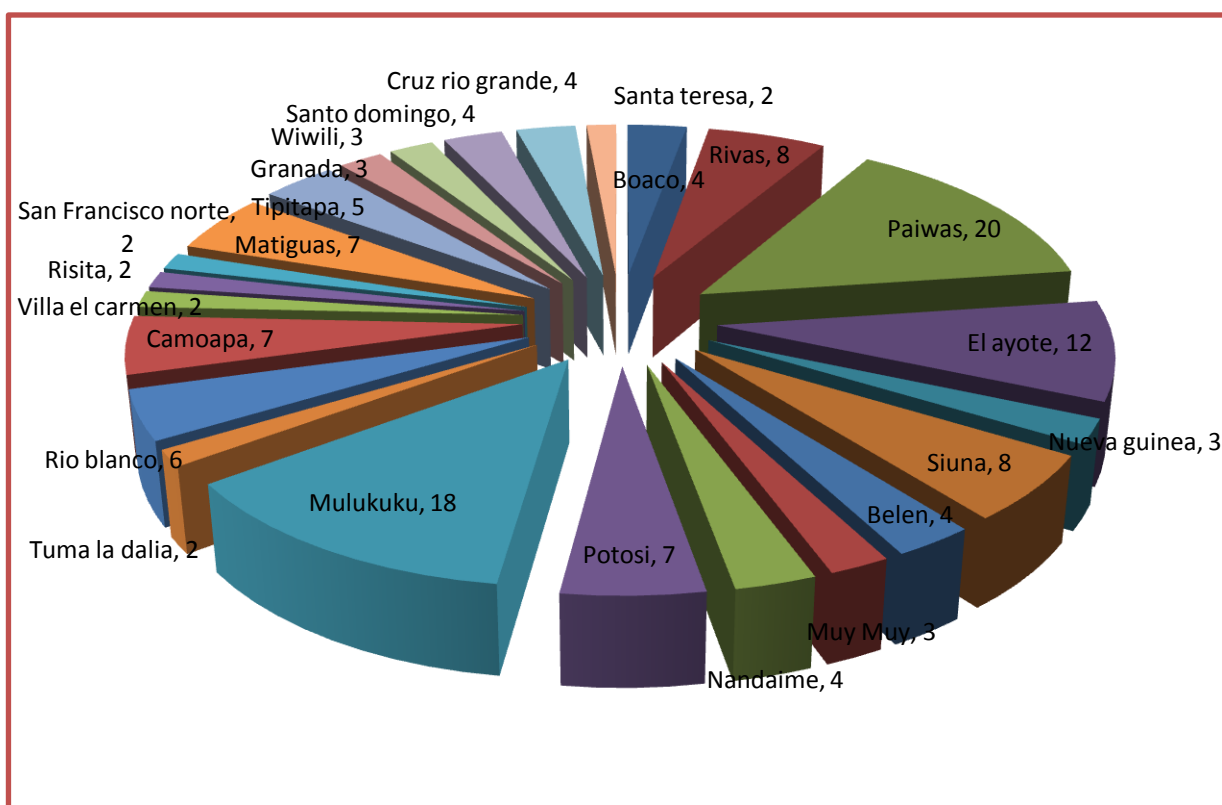


Grafico 4. Distribución por municipio de lotes muestreados con residuos menores a 10 ppb en establecimiento 4.

El presente grafico muestra la distribución de los municipios con mayor predominancia de resultados menores a 10 ppb, teniendo al municipio de Bocana de Paiwas con 20 lotes, Mulukuku con 18 lotes, El Ayote con 12, Siuna, Rivas, Potosí con 8 lotes y Camoapa con 7 lotes.

La distribución de los municipios concuerda con la de los departamentos anteriormente mencionados. Según Sumano (2006), el efecto residual del fármaco puede llegar a ser de 10-12 semanas, y esto es considerado ideal para el control de ectoparásitos.

Si bien muchos factores contribuyen al problema de residuos de medicamentos de origen veterinario en carnes, como por ejemplo pobre registro de los tratamientos y/o fallas en la identificación de los animales tratados, la mayoría de las violaciones resultan de una utilización de los productos veterinarios de manera inconsistente a la recomendada en la etiqueta.

Esto ocurre principalmente cuando no se respetan los períodos de espera previo al envío a faena de los animales así como cuando la droga se utiliza de una manera no especificada en la etiqueta en donde el tiempo de espera se desconoce o no está especificado (en diferente especie animal, con dosis mayores, utilizando diferente ruta de administración, con mayor frecuencia del tratamiento. (Rovira, .2006). Siendo estos algunos de los factores por el cual se presenta la problemática en las industrias donde procesan productos cárnicos.

4.4 Pérdidas económicas provocadas por residuos de ivermectina mayores a los límites permitidos en carne de exportación en Establecimiento # 4

Según Olivares, (2013), a inicios del 2012, Estados Unidos envió inspectores sanitarios para certificar las plantas industriales en las que se procesa la carne que se exporta a esa nación. En el proceso, encontraron la carencia de una norma para la Ivermectina y otros fármacos similares, por lo que recomendaron que se hiciera algo al respecto.

Casi un año después, durante una inspección de rutina, los laboratorios de ese país encontraron trazas de ese medicamento en un contenedor de carne nicaragüense, lo que encendió todas las alarmas, e hizo temer a los industriales del sector que les pasara lo mismo que a Honduras. EE. UU, cerró sus fronteras a la carne hondureña por tres meses, lo que causó severos daños económicos al sector.

La industria nicaragüense de la carne recibió una nueva oportunidad, después que inspectores estadounidenses detectaran Ivermectina en un embarque enviado hacia ese país: lo que pudo ser un cierre de hasta tres meses al producto nicaragüense, quedó sólo en el compromiso de aplicar medidas para asegurarse que la carne enviada a ese país, estará libre del producto.

Si el medicamento es detectado en algún embarque de carne, ese mercado se cierra a las exportaciones nicaragüenses del producto, pero si es detectado por Estados Unidos o la Unión Europea, “de inmediato se cierran todos los mercados, hasta el de Venezuela”, (Lacayo, 2012).

4.4.1 Pérdidas monetarias por condena de producto cárnico por departamento

Cuadro 2. Pérdidas económicas por departamento

| Departamento | Cantidad de animales | Kilogramos condenados | Precio \$ por kg | Pérdidas totales por reses condenadas \$ |
|--------------|----------------------|-----------------------|------------------|--|
| Matagalpa | 103 | 22,370 | 3.11 | 69,570.7 |
| RAAN | 237 | 42,958 | 3.13 | 134,458.5 |
| RAAS | 47 | 8,346 | 2.91 | 24,286.8 |
| Granada | 11 | 1,958 | 2.85 | 5,580.3 |
| Boaco | 17 | 3,189 | 2.93 | 9,329.1 |
| Chontales | 17 | 2,924 | 2.73 | 7,982.5 |
| Jinotega | 16 | 2,760 | 3.07 | 8,473.2 |
| Rivas | 15 | 3,150 | 3.23 | 10,174.5 |
| Masaya | 17 | 4,165 | 3.23 | 13,452.9 |
| Total | 480 | 91,820 | | 283,308.5 |

En el cuadro se observa las pérdidas económicas que se produjeron por lo presencia de residuos mayores a los LMR permitido, como lo establece el acuerdo ministerial 004, 2013 el cual cita que:

Los lotes y sus productos de las canales analizadas y con residuos no permisibles de las moléculas mencionadas en el acuerdo primero del presente Acuerdo Ministerial, serán condenados y destruidos en el cumplimiento de lo establecido en la NTON 03 087-09, referida a “Límites Máximos de Residuos de Medicamentos Veterinarios”, en el Reglamento de Inspección Sanitaria de la Carne, artículo 134 y en la Ley Básica De Salud Animal y Sanidad Vegetal y su Reglamento (MAGFOR, 2004).

Entre los departamentos que mayores pérdidas tuvieron por condena fueron Matagalpa con \$ 69,570.7 dólares, RAAN \$ 134,458.5 y \$ 24,286.8 de la RAAS. Según el CETREX (2012), la aplicación de este medicamento de uso veterinario (ivermectina) de manera irracional, provocaría grandes pérdidas económicas al país.

4.4.2 Pérdidas monetarias de Industrial Comercial San Martín por procesamiento de producto decomisado y condenado

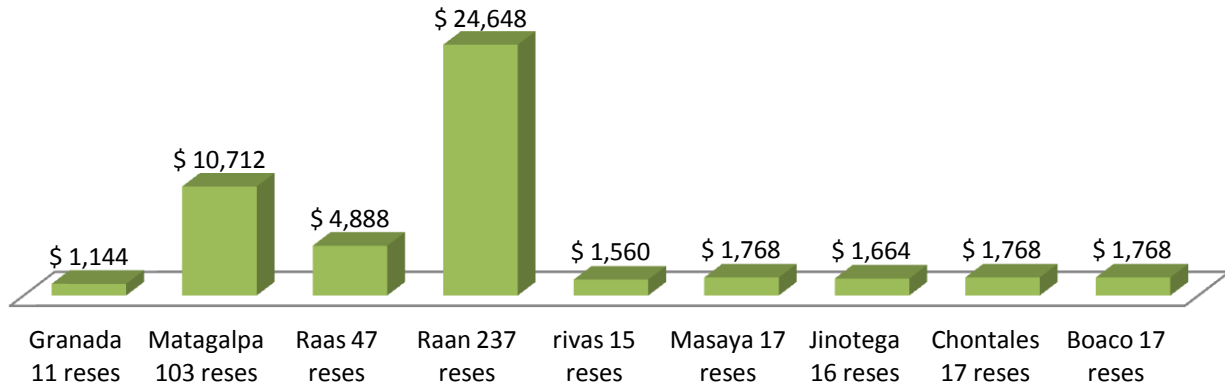


Grafico 5. Pérdidas monetarias por procesar reses condenadas por parte de I.C.S.M.

En este grafico se aprecia las pérdidas que tuvo la empresa al procesar las 480 reses que sobrepasar los LMR para ivermectina. De las 237 reses procedente del departamento de la RAAN se tuvo una pérdida de \$ 24,648 dólares, Matagalpa con 103 reses se produjo \$10,712 en pérdidas así como la RAAS con 47 reses, \$4,888. Las mermas monetarias de la empresa se basan en los gastos que conlleva procesar una res, lo que genera un gasto de \$104 dólares, dentro de estos se incluyen la energía eléctrica, agua potable, materiales utilizados en el faenado de las canales y empaque de cortes así como la mano de obra.

4.5 Pérdidas totales por condena de producto cárnico en establecimiento #4

Cuadro 3. Pérdidas totales ocasionadas por condena de lotes con residuos mayores a 10 ppb de análisis de ivermectina por HPLC.

| | |
|---|--------------|
| Total de reses condenadas | 480 |
| Total de Kg condenados | 91,820 |
| Pérdidas totales en \$ al productor | 283,308.5 |
| Pérdidas en \$ asumidas por I.C.S.M | 49,920 |
| Pérdidas económicas totales por condena | \$ 333,228.5 |

En el cuadro se muestra las pérdidas totales que se produjeron por condena de 480 reses perteneciente a los lotes muestreados para análisis de ivermectina en el establecimiento 4, se condenaron 91,820 Kg de producto cárnico, produciendo un total en pérdidas de \$ 283,308.5 a los departamentos y \$ 49,920 a la empresa.

V. CONCLUSIÓN

Se determinó que existe presencia de residuos de ivermectina en carne bovina procesada en Industrial Comercial San Martín. Del 100% de las muestras analizadas, un 3.15% resultaron superior a las 10 ppb y 28.37% se encontró entre 0.1 – 9.9 ppb lo cual es aceptable para el codex alimentarios.

Del 3.15% superior a las 10 ppb, procedían de los departamentos de Matagalpa con 28%, RAAN con 22%, y RAAS con 17%. El 28.37% de resultados menores a 10 ppb, se encuentran los departamentos de RAAS con 26%, RAAN con 17%, Matagalpa con un 13% y Rivas con 12% y un 67.47% de los análisis resultaron no detectada la molécula de ivermectina.

La problemática de lotes que sobrepasan los Límites Máximos de Residuos (LMR) permitidos se encuentra difundida en todos los departamentos del país prevaleciendo aquellos departamentos en donde se practica de forma intensiva los sistemas de producción pecuaria.

Con respecto a las pérdidas económicas podemos decir que la presencia de residuos mayores a los límites permitidos provocó pérdidas de \$ 283,308.5 para los productores y una pérdida de \$ 49,920 para la empresa procesadora, perjudicando esto en las exportaciones de productos cárnicos a países como EE.UU de América, Europa u otros y por ende la economía del país.

VI. RECOMENDACIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo realizado en el establecimiento # 4 por medio del servicio de inspección de carne MAGFOR, se pueden hacer las siguientes recomendaciones:

1. Darle seguimiento al cumplimiento del decreto ministerial 004 2013, establecido el 15 de abril del año 2013 por el Ministerio Agropecuario y Forestal.
2. Que los organismos implicados en la problemática brinden asistencia técnica en las zonas que presentan mayor problema haciendo énfasis en el uso de estas sustancias así como el respeto de los tiempos de retiro para las diferentes presentaciones comerciales de la molécula de ivermectina ya sea esta del 1% así como del 3.15% por parte de los productores.
3. Se regule la comercialización de la ivermectina y que sea obligada la prescripción por un médico veterinario titulado.
4. Tanto los médicos veterinarios y productores ganaderos busquen alternativas tales como: utilizando medicina natural (Utilización de baños con solución aguasa de neme), implementando sistemas de producción ecológicos, realizar rotación de diferentes desparasitantes(Amitraz, Fipronil, Cipermetrina etc.), que no presenten tiempos de retiro tan prolongados y no sean nocivos para la salud pública,
5. Los médicos veterinarios responsables de las unidades de producción exijan el respeto al tiempo de retiro establecido para la molécula de ivermectina.
6. Que las instituciones públicas tales como MAGFOR, UNA, MINSA, MARENA y organizaciones no gubernamentales enfoquen las actividades en promover el buen cumplimiento de las buenas prácticas ganaderas enfocadas en el uso de medicamentos veterinarios y los efectos que estos pueden traer a la salud pública, medios ambiente y economía.

VII. LITERATURA CITADA

Alcaino, H. 1987. Parásitos del perro y su epidemiología y control. V Jornadas de Parasitología Veterinaria. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. pp.: 98-112.

Aparicio, J; Paredes, V; Gonzales, O; Navarro, O 2011; Impacto de la ivermectina sobre el medio ambiente; La calera; Vol. 11, No. 17; p 64-66.

Bucardo, A. 2013. Acuerdo ministerial 004 – 2013. (En línea). Consultado 5 may 2013. Disponible en <http://www.magfor.gob.ni/.../acuerdos/ACUERDO%20MIN%20004-2013.pdf>.

Crawford, L 1985; El impacto de los residuos en los productos alimenticios de origen animal y en la salud humana; rev.sci.tech; vol. 4, no 4; p 705 – 723.

Codex Alimentarius 2012, (En línea) consultado el 4 de May 2013. Disponible en <http://www.codexalimentarius.net/vetdrugs/data/vetdrugs/Index.htm?lang=es>.

García Cué, J.; Santizo Rincón, J.; Jiménez Velázquez M., Marques M.J 2007. (En línea) Probabilidad y estadística. Colegio de Postgraduados Fes, Zaragoza de la UNAM. Zaragoza, ES. Consultado 24 sep. 2013. Disponible en <http://colposfes.z.galeon.com/sas/SAS.HTM>.

Lacayo, L. 2012. Peligra exportación de carne a EU. (En línea). Consultado 15 abr 2013. Disponible en: <http://www.elnuevodiario.com.ni/economia/271446>.

Lifschitz, A., Virkel, G., Ballent, M., Sallovitz, J., Imperiale, F., Pis, A. y Lanusse, C. 2007. Ivermectin (3.15%) long-acting formulations in cattle: absorption pattern and pharmacokinetic considerations. *Veterinary Parasitology* 147: p 303-310.

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal), 1990. Reglamento de inspección sanitaria de la carne para establecimiento autorizados; Requisito de los establecimientos autorizados y responsabilidades de los médicos veterinarios oficiales sobre el programa de muestreo para análisis de residuos; Managua, ni; p.226-232.

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal), 2004. Procedimientos oficiales del servicio de inspección de carne para establecimiento autorizados; Procedimiento N° 02 SIC; Managua, Ni. 12p.

Márquez, D 2008; Residuos químicos en alimentos de origen animal. *Revista corpoicacencias y tecnología agropecuaria*; Vol. 9, No. 1; p 124-135.

Molinares, G; 2010; Ivermectina, evaluación de su efecto deletéreo mediante ensayo. Tesis, doctoral en ciencias naturales; Universidad Nacional de la Plata; Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Ar, p: 34 – 37.

Molinari, G.; Soloneski, S.; Reigosama. A.; Larramendy, M.L. 2008. Invitro genotoxic and citotoxic effects of ivermectin and its formulation ivomec® on Chinese hamster ovary (CHOK1) cells. *J. Hazard. Mater.* (In Press):18-28.

NTON (Norma Técnica Obligatoria Nicaraguense), 2009. Límites máximos de residuo de medicamentos veterinario(En línea). Consultado el 24 de sep 2013. Disponible en <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/b92aaea87dac762406257265005d21f7/5>.

Núñez, M; Palma, C; Araneda, M; Cabezas, I; Pérez ,2007. Validación de un método analítico y detección de residuos de ivermectina en tejido ovino; revista científica; Vol.17, No.6; p 557 – 565.

Omura, S, 2008. Ivermectin; 25 years and still going strong; International journal of antimicrobial agents; Vol.31; p 91-98.

Olivares, I. 2013. Mercado de estados unidos sigue abierto para carne nica; Confidencial. Economía. (En línea). Consultado 23 oct. 2013. Disponible en <http://www.confidencial.com.ni/articulo/11471/mercado-usa-sigue-abierto-a-carne-nica>.

Olivares, I. 2013. (En línea) consultado el 3 de Nov 2013. Disponible en <http://www.confidencial.com.ni/articulo/12855/ganaderia -aporta-10-del-PIB>.

Osakidetza 2000. Residuos de medicamentos de uso veterinario, (En línea). Consultado 18 Nov 2013. Disponible en http://www.osakidetza.eustad.net/r85_2906/es/.../es.../vigila9516.pdf.

Pérez, L., Palma, C., Villegas, R., Vega, M. y Pérez, R. 2006. Metodología analítica y detección de residuos de ivermectina en muestras de leche de rebaños de la provincia de Ñube, Chile. Archivos de medicina veterinaria. Vol.38; p143-150.

Rodrigo, R; Arieta, R; Pérez, L; Rosado, J; Ramírez, G; Bastos, G; 2010. Uso de lactonas macrocíclicas para el control de garrapatas Rhipicephalus, (boophilus) microplus en ganado bovino; Redalyc; Vol.42, No.3; p 115 – 123.

Rovira 2006. Residuos en carne; una visión desde el sector productivo, vol. 38; (En línea). Consultado 17 Dic 2013. Disponible en <http://www.planagropecuario.org.uy/poblicacion/revista/r127>.

Rodriguez, 1987. The influence of serum substitute Ultrosor G in toxicological evaluations in mammalian cells in vitro. Ecotoxicol. Environ. Saf. 14:269- 274.

Rodríguez, M, 2011. En riesgo exportación de carne roja hacia estados unidos. RadioHRN. (En línea). Consultado 26 Dic 2013. Disponible en <http://www.radiohrn.hn/l/node/5485>.

Sandoval, A, 2012. (En línea) consultado el 2 de Dic 2013. Disponible en <http://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/258698>.

Silvia, L; Daniel G, 2006. Residuos de medicamentos de usos veterinarios; (En línea). Consultado el 07 de Nov 2013. Disponible en http://www.aprocal.com.ar/wp-content/uploads/residuos_de_medicamentos.htm.pdf.

Sumano, 2006, Farmacología veterinaria, capítulo 23, antiparasitario, p 473 – 475.

Tapia, P, 2004. Residuos de antibióticos en carne bovina; (En línea) Consultado el 23 de Oct 2013. Disponible en http://www.veterinaria.unmsm.edu.pe/files/resi_antibac_tapia.pdf.

Heeschen, W, 1997. Safety Assesment and consumer protection. Residues andcontaminantes in milk and milk products. IDF, pag. 13-34.

Heinzen, T, 2012. (En línea) consultado el 23 de Abr 2013. Disponible en [http://www.congresoveterinarion.com.uy/Buiatria_ResiduosMVEEn carne y leche congreso. Pdf.](http://www.congresoveterinarion.com.uy/Buiatria_ResiduosMVEEn%20carne%20y%20leche%20congreso.Pdf)



USDA, FSIS, 2011. (En línea) consultado el 15 de Oct. 2013. Disponible en [http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/comnet/87680e50-d76b-407bd2ecc37b3cdo/CLG AVR 04.pdf?MOD=AJPeres.](http://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/comnet/87680e50-d76b-407bd2ecc37b3cdo/CLG_AVR_04.pdf?MOD=AJPeres)

VII. ANEXO

Anexo 1. Formato de remisión de muestras al laboratorio

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-------|---|---|--|--|--|--|---------------------------|--|--|
|  | | MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL NICARAGUA | |  | | | | | | | | |
| | | SERVICIO DE INSPECCION DE CARNE REMISION DE MUESTRAS AL LABORATORIO | | | | | | | | | | |
| Est. No. _____ | | No 0001 | | No. Animales | | | | | | | | |
| Fecha de sacrificio. _____ | | N | | | | | | | | | | |
| Lote No. _____ | | T | _____ | | | | | | | | | |
| Procedencia _____ | | B | _____ | | | | | | | | | |
| Propietario _____ | | V | _____ | | | | | | | | | |
| Comp. Muestra | | TOTAL _____ | | | | | | | | | | |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 25%;">N</td> <td style="width: 25%;">T</td> <td style="width: 25%;">B</td> <td style="width: 25%;">V</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table> | | N | T | B | V | | | | | Análisis solicitado _____ | | |
| N | T | B | V | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| Uso laboratorio <div style="border: 1px solid black; width: 200px; height: 30px; margin: 5px 0;"></div> | | Tejido _____ | | | | | | | | | | |
| | | Inspector _____ | | | | | | | | | | |
| F-SIC-03 | | No. _____ | | | | | | | | | | |

Anexo 2. Formato de retenido pendiente examen de laboratorio

| | | | | |
|---|------------|--|--|---|
|  | | MAG - FOR S.I.C | |  |
| | | RETENIDO PENDIENTE DE EXAMEN DE LABORATORIO | | |
| Lote: _____ | Res: _____ | Cajas: _____ | | No. 00001 |
| Fecha de sacrificio: _____ | | | | |
| F - SIC-04 | | | | |

Anexo 3. Formato de control de retenido pendiente de examen de laboratorio



MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL
MAG - FOR
DIRECCION DE INOCUIDAD AGROALIMENTARIA
SERVICIO DE INSPECCION DE CARNE



CONTROL DE RETENIDO PENDIENTE
EXAMEN DE LABORATORIO

EST. No. _____

| FECHA DE SACRIFICIO | No. DE LOTE | No. DE CAJAS |
|---------------------|-------------|--------------|
| | | |

Medico Veterinario Oficial

Inspector Auxiliar Oficial

F-SIC-06

**MAG-FOR
S.I.C
RETENIDO
PENDIENTE DE
EXAMEN DE LABORATORIO
IVERMECTINA
LOTE
8211**

**Anexo 5. Formato de selección de lotes y reses para muestreo de clorinados
y pruebas especiales**



MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL

MAG-FOR

DIRECCIÓN DE INOCUIDAD AGROALIMENTARIA

SERVICIO DE INSPECCIÓN DE CARNES

SELECCIÓN DE LOTES Y RESES

PARA MUESTREO DE CLORINADOS Y PRUEBAS ESPECIALES



FECHA DE MATANZA _____

| N° muestra | MUESTRA DE: | | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | LOTES | FICHAS | SEXO | FICHAS | SEXO | FICHAS | SEXO | FICHAS | SEXO | FICHAS | SEXO |
| 1 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

FIRMA
MEDICO VETERINARIO OFICIAL

FIRMA
INSPECTOR AUXILIAR OFICIAL



Anexo 6. Formato de control operacional de sacrificio



MINISTERIO AGROPECUARIO Y FORESTAL MAG-FOR

DIRECCIÓN DE INOCUIDAD AGROALIMENTARIA SERVICIO DE INSPECCIÓN DE CARNES

Fecha _____

Est. No _____

CONTROL OPERACIONAL DE SACRIFICIO

| Orden | Lote | Novillos | Toros | Bueyes | Vacas | Fichas | Spp | Causa |
|-------|------|----------|-------|--------|-------|--------|-----|-------|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

MUESTRAS PARA RESIDUO

| Muestra | Reses | Lote | Dueño | Procedencia |
|---------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

RESES LOCALES

| Lote | Sexo | Reses | Fichas | Peso | Causa |
|------|------|-------|--------|------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

RESES RETENIDAS

| Lote | Sexo | Reses | Fichas | Peso | Causa |
|------|------|-------|--------|------|-------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Lote | sexo | Reses | Fichas |
|------|------|-------|--------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

| Lote | vaca | Fetos | Peso |
|------|------|-------|------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |

CARNE CONT:
CARNE TRAU:
Novillos:
Toros:
Bueyes:
Vacas:
Total:

Observaciones: _____

FIRMA
MEDICO VETERINARIO OFICIAL

FIRMA
INSPECTOR AUXILIAR OFICIAL

Anexo 7. Toma de muestra para análisis de ivermectina



Anexo 8. Reactivos y columnas de alúminas en la primera extracción.



Anexo 9. Condena de productos cárnicos en crematorio del establecimiento # 4.

