



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



Año II
No 12

AÑO





Maestro Roger Armando Arias Alvarado
Rector

Dr. Manuel de Jesús Joya Ábrego
Vicerrector Académico

Ing. Agr. Nelson Bernabé Granados Alvarado
Vicerrector Administrativo

Maestro Cristóbal Hernán Ríos Benítez
Secretario General

Licda. Josefina Sibrián
Presidenta Asamblea General Universitaria (AGU)

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas
**Secretario de Investigación Científica de la Universidad
de El Salvador (SIC-UES)**
**Director Ejecutivo del Consejo de Investigaciones
Científicas de la Universidad de El Salvador (CIC-UES)**



Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla Quintanilla
Decano Facultad de Ciencias Agronómicas

Dr. Francisco Lara Ascencio
Vicedecano Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M.Sc. Luis Fernando Castaneda Romero
Secretario Facultad de Ciencias Agronómicas

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillén
**Jefe de la Unidad de Investigación Facultad de Ciencias
Agronómicas**

Br. Geovany Castillo Salaverría
**Presidente de la Asociación de Estudiantes de la
Facultad de Ciencias Agronómicas (ASECAS)**

Br. Luis Urbina Castillo
**Secretario de la Asociación de Estudiantes de la
Facultad de Ciencias Agronómicas (ASECAS)**



Revista Agrociencia, una publicación de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.

Junio - Julio 2019

Comité Editorial

Ing. Agr. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berrios,
Departamento de Fitotecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Inga. Agr. M.Sc. Blanca Lorena Bonilla de Torres.
Departamento de Química Agrícola, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

MVZ. María José Vargas Artiga.
Departamento de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Inga. Agr. M.Sc. Blanca Eugenia Torres de Ortiz,
Departamento de Zootecnia, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Ph.D. Lara-Uc Ma. Mónica.
Profesora-Investigadora, Universidad Autónoma de Baja
California Sur Universidad Autónoma de Baja California Sur, La
Paz, Baja California Sur, México.

Ing. Agr. Sabas Alberto Argueta Palacios.
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Facultad
de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Ph.D. Víctor D. Carmona Galindo.
Director of Sustainability and Associate Professor Biology
Department. University of Detroit Mercy, Detroit
Michigan, United States.

Ing. Agr. Leopoldo Serrano Cervantes.
Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Geógrafo Aisur Ignacio Agudo Padrón.
Gerente Investigador del Projeto Brasileiro Autônomo “Avulsos
Malacológicos - AM, Brasil.

MVZ Rudy Anthony Ramos Sosa.
Departamento de Protección Vegetal, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. Miguel Ángel Hernández Martínez.
Escuela de Posgrado y Educación Continua, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. Elmer Edgardo Corea Guillén.
Jefe Unidad de Investigación, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. M.Sc. José Miguel Sermeño Chicas.
Secretario de Investigaciones Científicas (SIC-UES)
y Director ejecutivo (CIC-UES) Universidad de El Salvador.

Ing. Agr. Rafael Antonio Espino Barahona.
Departamento Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agronómicas
de la Universidad de El Salvador.

Carlos Estrada
Director- Editor de la revista Agrociencia, Facultad de Ciencias
Agronómicas de la Universidad de El Salvador.

Contenido

Identificación de serovares de *Leptospira* spp. en la población equina de los cantones de San Carlos Lempa, Las Mesas, y Las Anonas, municipio de Tecoluca, San Vicente, El Salvador, **Pág. 5**

Determinación de la resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en bovinos de cinco ganaderías del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador, **Pág. 13**

Evaluación de la sanidad en conejos reproductores de raza neozelandés (*Oryctolagus cuniculus*), en relación a *Eimeria* spp. en granja Don Bosco, La Libertad, El Salvador, **Pág. 20**

Evaluación de diferentes tipos de cal y digestor enzimático de rastrojos en la disminución de coliformes fecales en lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa, La Paz, El Salvador, **Pág. 28**



Llegamos a la publicación 12, dos años de publicaciones ininterrumpidas

No 12
Año II
Junio-Julio 2019
ISSN 2522-6509

<https://revistaagrociencia.wordpress.com/>

Director- Editor: Carlos Estrada
Correctora de estilo: Yesica Guardado

Identificación de serovares de *Leptospira* spp. en la población equina de los cantones de San Carlos Lempa, Las Mesas, y Las Anonas, municipio de Tecoluca, San Vicente, El Salvador

Reyes-Umanzor CL

Estudiante tesista

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: lizeh_reyes1990@outlook.com

Orellana-Flores M de J

Estudiante tesista

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: chilingof@yahoo.com

Alvarez-Rodas BR

Estudiante tesista

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: bennyrandyalvarez@gmail.com

López-Salazar CD

Docente Director

Departamento de Medicina Veterinaria

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: david.salazar@ues.edu.sv

Romero-Pérez LE

Docente Director

Departamento de Medicina Veterinaria

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: luis.perez@ues.edu.sv

Cabrera-Ayala AL

Docente Director

Red de Laboratorios Veterinarios

Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Correo electrónico: dmvcarol2@yahoo.com

Resumen

El estudio se realizó en los cantones San Carlos Lempa, Las Anonas y Las Mesas, municipio de Tecoluca, departamento de San Vicente, El Salvador; en el período comprendido de febrero 2016 a enero 2017; con el objetivo de identificar los diferentes serovares de *Leptospira* spp. que se presentan en la población equina. Se realizó una encuesta epidemiológica para determinar la población de equinos en la zona, obteniéndose un total de 147 animales sin importar sexo o edad, de los cuales se extrajo 5 ml de sangre de la vena yugular mediante venopunción, siendo estas transportadas en tubos al vacío sin anticoagulante y procesadas en la red de laboratorios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), mediante la prueba de aglutinación microscópica (MAT). Identificándose siete serovares a títulos de dilución 1/100 o superiores. Del total de sueros muestreados, 102 fueron positivos para uno o más serovares analizados, lo que representa una seroprevalencia general del 69.39% para la población muestreada. La seroprevalencia obtenida para cada cantón fue: San Carlos Lempa 79.59%, Las Anonas 88.89% y las Mesas 82.05%; en cuanto a la seroprevalencia general calculada para los diferentes serovares fue la siguiente: *L. hardjo* 45.57%, *L. canicola* 22.44%, *L. pyrogenes* 21.08%, *L. autumnalis* 19.04%, *L. pomona* 7.48%, *L. australis* 5.44% y *L. bataviae* 2.72%, siendo las de mayor frecuencia *L. hardjo*, *L. canicola* y *L. pyrogenes*, serovares asociados a bovinos y caninos como hospedadores de mantenimiento, pudiendo ser estos los principales transmisores a los equinos.

Palabras clave: *Leptospira* spp, equinos, prueba de aglutinación microscópica, serovares.

Abstract

The study was carried out in three rural communities which were San Carlos Lempa, Las Anonas and Las Mesas, municipality of Tecoluca, Department of San Vicente El, Salvador; on the period from February 2016 to January 2017; with the aim of identify the different serovars of *Leptospira* spp. which occur in the equine population. An epidemiological survey was carried out to determine the population of horses in the area, obtaining a total of 147 animals regardless of sex or age, from which 5 ml of blood was extracted from the jugular vein by venipuncture, which were transported in vacuum tubes Without anticoagulant and processed in the network of laboratories of the Ministry of Agriculture and Livestock (MAG), through the test of microscopic agglutination (MAT). Seven serovars are identified at dilution titers 1/100 or higher. Of the total sera sampled, 102 were positive at least to one serovars analyzed, representing a general seroprevalence of 69.39% for the sampled population. The seroprevalence obtained for each community was: San Carlos Lempa 79.59%, Las Anonas 88.89% and Las Mesas 82.05%. Meanwhile, the general seroprevalence calculated for the different serovars was as follows: *L. hardjo* 45.57%, *L. canicola* 22.44%, *L. pyrogenes* 21.08%, *L. autumnalis* 19.04%, *L. pomona* 7.48%, *L. australis* 5.44% and *L. bataviae* 2.72%. In the three areas, no significant difference was found in the presence and distribution of serovars, with the most frequent being *L. hardjo*, *L. canicola* and *L. pyrogenes*, serovars associated with cattle and canines as maintenance hosts which could be the main transmitters to equines.

Key words: *Leptospira* spp, equines, microscopic agglutination test, serovars.

Introducción

La leptospirosis es una zoonosis de amplia distribución geográfica que se presenta en ocasiones de forma aislada, provocando brotes epidémicos estacionales asociados a épocas lluviosas. La enfermedad es causada por la infección con uno de más de 12 especies patógenas de *Leptospira* (Verma, *et al.*, 2013) afectando a más de 160 especies de animales domésticos como caninos, ovinos, ovicaprinos, suinos, bovinos, equinos y animales silvestres (Center for Food Security and Public Health, 2005). Estos animales excretan la bacteria a través de la orina contaminando el ambiente y de ese modo exponiendo al ser humano y otros animales a contraer dicha enfermedad (MSAL, 2014).

La Leptospirosis posee importancia económica y sanitaria. La repercusión económica más importante es el fallo reproductivo, secuela crónica de la enfermedad en las reproductoras, que causa mortinatos, abortos o nacimientos de animales débiles, disminución de la fertilidad. Por los efectos sobre la producción animal se le añade un importante aspecto sanitario donde en el ser humano está considerado una infección accidental, causando cuadros febriles hasta la afección de múltiples órganos, provocando incluso la muerte. Algunas prácticas laborales como los mineros, ganaderos, agricultores, trabajadores en mataderos, veterinarios, etc., ciertas actividades recreativas que implican contacto con aguas posiblemente contaminadas con la bacteria pueden provocar enfermedad entre ellos (Sandow y Ramírez, 2005). La región de las Américas es la que más presentó alertas de Leptospirosis humana a nivel mundial en los últimos años, reportándose 568 alertas entre 2007 y 2011 (Foro Nacional de Leptospirosis de Nicaragua, 2012).

En equinos la Leptospirosis es una enfermedad que generalmente cursa de forma subclínica, pero, en ocasiones pueden presentar temperaturas de 39.5 a 40.5 °C, depresión, anorexia, ictericia, neutrofilia y abortos, además, en la forma crónica se presenta una uveítis anterior de tipo inmune (Bedoya Ríos, *et al.* 2013).

En El Salvador existen escasos estudios sobre la Leptospirosis en equinos y dado que en los cantones San Carlos Lempa, Las Mesas y Las Anonas del municipio de Tecoluca se han reportados casos de Leptospirosis en el 2013 hasta la fecha en caninos, bovinos y ovicaprinos es importante realizar estudios en otras especies de animales, debido a que la zona de estudio cuenta con un ambiente propicio para mantener y diseminar la enfermedad (MAG, 2015).

El propósito de este estudio fue determinar la prevalencia de *Leptospira* spp. en equinos, identificando la respuesta serológica mediante la prueba de aglutinación microscópica para los diferentes serovares, que de acuerdo a la literatura se presentan frecuentemente en la región, además de contribuir al reforzamiento diagnóstico de Leptospirosis en equinos en la red de laboratorios veterinarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

Materiales y métodos

Características climatológicas de la zona de estudio.

Esta zona fue elegida por presentar las siguientes condiciones climatológicas que se caracterizan por tener entre 1,700 a 1,800 mm de lluvia al año, con una temperatura promedio de 26.8 °C y una humedad relativa promedio de 73%. La georreferencia de la parte más baja es de -1 msnm con 88°45'0'' O y 13°16'59.88'' N y la zona más alta es de 19 msnm con 88°48'0'' O y 13°22'59.88'' N.

Unidades experimentales

El estudio incluyó el análisis de las muestras de toda la población de equinos (n=147) presentes en 100 unidades productivas de los tres cantones: San Carlos Lempa (n=50), Las Anonas (n=37) y Las Mesas (n=60). Se tomaron muestras de sangre de la vena yugular con agujas y tubos al vacío de 5 ml sin anticoagulante. Las muestras se trasladaron a la Red de Laboratorios Veterinarios del MAG ubicado en El cantón El Matazano, municipio de Soyapango. El suero fue obtenido mediante la centrifugación a 2,500 rpm por 5 m a temperatura ambiente y estos fueron refrigerados hasta su utilización.

Georreferenciación

La georreferenciación de las unidades en estudio, se realizó mediante el sistema de posicionamiento global GPS, tomando coordenadas geográficas (latitud, longitud en grados decimales). El análisis de la población equina susceptible a la enfermedad, se desarrolló mediante el uso del sistema de información geográfica con el software ArcGIS, utilizando una base cartográfica de El Salvador.

Serovares de *Leptospira* spp

Se tomaron como referencia serovares identificados en diversos trabajos en equinos de Latinoamérica: *L. australis*, *L. autumnalis*, *L. bataviae*, *L. canicola*, *L. pomona*, *L. pyrogenes*, *L. hardjo* hardjo (Bedoya Ríos, *et al.* 2013, Sotomayor, *et al.* 2012, Sellon, 2013, Troncoso Toro, *et al.* 2013). También se consideró el análisis con los serovares: *L. wolfii*, *L. ballum* y

L. bratislava, que de acuerdo a literatura han sido reportados afectando equinos; sin embargo, el crecimiento de estos serovares no fue posible por lo cual no fueron empleados en la investigación.

Detección de Anticuerpos *Leptospirales*

Se empleó la prueba de microaglutinación (MAT) para la detección de anticuerpos según el protocolo descrito por la OIE (2014). En el cual se tomó 25µ de suero a analizar, confrontándolo con los 7 serovares en estudio, realizando una dilución de 1/100. Luego se realizó titulación de las muestras que resultaron positivas a los serovares. Las muestras positivas en 1/100 de cada serovar se diluyeron hasta 1/1600 a fin de determinar el título de anticuerpos según la prueba MAT. El título de anticuerpos se consideró como la máxima dilución de suero que causó aglutinación del 50% o más de antígeno vivo de *Leptospira* spp. de acuerdo a las especificaciones de la OIE (OIE, 2014).

Procesamiento de datos

El estudio desarrollado fue de tipo descriptivo, presentando los resultados en cuadros y gráficos. El cálculo de la seroprevalencia se hizo en base al número de reactores seropositivos, entre el número total de muestras (Martin *et al.*, 1997).

Resultados y discusión

La seroprevalencia general de animales reactores fue de 69.39% (Cuadro 1). La seroprevalencia para los diferentes serovares incluyendo infecciones mixtas fue: *L. hardjo* 45.57%, *L. canicola* 22.44%, *L. pyrogenes* 21.08%, *L. autumnalis* 19.04%, *L. pomona* 7.48%, *L. australis* 5.44%, *L. bataviae* 2.72% (Fig. 1). Un 53.92% fueron seropositivos a un solo serovar, además se identificaron equinos seropositivos a dos (19.61%), tres (20.59%), cuatro (4.90%) y cinco (0.98%) serovares (Fig. 2).

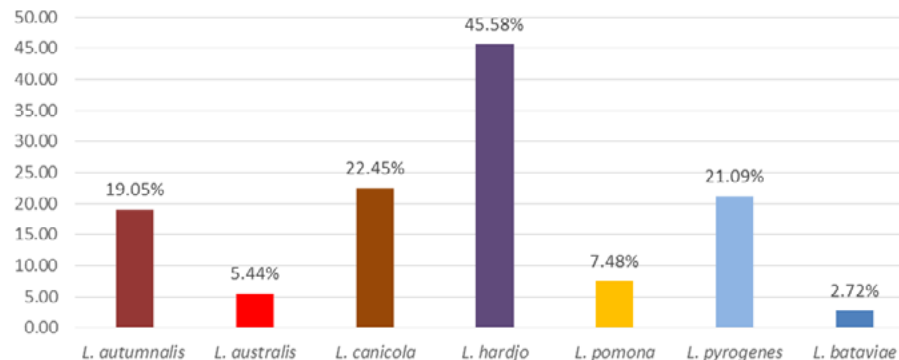


Figura 1. Seroprevalencia de *Leptospira* spp. según serovares incluyendo infecciones mixtas en equinos de la zona en estudio.

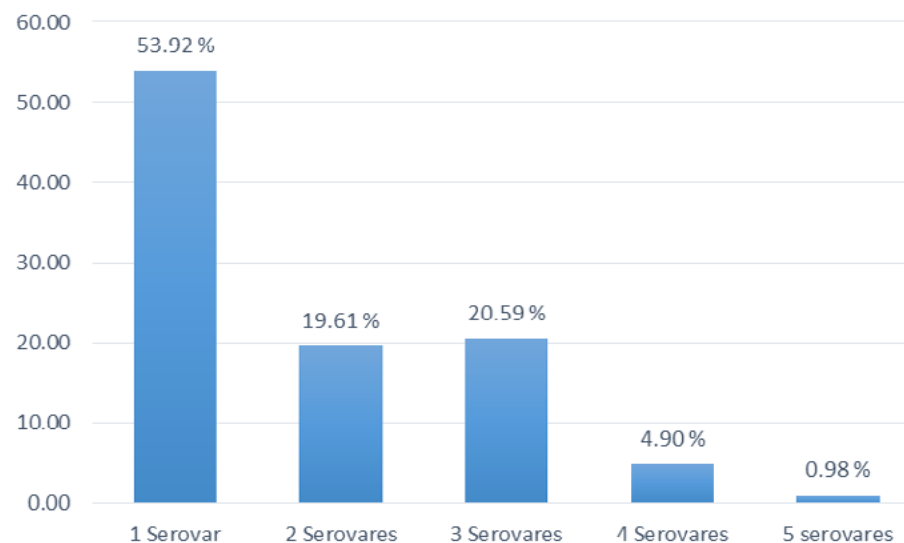


Figura 2. Porcentaje de Serovares de *Leptospira* spp. por animal, incluyendo infecciones mixtas en equinos de la zona en estudio.

Cuadro 1. Seroprevalencia general de *Leptospira* spp. en equinos procedentes de la zona de estudio incluyendo infecciones mixtas.

	Seropositivos	Seronegativos	Total
Nº de Muestras	102	45	147
Seroprevalencia	69.39%	30.61%	100%

El 69.39% de los equinos resultaron seropositivos a uno o más serovares en estudio, y debido a la ausencia de una vacuna como plan profiláctico contra esta enfermedad en el equino, esto es indicativo de que dichos animales tuvieron contacto con la bacteria, convirtiéndose en potenciales transmisores de la enfermedad a otros animales y al humano.

La seroprevalencia general en este estudio, difiere considerablemente con estudios realizados en Italia, China y Costa Rica donde registran seroprevalencias menores desde 1.5% hasta el 27.8% (Verma *et al*, 2013; SENASA, 2012); sin embargo, se encuentra en rangos de seroprevalencias registradas en el Continente Americano las cuales varían del 60 al 100% en países como Argentina, 62.3%; Chile, 65.4%; Brasil, 75.7%; Nicaragua, 76%; Colombia, 76.6%; México, 86.5% y Perú, 100% (Gómez, 2005; Foro Nacional de Leptospirosis de Nicaragua, 2012; Rey *et al*, 2015; Sotomayor *et al*, 2012; Méndez *et al*, 2013; Schemeling *et al*, 2009; Finger *et al*, 2014, Troncoso *et al*, 2013).

En El Salvador Arévalo *et al.*, (2016) realizó un estudio en el cual se obtuvo una seroprevalencia de 63.71% en el departamento de San Miguel, hallazgo similar a la seroprevalencia encontrada en la presente investigación; sin embargo, es importante considerar que en la investigación de Arévalo la procedencia de los equinos se desconocía ya que eran animales en tránsito en decomiso bajo custodia del Estado y estabulados en un mismo lugar, lo que no da certeza del momento de contacto con el agente infeccioso.

Las diferencias observadas en las seroprevalencias de *Leptospira* spp. que se registran en el mundo varían notablemente debido a características de la zona en estudio: temperatura, precipitación, humedad relativa, así como el pH, estructura y composición del suelo (Sandow y Ramírez, 2005).

Los serovares que presentaron una mayor seroprevalencia en esta investigación fueron *L. hardjo*, *L. canicola*, *L. pyrogenes* y *L. autumnalis*; resultados que concuerdan a los obtenidos por Arévalo *et al*, (2016) en El Salvador; y estudios en otros países como México, Chile y Colombia (Gómez, 2005; Valencia, 2007; Troncoso *et al.*, 2013; González, 2016).

Los serovares *L. hardjo* y *L. pyrogenes* poseen como reservorio a los bovinos; quienes son considerados como su hospedador de mantenimiento (Samir *et al.*, 2015); en este sentido la alta frecuencia de los serovares *L. hardjo* y *L. pyrogenes* en el presente estudio, puede estar relacionado a la transmisión desde bovinos. En cuanto a la alta seroprevalencia de *L. canicola*, el perro es el hospedador de mantenimiento y su presencia en este estudio se puede

deber a la presencia de perros en los potreros. Los perros cumplen funciones de compañía, vigilancia o pastoreo; sin embargo, la conducta de los perros de orinar en distintas partes para delimitar su territorio, los vuelve un factor de riesgo, ya que las *Leptospiras* son eliminadas por esta vía y así facilita la transmisión a otros animales (Sepúlveda, 2002); de acuerdo a los datos obtenidos por la encuesta el 93% de los equinos tiene contacto con bovinos y el 91% con caninos. En cuanto al serovar *L. autumnalis* ha sido aislada en vida silvestre (mapaches); y en perros domésticos (Moore *et al.*, 2006; Senthil *et al.*, 2013).

Los resultados de seroprevalencias tanto en unidades productivas como animales por cantón son elevadas, ya que el 80% de las unidades productivas que ingresaron al estudio poseían al menos un animal seropositivo a *Leptospira* spp., encontrando seroprevalencias por unidades productivas del 70.59%, 82.05% y 88.89% en los cantones San Carlos Lempa, Las Mesas y Las Anonas, respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Seroprevalencia general de unidades productivas por cantón.

SEROPREVALENCIA DE UNIDADES PRODUCTIVAS POR CANTON				
Cantón	Positivos	Negativos	total	Seroprevalencia
San Carlos Lempa	24	10	34	70.59 %
Las Anonas	24	3	27	88.89%
Las Mesas	32	7	39	82.05 %

En los cantones en estudio se obtuvieron datos de seroprevalencia general en equinos similar entre ellos (Cuadro 3). En cuanto a la presencia de los siete serovares estudiados se determinó que se encuentran en los tres cantones en diferentes proporciones, considerando como excepción única la ausencia del serovar *L. australis* en el cantón las mesas (Fig. 3). La presencia de los siete serovares puede ser debido a que las zonas cumplen con las características necesarias para que la bacteria sobreviva y se disemine por la región, tomando en cuenta que en este lugar hay inundaciones frecuentemente en la época lluviosa, formando un medio ambiente que favorece al mantenimiento de la bacteria, esto unido a la presencia de diferentes especies de animales domésticos y silvestres que pueden servir como hospederos y reservorios.

Cuadro 3. Seroprevalencia por cantón.

SEROPREVALENCIA DE ANIMALES SEROPOSITIVOS POR CANTON				
Cantón	positivos	negativos	total	Seroprevalencia
San Carlos Lempa	32	18	50	64.00 %
Las Anonas	28	9	37	75.68 %
Las Mesas5	42	18	60	70.00 %

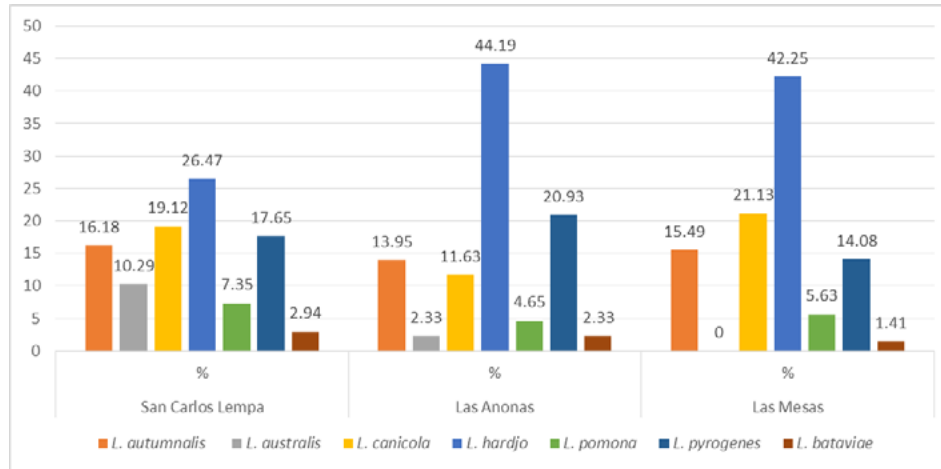


Figura 3. Porcentaje de serovares de *Leptospira* spp. en equinos por cantón.

La seropositividad de *Leptospira* spp. está ampliamente distribuida, observándose positividad tanto en unidades productivas como en equinos en toda la zona de estudio (Fig. 4). La mayor cantidad de casos de seropositividad en equinos están asociados a la localización de los asentamientos humanos, debido a la mayor concentración de dichos animales, al ser estos empleados para transporte y trabajo. Esto demuestra la presencia de la bacteria en el medio, que representa un riesgo para diferentes especies animales y personas en la zona.

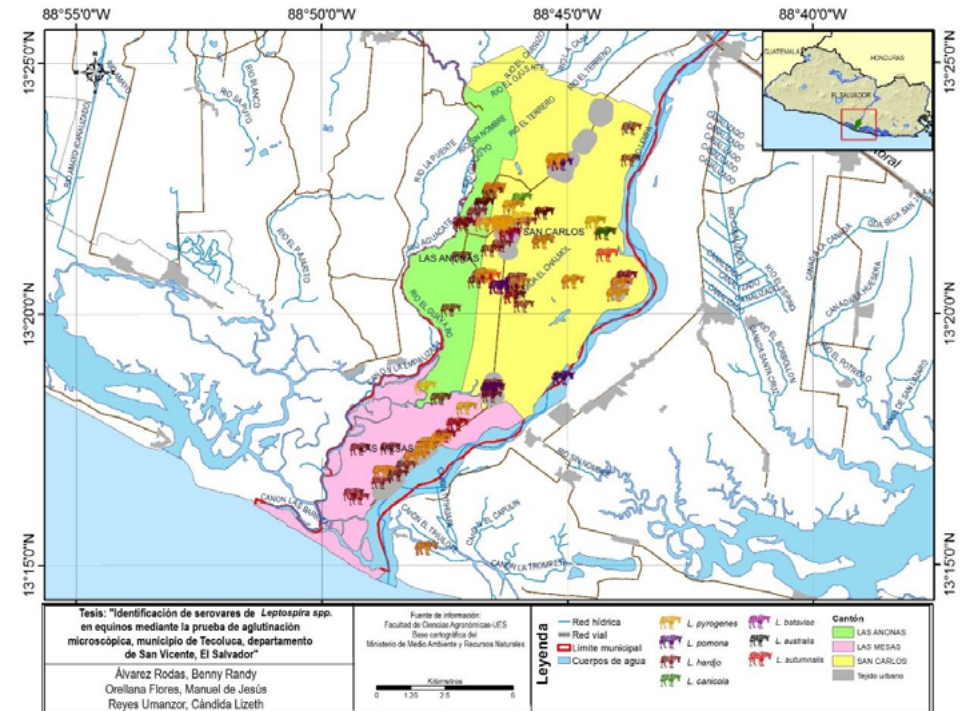


Figura 4. Georreferenciación de equinos seropositivos y seronegativos a *Leptospira* spp. en la zona de estudio.

Conclusiones

La presente investigación de seroprevalencia de *Leptospira* spp. realizada a nivel del bajo Lempa, demuestra una amplia diseminación del agente infeccioso en equinos de toda la zona de estudio.

El 69.39% de seropositividad en equinos y el 80% en propiedades identificadas en el presente estudio, reflejan una elevada seroprevalencia de leptospirosis a nivel de hato y propiedades, lo que demuestra el contacto de la mayoría de animales con la bacteria.

Mediante la presente investigación, se demostró la circulación de al menos seis serovares en los equinos de los tres cantones en estudio: *L. hardjo* 45.57%, *L. canicola* 22.44%, *L. pyrogenes* 21.08%, *L. autumnalis* 19.04%, *L. pomona* 7.48%, y *L. bataviae* 2.72%; siendo únicamente *L. australis* 5.44% el serovar ausente en uno de los cantones, convirtiéndose en algún momento a los equinos en potenciales transmisores de los siete serovares en cuestión.

La mayor cantidad de casos seropositivos en equinos se distribuyeron geográficamente en los asentamientos humanos de los tres cantones, debido a la mayor concentración de dichos animales al ser estos empleados para fines de transporte y trabajo.

El hallazgo de la presencia de los serovares *L. hardjo*, *L. pyrogenes* y *L. canicola* en mayores porcentajes, en las muestra de equinos, es un fuerte indicativo de la participación de bovinos y caninos como importantes hospederos de mantenimiento del agente en la zona de estudio, ya que además fueron las especies con mayor convivencia con los equinos participantes en la investigación.

El control de Leptospirosis en la zona de estudio, debe ser dirigido primariamente a bovinos y caninos, quienes son los hospederos de mantenimiento de *L. hardjo* y *L. pyrogenes* y *L. canicola*, respectivamente.

Recomendaciones

Realizar esfuerzos para la incorporación de los serovares *L. bratislava*, *L. wolffi* y *L. ballum* en el diagnóstico de Leptospirosis en equinos, en los laboratorios oficiales del país.

Debido a la alta seroprevalencia de *Leptospira* spp. en la zona es necesario implementar una campaña de educación zoonosanitaria para la población en general, enfocada en la prevención de la enfermedad, incentivando la notificación inmediata de casos sospechosos a la enfermedad. Asimismo, es de gran importancia adquirir un método diagnóstico que tenga mayor especificidad y sensibilidad para la detección de *Leptospira* spp., como las pruebas de aislamiento bacteriano y técnicas moleculares basadas en la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR).

Llevar a cabo campañas de vacunación dirigidos a las especies bovina y canina, debido a su importancia como hospedadores de mantenimiento para los serovares *L. hardjo* y *L. pyrogenes* y *L. canicola* respectivamente.

Ampliar la investigación en la zona incluyendo diferentes especies de animales domésticos y silvestres como perros, cabras, ovejas, cerdos, mapaches y roedores, debido a que diferentes hospederos de mantenimiento pueden ser causantes de la transmisión de diferentes serovares de *Leptospira* spp.

Realizar investigaciones que permitan establecer la seroprevalencia y distribución de los diferentes serovares de *Leptospira* spp. a nivel nacional.

Bibliografía

- Arévalo Centeno, RU., Benítez Salvador, NE., Fernández Hernández, AS. 2016. Estudio Epidemiológico de Leptospirosis en población equina en tránsito en la zona oriental de El Salvador. Tesis Med Vet. San Miguel. SV. Universidad de Oriente. 35-52 p.
- Bedoya Ríos, MA, Jaimes Salcedo J, Molina Sanguino L. 2013. Prevalencia de *Leptospira* Spp en equinos de la vereda Guatiguara del municipio de Piedecuesta Santander (En Línea). REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria) 14(11B): 1-6. Consultado 24 Ago 2015. PDF. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n11113B.html>.
- Finger, MA., Barros Filho, IF., Leutenegger C., Estrada, M., Ullmann, LS., Langoni, H., Kikuti, M., Dornbush, PT. Deconto, I., Biondo, Aw. 2014. Serological and molecular survey of *Leptospira* spp among cart horses from an endemic area of human Leptospirosis in Curitiba, southern Brazil. Revista do instituto de Medicina Tropical de Sao Paulo. 56(6): 473-476
- Foro Nacional de Leptospirosis de Nicaragua y reunión internacional de países que están enfrentando brotes de Leptospirosis en las Américas. 2012. Informe de las reuniones: País El Salvador (En Línea). Managua, NI.1-38 p Consultado 16 Set. 2016. PDF. Disponible en: http://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=19942&Itemid
- Gómez Molina, TG. 2005. Serovariedades de *Leptospira* presentes en ganado de tres centros ecuestres pertenecientes al Ejército Mexicano. Rev. Sanidad Militar México. 59(4): 260-264.
- González Heise DA. 2016. Descripción de la presentación de sueros positivos a *Leptospira* spp. Y su relación con factores individuales de equinos pertenecientes a un centro ecuestre militar de la región de Valparaíso. Tesis Med Vet. Chile. Universidad de Chile. 13-17 p.
- Martin, SW., Meek, AH. Willeberg, P. 1997. Epidemiología Veterinaria, principios y métodos. Medida de la frecuencia de la enfermedad y de la producción. Trad. JM Tarazona. New ed., Zaragoza, ES. ACRIBIA. 62p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2015. Boletín Epidemiológico semanal de los servicios veterinarios (En Línea). Consultado 20 mar. 2017. PDF. Disponible en: <http://www.mag.gob.sv/>

- Méndez, C., Benavidez, L., Esquivel, A., Aldama, A., Torres, J., Gavaldón, D., Melendez, P., Moles, L. 2013. Pesquisa serológica de *Leptospira* en roedores silvestres, bovinos, equinos y caninos en el noreste de México. *Revista Salud Animal* 35(1): 25-32.
- MSAL (Ministerio de Salud de Argentina).2014. Guía para el equipo de salud: Diagnostico de Leptospirosis(En Línea). Consultado 20 mar. 2017. PDF. Disponible en: <http://www.msal.gov.ar/imagenes/stories/bes/graficos/0000000489cnt-guia-medica-leptospirosis.pdf>
- Moore, G. E., Guptill, L. F., Glickman, N. W., Caldanaro, R. J., Aucoin, D., Glickman, L.T. 2006. Canine Leptospirosis united states 2002–2004. *Emerging infectious diseases*. 12(3): 501 – 503.
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, FR). 2014. Manual de las Pruebas de Diagnóstico y las Vacunas para los Animales Terrestres: Leptospirosis. (En línea). 7ª ed. París, FR. Consultado 12 ago. 2016. PDF. Disponible en: http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.01.09_Leptospirosis.pdf
- Rey Riaño, LA., Pineda Rojas, NF., Góngora Orjuela, A., Parra Arango JL., Patiño Burbano, RE. 2015. Evaluación Serológica a *Leptospira* spp. en equinos aparentemente sanos en municipios del Meta y Guaviare, Colombia. *Revista Lasallista de Investigación*. 12(1): 154-161.
- Sadow K, Ramirez W. 2005. Leptospirosis (En Línea). REDVET (Revista Electrónica de Veterinaria) 6(6): 1-61 Consultado 24 Ago 2016. Disponible en:<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605.html>
- Samir, A., Soliman, R., El Harnir, M., Moein, K. A., Halem, M. E. 2015. Leptospirosis in animals and human contacts in Egypt: broad rangel surveillance. *Revista da sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 48(3): 272-277.
- Schmeling, MF., Arn, E., De Marco, PL., Vanasco, NB. 2009. Utilidad del serodiagnóstico de Leptospirosis en equinos aparentemente sanos. *Revista FAVE- Ciencias Veterinarias*. 8(2): 55-59.
- Sellon, DC., Long M. 2013. Equine Infectious Diseases: Leptopirosis. Ed MT Hines. 2 ed. Missouri. ELSEVIER. p C32. 302-312
- SENASA (Servicio Nacional de Salud Animal). 2012. Informe sobre la Situación Sanitaria de Costa Rica (En Línea). Costa Rica. Consultado 17 Set. 2016. PDF. Disponible: <http://www.senasa.go.cr/senasa/sitio/files/060114055646.pdf>
- Senthil, NR., Palanivel, KM., Rishikesavan, R. 2013. Seroprevalence of *Leptospiral* Antibodies in canine population in and atound Namakkal. *Jornual of Veterinary Medicine*. 12:1-4.
- Sepúlveda Montes, A., Dimas, JS., Preciado Rodriguez, FJ. 2002. La rata y el perro, importantes vectores de la Leptospirosis en explotaciones pecuarias de Cd. Guzmán, Jalisco. *Revista Cubana de Medicina Tropical* 54(1): 21-23
- Sotomayor R C, Manchego S, A, Chiok C, KL, Sandoval C, N, Ramirez M, Rojas M, Rivera H. 2012. Seroprevalencia de anticuerpos contra serovares de *Leptospira* spp en yeguas de un haras de la ciudad de Lima (En Línea). *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*. 23(4): 499- 503 Consultado 26 Ago 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1609-911720130004&lng=es&nrm=iso
- Rivera H. 2012. Seroprevalencia de anticuerpos contra serovares de *Leptospira* spp en yeguas de un haras de la ciudad de Lima (En Línea). *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*. 23(4): 499- 503 Consultado 26 Ago 2016. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1609911720130004&lng=es&nrm=iso
- Troncoso Toro I., Toro Barros J., Guzmán Cáceres A., Fuentealba Ortega J., Fischer Wiethuchter C. 2013. Evaluación serológica de *Leptospira* interrogans en equinos pertenecientes a un centro ecuestre de la provincia de Linares. *Revista CES Medicina veterinaria y Zootecnia*. 8 (2): 101-107.
- Valencia N, Silva, O. 2007. Prevalencia de *Leptospiraspp* en equinos en la Sabana de Bogotá. Tesis MedVet. Bogotá, CO. Universidad la Salle. 25 p.
- Verma A, Stevenson B, Adler B. 2013. Leptospirosis in Horses (En Linea) *Veterinary Microbiology*. 167 (2013): 61-66. Consultado 27 ago 2016. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03781135/170>.

Determinación de la resistencia de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en bovinos de cinco ganaderías del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador

Ramírez-Hernández, AF
Estudiante tesista
Departamento de Medicina Veterinaria
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: arlen.fabiola.ramirez@gmail.com.

Romero-Pérez, LE
Docente director
Departamento de Medicina Veterinaria
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: luisromerovet@gmail.com

Alvarenga-Artiga RF
Docente director
Departamento de Medicina Veterinaria
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: rosyfrancis@hotmail.com.

Resumen

El estudio se llevó a cabo en el período comprendido entre mayo y octubre de 2016, en 5 ganaderías del área rural del municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, con características topográficas y de manejo similares entre sí. Se tomó animales cuyas edades no superaban los 2 años. Mediante el uso de los métodos de flotación y de McMaster, se determinó la presencia de nematodos en las muestras de heces recolectadas de 48 unidades animales, así como su carga parasitaria (Ganadería 1: 2,686hpg, ganadería 2: 1,405hpg, ganadería 3: 1,075hpg, ganadería 4: 833hpg, ganadería 5: 1,971hpg); por los métodos empleados, no es posible la identificación de géneros de nematodos gastrointestinales hallados durante la fase de laboratorio, debido a la similitud entre ellos; pero se puede afirmar que pertenecen a las superfamilias Strongyloideae y Trichostrongyloideae. Con el propósito de investigar la resistencia de nematodos gastrointestinales, los 48 animales fueron tratados con ivermectina al 1% con dosis de 200mcg/KgPV, y se encontró que la reducción del conteo de huevos por gramo de heces (14 días posterior al tratamiento con ivermectina) fue entre el 53.05% y el 75.62% (Ganadería 1: 1,261hpg, ganadería 2: 383hpg, ganadería 3: 262hpg, ganadería 4: 241hpg, ganadería 5: 721hpg) por ganadería, dejando en evidencia la presencia de resistencia antihelmíntica de nematodos gastrointestinales a la ivermectina en las cinco ganaderías que participaron en este estudio.

Palabras Clave: resistencia antihelmíntica, ivermectina, bovinos, Ilobasco, El Salvador.

Abstract

the study was carried out between May and October 2016 in 5 farms in the rural area of the municipality of Ilobasco, Cabañas department, with similar topographical and management characteristics. Animals were taken whose ages did not exceed 2 years. Using the flotation and McMaster methods, the presence of nematodes in faecal samples collected from 48 animal units and their parasitic load were determined (Livestock 1: 2,686 eggs per gram, livestock 2: 1,405 epg, livestock 3: 1.075 epg, livestock 4: 833 epg, livestock 5: 1,971 epg); by the methods used, it is not possible to identify genera of gastrointestinal nematodes found during the laboratory phase, due to the similarity between them; but it can be said that they belong to the superfamilies Strongyloideae and Trichostrongyloideae. In order to investigate resistance of gastrointestinal nematodes, the 48 animals were treated with 1% ivermectin at a dose of 200mcg / KgPV, and it was found that reduction of egg count per gram of feces (14 days after treatment with ivermectin) was between 53.05% and 75.62% (Livestock 1: 1,261 epg, livestock 2: 383 epg, livestock 3: 262 epg, livestock 4: 241 epg, livestock 5: 721 epg) by cattle breeding, leaving in evidence the presence of nematode anthelmintic resistance gastrointestinal to ivermectin in the five farms that participated in this study.

Key words: antihelmintic resistance, ivermectin, cattle, Ilobasco, El Salvador.

Introducción

La resistencia antihelmíntica se define como la disminución de la eficacia de los antihelmínticos, frente a una población de parásitos (Márquez, 2007). Existen ya antecedentes documentados en bovinos, ovinos, caprinos y equinos, en los cuales se atribuye la causa al uso continuo de fármacos o químicos antiparasitarios que con cada aplicación dejan un pequeño porcentaje de nematodos sobrevivientes que resistieron al fármaco; que se reproducirán y transmitirán esos genes de resistencia a las nuevas generaciones, que serán ya resistentes al antihelmíntico (González *et al.*, 2012. Sievers y Alocilla 2007). Éste fenómeno puede presentarse en diversas latitudes, con climas variables (templado, tropical y subtropical) (Márquez 2007).

La detección de la resistencia antihelmíntica se puede realizar por medio de dos métodos: *in vitro*, y de campo; siendo el segundo el más viable en el medio, pues su facilidad para la realización le convierte en el método de elección en las investigaciones parasitológicas de este tipo (González *et al.*, 2012).

La resistencia de nematodos gastrointestinales a antihelmínticos de uso común, puede causar serios efectos negativos en la productividad de cualquier explotación de ganado bovino. Esta situación tendrá consecuencias sobre la ganancia de peso del animal, productividad, condición corporal, actitud reproductiva y estado de salud general; lo cual instiga a prestar atención a este tema; pues representa un asunto importante para la medicina veterinaria, las autoridades responsables de la salud animal, salud humana y al productor (Torres *et al.*, 2007).

Actualmente no existe información sobre resistencia antihelmíntica en el país, por lo que es necesario generar información relacionada al tema; ya que están comprometidas la salud animal, y la seguridad alimentaria.

En la actualidad, la resistencia antihelmíntica es un problema preocupante, que se ha extendido de manera alarmante en las últimas décadas, superando el interés académico para convertirse en un problema importante para la industria ganadera de muchas regiones del mundo y para la medicina veterinaria en general (Márquez, 2007).

El objetivo de este estudio ha sido reportar la presencia de nematodos resistentes a la ivermectina, así como para elaborar recomendaciones dirigidas a ganaderos para el correcto uso de los antiparasitarios.

Materiales y métodos

Ubicación, duración, unidades experimentales

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador, en un período de cinco meses y medio comprendido del 2 de mayo al 20 de octubre de 2016.

Metodología de campo

Un total de 11 ganaderías fueron seleccionadas y visitadas, procesando de forma inicial 145 unidades animales, esto con la finalidad de obtener las cinco ganaderías necesarias para desarrollar la investigación. Las características tomadas en cuenta para la incorporación de las ganaderías al estudio fueron: a) que tuvieran animales menores de 2 años, b) que el antihelmíntico de elección fuera ivermectina, c) que aplicaran ivermectina al ganado por lo menos 3 veces al año, y d) que en la prueba piloto la carga parasitaria fuera elevada (mayor a 200hpg). Debido a los resultados de seis ganaderías que en su mayoría fueron negativos o con muy baja carga parasitaria, éstas fueron excluidas del estudio; dejando un total de 48 unidades animales de cinco ganaderías, los cuales atravesaron todas las etapas de la fase de campo. Se visitó y muestreó una propiedad por día, tomando muestras en el día cero; previo a la desparasitación con ivermectina, y de las cinco propiedades que cumplían con las características para incorporarse al estudio se procedió a la toma de muestra el día 14, posterior a la aplicación de ivermectina (con dosis de 200mcg/kgPV); como es recomendado por la FAO (Maday, 2013). La toma de muestras de heces se realizó en horas tempranas del día (5:00-7:00 am) para poder ser trasladadas en una hielera a una temperatura entre 4° y 10°C al Laboratorio de Medicina Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, y procesadas de inmediato.

Una reducción en los resultados de conteo de huevos por gramo de heces mayor al 90%, entre el primero y el segundo muestreo es indicativo de la eficacia de la ivermectina, de lo contrario se puede considerar como una resistencia antihelmíntica. De las cinco ganaderías que atravesaron todas las etapas del estudio, se trabajó con catorce animales de la ganadería 1 (la cual cuenta con 40 animales), nueve animales de la ganadería 2 (la cual posee 27 animales), doce animales (de 29 en total) de la ganadería 3, seis animales (de 24) de la ganadería 4, y siete animales (de 18) de la ganadería 5; con un total de 48 unidades experimentales, mismos que fueron clasificados en dos grupos: el grupo que consta de animales menores de un año de edad, y el grupo con animales de 12 a 24 meses.

Metodología de laboratorio

Se utilizó dos métodos para procesar las muestras de las 48 unidades experimentales:

El método de flotación se utilizó para determinar la presencia de huevos de nematodos en las heces (Sixtos 2012).

El Método de Mc Master, se utilizó para la cuantificación de huevos en las heces de los bovinos. Los recuentos de huevos en heces ayudan al diagnóstico de las helmintiasis de los animales domésticos (Figuroa y Rodríguez 2007).

En este estudio, no fue posible la identificación de géneros de nematodos gastrointestinales hallados durante la fase de laboratorio, sin embargo; se puede afirmar que pertenecen a las superfamilias Strongyloideae y Trichostrongyloideae.

Metodología estadística

Consistió en el método descriptivo a base de un muestreo a conveniencia.

La descripción de los hallazgos se realizó mediante la estadística descriptiva, utilizando únicamente las medias y porcentajes de los resultados presentados en tablas y gráficos.

Resultados y discusión

En el presente estudio participaron cinco ganaderías en las cuales se evaluó la reducción del conteo de huevos por gramo de heces frente al uso de la ivermectina al 1%, obteniéndose porcentajes entre el 53.05% y el 75.62% por ganadería (Fig.1).

Para estos casos el grupo de menores de 12 meses, éste presentó resultados de reducción de conteo de huevos por gramo de heces entre 49.41% y 71.6%; mientras que el grupo de 12 a 24 meses obtuvo resultados que varían entre 68.42% y 100% (Cuadro 1).

En los resultados obtenidos por ganadería, en ninguno de los casos el porcentaje de reducción de hpg supera el 90.0% que la FAO establece como mínimo para declarar un antihelmíntico como efectivo; se demuestra que en las cinco ganaderías existe resistencia antihelmíntica. En las ganaderías 1, 2, 3 y 5; el grupo de los menores de 12 meses es el que refleja menor efectividad de la ivermectina, sin embargo; en la ganadería 4 ambos grupos presentan resultados similares, con un promedio del 70.94% (Fig.1). Se afirma que existe resistencia antihelmíntica en las cinco ganaderías evaluadas, en el municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas.

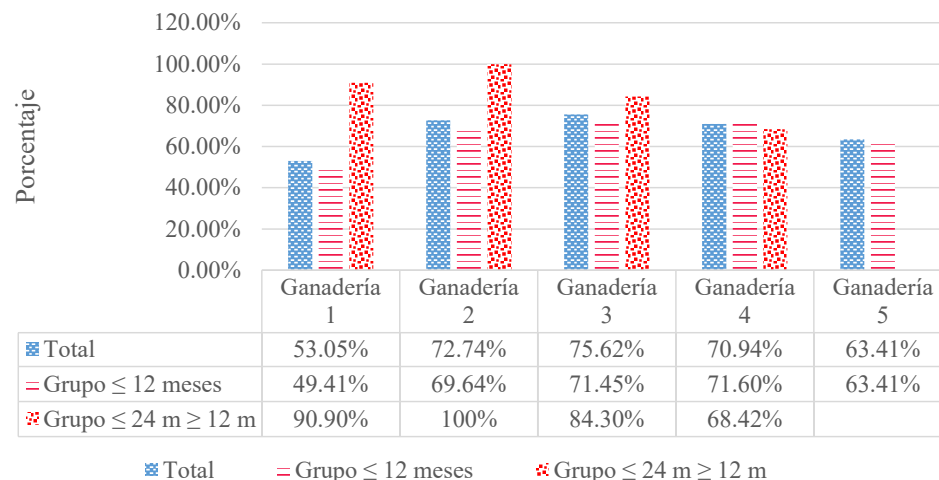


Figura 1. Reducción del conteo de huevos por gramo de heces frente a la ivermectina al 1% para las categorías: Grupo menores de 12 meses y Grupo de 12 a 24 meses.

Los resultados observados en este estudio, son comparables a los publicados en otros países, como es el caso de México donde se reportó una reducción de hpg de heces frente a la ivermectina del 61% al 69% (González Garduño, 2012); o el caso de Argentina donde se reportó a penas una reducción entre el 38% y el 55% (Caracostantogolo, 2004); en Chile, donde la efectividad de la ivermectina se demostró ser inferior al 90.0% (Sievers y Alocilla 2007); o aún el caso más inquietante, un estudio de Nueva Zelanda, donde se reportó una ganadería con 0%, y otras con valores entre el 60% y 88% de reducción de hpg de heces (Waghorn, 2016). En la región centroamericana, Nicaragua y Costa Rica poseen estudios en los que se confirma la resistencia antihelmíntica a la ivermectina, así como a otros fármacos estimando la efectividad de la ivermectina en porcentajes del 31.25% al 100% y de 29% al 71% respectivamente (Rimbaud *et al.* 2005, Maroto *et al.* 2011). Los resultados de efectividad de la ivermectina obtenidos en algunas ganaderías de Nicaragua y Costa Rica están por debajo de los expresados en este estudio, y reflejan la realidad en la región centroamericana del problema de la resistencia antihelmíntica (Maroto 2011).

Cuadro 1. Comparación de la reducción porcentual de huevos por gramo de heces de la Ivermectina 1%, respecto a ganaderías y grupos menores de 12 meses y de 12 a 24 meses, en las cinco ganaderías evaluadas.

Ganadería	Tratamiento	Conteo de hpg previo al tratamiento	Conteo de hpg posterior al tratamiento	Eficacia
1	IVERMECTINA	2,686	1,261	53.05%
N= 14				
GRUPO ≤12 meses	IVERMECTINA	3,430	1,735	49.41%
N= 10				
GRUPO ≤24 meses	IVERMECTINA	825	75	90.9%
N= 4				
2	IVERMECTINA	1,405	383	72.74%
N= 9				
GRUPO ≤12 meses	IVERMECTINA	1,621	492	69.64%
N= 7				
GRUPO ≤24 meses	IVERMECTINA	650	0	100%
N= 2				
3	IVERMECTINA	1,075	262	75.62%
N= 12				
GRUPO ≤12 meses	IVERMECTINA	1,093	312	71.45%
N= 8				
GRUPO ≤24 meses	IVERMECTINA	1,037	162	84.3%
N= 4				
4	IVERMECTINA	833	241	70.94%
N= 6				
GRUPO ≤12 meses	IVERMECTINA	810	230	71.60%
N= 5				
GRUPO ≤24 meses	IVERMECTINA	950	300	68.42%
N= 1				
5	IVERMECTINA	1,971	721	63.41%
N= 7				
GRUPO ≤12 meses				

Los factores que contribuyen a la aparición de la resistencia antihelmíntica son varias; pueden ser intrínsecos o extrínsecos. Los factores intrínsecos son aquellos relacionados directamente con el parásito y corresponden a aspectos de la genética, ecología, comportamiento, y fisiología de los parásitos; estos factores se encuentran fuera del control directo del hombre. Los factores extrínsecos son los que se relacionan directamente con el hombre y los factores operativos del uso del producto (FAO 2003).

Existe mucha bibliografía que describe el efecto de estos factores sobre la resistencia antihelmíntica, misma que es respaldada por estudios:

Refugio: de acuerdo a Torres *et al.* (2007), este es el factor más importante en el desarrollo de la resistencia a los antihelmínticos. Cuando el 20% de los animales no son tratados, se retarda la evolución de resistencia y se ahorra en la compra de antihelmínticos (Torres *et al.* 2007). Para esta investigación, el 100% de las ganaderías no considera el refugio al momento de desparasitar sus animales, de decir que lo usual es desparasitar a todo el hato en conjunto.

Animales con cargas parasitarias recurrentes o elevadas y omisión de pruebas coprológicas: los animales que a pesar de la administración de antihelmínticos tendrán siempre elevadas cargas parasitarias; éstos son reservorios, contaminan las pasturas y diseminan los parásitos resistentes a los antihelmínticos, perjudicando mayormente a los animales jóvenes (FAO 2003). Dado que el 100% de las ganaderías que participaron de esta investigación no realiza pruebas coprológicas para determinar la carga parasitaria mediante el conteo de huevos por gramo de heces, no hay manera de detectar a los animales con cargas parasitarias recurrentes. Si no hay un diagnóstico de parásitos nematodos previo a la administración de la Ivermectina, no se establece si existe una verdadera necesidad del uso del producto; siendo un riesgo para la aparición de nematodos resistentes al antihelmíntico (FAO 2003).

Efecto residual: de acuerdo a las encuestas realizadas previo al desarrollo de la investigación, el 100% de las personas cuyas ganaderías participaron de la investigación, ignoran que la ivermectina tiene un efecto residual muy prolongado, que puede ser de hasta 180 días; y que no debe administrarse durante la producción de leche, ni previo al descarte para consumo de carne.

Aplicación de dosis inadecuada y cálculo del peso del animal: existen diversas maneras de sobredosificar o subdosificar un fármaco. De acuerdo a las encuestas de esta investigación, los pequeños ganaderos no poseen el equipo necesario para pesar a un bovino, lo usual es calcular el peso con estimación visual, y aunque los ganaderos sepan la dosis aproximada del medicamento, si no cuentan con una manera de calcular el peso de manera más acertada (Torres *et al.* 2007); la dosis será inadecuada; y esto podría estar ligado a la aparición de la resistencia antihelmíntica (Maroto 2011). Para este estudio se confirmó durante la fase de campo, que se aplican dosis inadecuadas en las cinco ganaderías participantes.

Uso alternativo de la ivermectina: en las encuestas realizadas para este estudio se refleja que es muy común el uso del producto para tratar otros padecimientos además de la parasitosis, como anorexia, debilidad, baja en la producción de leche, etc.; con base en creencias sobre cualidades ficticias de la efectividad del producto. Esto ocasiona que se aplique con más frecuencia, y sin pensarse destinada para eliminación de nematodos, es decir; que se sobredosifique.

Los resultados de este estudio sugieren que los animales de menor edad, es decir los del grupo de menores de 12 meses, han sido los más afectados por el parasitismo (reducción en el conteo de hpg de 65.1%), respecto a los resultados obtenidos para el grupo de 12 a 24 meses (reducción en el conteo de hpg de 85.9%), esto se puede relacionar a la respuesta inmune que el hospedador desarrolla conforme se enfrenta a desafíos a lo largo de su vida (Gutiérrez 2010). En general, al observar presencia de cargas parasitarias en la mayoría de los animales en todas las ganaderías, se puede decir que se evidencia una efectividad reducida de la ivermectina, ya que las superfamilias de parásitos identificadas deberían ser altamente susceptibles (Cuadro 1, Fig. 1). Los animales más jóvenes son los más propensos a padecer de parasitismo, tanto que además de ser vulnerables; han sido para el caso, los animales del grupo menores de 12 meses, los que han presentado mayor carga parasitaria (hasta 7,450 huevos por gramo de heces), y menor efectividad de la ivermectina (hasta 12.5%). Se estima que a medida que el animal crece, desarrolla una respuesta inmune contra los parásitos, en este caso nematodos gastrointestinales. Esto es reafirmado por Quiroz (2011), cuando menciona que, dentro del grupo de los rumiantes, los bovinos jóvenes son más susceptibles a nematodos gastrointestinales y pulmonares, razón por la cual se observa mayor inversión en antihelmínticos.

Conclusiones

La información expuesta en este estudio sienta un precedente sobre la resistencia antihelmíntica en el país, ya que se demostró que existe resistencia antihelmíntica en las poblaciones de nematodos gastrointestinales frente a la ivermectina en las cinco ganaderías del municipio de Ilobasco que participaron en esta investigación.

En los resultados obtenidos en esta investigación, se encontró que los animales más jóvenes presentaron mayor presencia de poblaciones de nematodos gastrointestinales con resistencia antihelmíntica.

El uso constante de la ivermectina para el control de nematodos parásitos del ganado bovino en estas cinco ganaderías, ya no representa una buena opción para el ganadero; dado que la resistencia a éste antihelmíntico es evidente (promedio en grupo menor ≤ 12 meses = 65.1%), su uso exclusivo representa pérdidas económicas y productivas en la explotación.

Las cinco ganaderías evaluadas en la presente investigación presentaron factores determinantes para el desarrollo de la resistencia antihelmíntica a nematodos gastrointestinales, los cuales incluyen: la preservación del refugio, manejo de animales con cargas parasitarias elevadas, omisión de pruebas coprológicas, efecto residual, dosificación inadecuada, cálculo del peso del animal, y uso alternativo del antihelmíntico.

La identificación de especies de nematodos gastrointestinales es un proceso difícil de realizar, que requiere de técnicas complejas y a su vez de equipo especializado para llevar a cabo dichas técnicas.

Recomendaciones

Evaluar la presencia de resistencia sobre otros antihelmínticos y otras especies animales de producción y domésticas a nivel nacional.

Implementar medidas rigurosas de manejo para el control de parásitos en animales jóvenes para retardar la presencia de resistencia antihelmíntica como: realizar pruebas coprológicas para el diagnóstico de parasitismo e identificación de nematodos; determinar la carga parasitaria de un hato previo a la administración de cualquier fármaco antihelmíntico; realizar planes de control parasitario integrales, que no dependan únicamente de un antihelmíntico, sino que permita explorar otras opciones como alternancia de los antihelmínticos, desparasitación por grupos en diferentes fechas, control de pasturas, etc.; en la ganadería, debe llevarse un registro de las fechas en que se realizan las desparasitaciones, así como el fármaco, y cantidades utilizadas; esto servirá como referente para la evaluación de su eficacia; identificar a los animales que presentan mayor carga parasitaria posterior a tratamientos antihelmínticos y eliminarlos, pues éstos tienen problemas de inmunidad y actúan como diseminadores de parásitos resistentes; exigir que para la comercialización de ivermectina y otros antihelmínticos, se brinde orientación técnica sobre el uso de los mismos.

Divulgar la información que este estudio ofrece, tanto el concepto de resistencia antihelmíntica; como la evidencia de su presencia en el territorio nacional.

Buscar alternativas para calcular el peso de los animales, como puede ser el uso de medidas zoométricas; así las dosis serán calculadas con base en un dato más aproximado a la realidad, y se evitará la inadecuada dosificación.

Investigar la eficacia de otros aniparasitarios para el control de los nematodos gastrointestinales en otras ganaderías del territorio nacional.

Implementar técnicas para la correcta identificación de especies de nematodos gastrointestinales.

Evitar el uso de ivermectina en animales jóvenes menores de dos años de edad.

Difundir información sobre el uso adecuado de la ivermectina así como de otros antiparasitarios, para retardar el desarrollo de la resistencia antihelmíntica, tomando en cuenta que los antiparasitarios son recursos no renovables cuya utilidad está limitada por la resistencia antihelmíntica.

Bibliografía

- Caracostantogolo, J., Castaño, R., Cutullé, Ch., Cetrá, B., Laberti, R., Olaechea, F., Plorutti, F., Ruiz, M., Schapiro, J., Martínez, M., Balbiani, G., Castro, M., Morici, G., Eddi, C. 2004. Evaluación de la resistencia a los antihelmínticos en rumiantes en Argentina. Argentina. 33p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT) 2003. Resistencia de los Antiparasitarios: Estado con énfasis en América Latina. Servicio de Sanidad Animal FAO, Italia. 51p.
- Figuroa Hernández, L. E., Rodríguez Zea, M. E. 2007. Manual de técnicas de diagnóstico en parasitología Veterinaria. USAC, Guatemala. Fac. de M.V.Z. p. 21-22.
- González Garduño, R., Torres Hernández, G., López Arellano, M. E., Mendoza de Gives, P. 2012. Resistencia antihelmíntica de nematodos parásitos en ovinos. Revista de Geografía Agrícola. No. 48-49: 63-74.
- Gutiérrez Pabello, J. A. 2010. Inmunología Veterinaria. México. Manual Moderno. 260p.
- Maday, J. 2013. FDA (Agencia de Drogas y Alimentos). Detecting and Preventing Drug-Resistant Parasites. (En línea). Estados Unidos. Disponible en <http://www.fda.gov/animalveterinary/safetyhealth/ucm366310.htm>.
- Maroto, R., Jiménez, A.E., Romero, J.J., Álvarez, V., De Oliveira, J. B., Hernández, J. 2011. First report of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of sheep from Costa Rica (en línea consultado el 07 de febrero de 2017). Veterinary Medicine International. Vol. 2011. Disponible en www.hindawi.com/journals/vmi/2011/145312/ DOI: 10.4061/2011/145312.
- Márquez Lara, D. 2007. Resistencia a los antihelmínticos en Nematodos de Rumiantes y estrategias para su control. Colombia. Corpoica. 166p.
- Quiróz Romero, H., Figueroa Castillo, J.A., Ibarra Velarde, F., López Arellano, M.E. 2011. Epidemiología de Enfermedades parasitarias en animales domésticos. Primera Ed. México. 642p.
- Rimbaud, E., Zúniga, P., Doña, M., Pineda, N., Luna, L., Rivera, G., Molina, L., Gutiérrez, J., y Vanegas J. 2005. Primer diagnóstico de resistencia a Levamisol e Ivermectina en nematodos gastrointestinales parásitos de ovinos Pelibuey en Nicaragua. Centro de Diagnóstico Veterinario, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Ciencias Comerciales, Managua, Nicaragua. Revista La Calera, Universidad Nacional de Costa Rica. Boletín de Parasitología. Vol. 5 No. 5: 49-51.
- Sievers, G., Alocilla, A. 2007. Determinación de resistencia antihelmíntica frente a Ivermectina de nematodos del bovino en dos predios del sur de Chile. Archivos de Medicina Veterinaria. Vol. 39. No. 1: 67-69.
- Sixtos, C. 2012. Procedimientos y técnicas para la realización de estudios coproparasitoscópicos. Revista Virbac al día. No. 24:6-8.
- Torres Vásquez, P.; Prada Sanmiguel, G.A. y Márquez Lara, D. 2007. Resistencia antihelmíntica de los nematodos gastrointestinales del bovino. Revista de Medicina Veterinaria. No. 13: 59-76.
- Waghorn, T. S., Miller, C. M., Leathwick, D. M. 2016. Veterinary Parasitology: Confirmation of ivermectin resistance in *Ostertagia ostertagi* in cattle in New Zealand. Nueva Zelanda. Elsevier. 229p.

Evaluación de la sanidad en conejos reproductores de raza neozelandés (*Oryctolagus cuniculus*), en relación a *Eimeria* spp. en granja Don Bosco, La Libertad, El Salvador

Molina-Platero VT

Estudiante tesista

Departamento de Medicina Veterinaria

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: verito_molina@hotmail.es

Cerón-Gómez ME

Estudiante tesista

Departamento de Medicina Veterinaria

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El

Salvador.

Correo electrónico: eli.ceron07@gmail.com

Meléndez-Calderón OL

Docente Director

Departamento de Medicina Veterinaria

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Correo electrónico: melendezmaterias@yahoo.com

Oviedo-Zelaya R

Docente Director

Departamento de Medicina Veterinaria

Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El

Salvador.

Correo electrónico: roviedo94@yahoo.es

Hernández-Panameño JC

Granja Don Bosco

Cantón El Escalón, San José Villanueva, La Libertad

Correo electrónico: granjadonbosco@gmail.com

Resumen

La investigación se realizó en la granja cunicola Don Bosco. Esta tuvo una duración de seis meses, que comprendió del mes de Febrero a Agosto de 2016, en el cantón El Escalón, Colonia a Sosa, San José Villanueva, Departamento de La Libertad, El Salvador.

El total de la población de conejos reproductores de raza neozelandés en la granja Don Bosco es de 312, se tomaron un total 172 muestras provenientes de machos y hembras. Las hembras y los machos reproductores, que se encuentran dentro de las jaulas tienen una edad de entre seis meses y dos años. Posterior a esta edad son descartados.

Después de la recepción de las muestras se colocaron en un frigorífico con una temperatura de aproximadamente 2°C. Se utilizaron claves taxonómicas para la identificación de ooquistes de *Eimeria* spp

Se utilizó el método de flotación con la técnica de solución sobresaturada de azúcar o Sheather, con el fin de demostrar la sanidad en el área de conejos reproductores a través de la presencia de ooquistes de *Eimeria* spp. Se realizó este estudio debido a que dentro de la granja Don Bosco no se tienen datos actualizados sobre la presencia de *Eimeria* spp. o coccidiosis. Otro de los motivos fue, los pocos estudios que existe sobre la cunicultura en el país y sobre todo, la evidencia de *Eimeria* spp., como enfermedad entérica.

Para mostrar los resultados obtenidos se utilizó, un análisis descriptivo, utilizando gráfica y cuadro para su comprensión. Se demostró que no hay evidencia de *Eimeria* spp. en los conejos reproductores con un porcentaje de 100% de negatividad, en el periodo en que se realizó la investigación. Se concluyó que las medidas higiénicas adoptadas dentro de la granja son adecuadas.

Las condiciones higiénicas adecuadas dentro de una explotación cunicola, en diferentes sistemas de producción, son clave para evitar la diseminación de la coccidiosis, en diferentes etapas de la producción.

Palabras clave: coccidiosis, conejo, cunicultura

Abstract

The research was accomplished on Don Bosco farm cunicola. This lasted for six months, from February to August of 2016, in the Canton El Escalón, Calle a Sosa, Municipality of San José Villanueva, department La Libertad, El Salvador.

The total population of New Zealand in the Don Bosco farm is 312, a total of 172 samples were taken from males and females. The female and the males breeding, that are inside the cages have and age of between six months and two years. After that age are discarded.

After receipt of samples were placed in a refrigerator with a temperature of approximately 2 °C. Taxonomic keys were used for the identification of oocysts of *Eimeria* spp.

The flotation method was used with the sugar supersaturated solution technique or Sheather, in order to demonstrate health in the area of reproducers rabbits through the presence of oocysts of *Eimeria* spp. It was decided to accomplish this research because in the Don Bosco farm does not have updated data on the presence of *Eimeria* spp. or coccidiosis. Another reason was the few studies that exist on cuniculture in the country and, specially, the presence or absence of *Eimeria* spp. as enteric disease.

To show the results obtained, a descriptive analysis was used, using graph and table for their comprehension. It was shown that there is no presence of *Eimeria* spp. for breeding rabbits with a percentage of 100% negative, between the period of the investigation. It was concluded that hygienic measures taken on the farm are adequate.

The appropriate hygienic conditions within a rabbit holding, in different production systems, are key to avoid the dissemination of coccidia in different stages of production.

Key words: Coccidiosis, rabbits, cuniculture.

Introducción

La cunicultura o crianza de conejos se presenta como una alternativa potencial de alimentación principalmente para las poblaciones rurales y actualmente está incrementando su consumo en las grandes ciudades por sus características nutricionales, calidad e inocuidad. El alto grado de proteínas (21%) (Moreno, 2006) de este mamífero permite ser una fuente idónea en la dieta para la población.

La producción mundial de carne de conejo en el 2010 fue de 1,683 millones de toneladas, estas se produjeron especialmente en Asia (48.1%), Europa (30.2%), Sudamérica (16.7%), África (4.7%) y Centroamérica (0.3%). Por países, China es el principal productor (39.8 %) seguido de Venezuela (15.6 %) e Italia (15.2%); México ocupa el decimoctavo lugar, con tan solo 0.3% de la producción (FAO, 2010). En vista de estos datos es necesario incrementar el consumo y la producción, actualmente en el país existe aproximadamente 20 granjas cunícolas con un promedio de 10,000 conejos de diferentes edades, la cual es muy baja comparadas con otros países (Hernández, 2015).

La cunicultura es el proceso de reproducción, cría y engorda de conejos, en forma económica, para obtener el máximo beneficio en la venta de sus productos y subproductos. El conejo no es un rumiante; sin embargo, puede crecer y reproducirse ingiriendo alimentos de origen vegetal, no utilizables en su mayor parte en la alimentación humana. Así, su cría y consumo son muy apropiados para las zonas donde los cereales y los alimentos de origen animal son escasos (Castellanos, 2008).

Debido a que cada día el consumo de carne va aumentando (Abdel-Baki y Al Quraishi, 2015), es necesario tener un control y conocimiento en las granjas cunícolas sobre algunas enfermedades, de las cuales pueden ser mortales y de fácil propagación, por lo que se llegan a pérdidas cuantiosas en muchas explotaciones (Silva *et al.*, 2006 y Jin *et al.*, 2012), siendo las enfermedades entéricas, las de mayor frecuencia y encontrándose en ellas la coccidiosis, que afectan económicamente a las granjas cunícolas, debido a la alta y fácil propagación dentro de estas (Silva *et al.*, 2006). A causa de la coccidiosis muchos agentes oportunistas del tracto intestinal, complican el cuadro de la enfermedad, traduciéndose a una mala absorción y se ve afectado el rendimiento zootécnico (Pujol, 2000 y Roca, 2006). Las mayores pérdidas se producen cuando las madres eliminan gran cantidad de ooquistes durante la lactación, lo que favorece la presencia de infecciones elevadas en los gazapos (Gutiérrez, 2003).

El diagnóstico de las coccidiosis de las granjas industriales se hace en el laboratorio. La coprología es el método de elección. La búsqueda de coccidios en el contenido fecal de uno o dos ejemplares da resultados aleatorios, dado que la excreción de ooquistes es un fenómeno de corta duración (2-3 días) o los animales mueren a menudo antes de este estadio, así mismo, un animal enfermo después de 3-4 días no excreta más que algunos ooquistes. El verdadero diagnóstico de coccidiosis en la granja tiene que hacerse a partir de diversas muestras de heces, recogidas debajo de varias jaulas de gazapos de 5-6 semanas. El laboratorio debe hacer un examen cuantitativo y la identificación de especies (Coudert *et al.*, 1992).

Debido a la poca información técnica científica adecuada en torno a este tema a nivel nacional y regional se vuelve necesario diseñar estudios con sustento técnico que aborde el tema de *Eimeria* spp. en esta especie. Es por eso que se contribuye con esta investigación a determinar si hay incidencia de esta patología, realizando exámenes coproparasitológicos para verificar la presencia de parasitosis en la granja. Además se realiza como apoyo al cunicultor, una guía técnica de fácil entendimiento para el manejo adecuado de las granjas cunícolas del país que contribuya al conocimiento, prevención y control de este protozooario en esta especie y por ende disminuir las pérdidas económicas causadas por esta patología.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica

La investigación se realizó en la Granja Cunicula Don Bosco, tiene una altitud de 542 m.s.n.m., ubicado en las coordenadas 13°34'02.0" latitud norte y 89°15'53.6" longitud oeste. La investigación tuvo una duración de seis meses, que comprendió del mes de Febrero a Agosto de 2016 en el cantón El Escalón, Colonia a Sosa, San José Villanueva, La Libertad. En el departamento de La Libertad predomina una temperatura promedio de 22-28 °C, una humedad relativa promedio diaria de 76%, precipitación promedio anual de 1,373.63 mm y una velocidad de viento promedio de 8.5 km/h.

Determinación de las unidades experimentales

El número total de muestras a investigar se determinó mediante el programa Win Episcopo 2.0 un software para la epidemiología veterinaria cuantitativa. Es adecuado tanto para el diseño como para el análisis epidemiológico y para detección de una enfermedad en una población (Ortega, 2007).

Según el programa Win Episcopo 2.0 en una población de 312 individuos en el área de maternidad, se debe seleccionar una muestra con al menos 172 individuos con un 5% de error aceptado y un nivel de confianza del 95%, realizándose dicha cantidad de muestras.

Alojamiento y distribución espacial

Dentro de la granja existen seis líneas de jaulas. Cada línea cuenta con dos extremos, cada extremo contiene 24 jaulas individuales con sus respectivos conejos reproductores. Dentro de todas estas jaulas existe una línea solo con 24 jaulas. A la vez estas cuentan con un macho reproductor al que corresponde a la primera jaula de la línea. Pero solo se contaron con 10 machos al momento de la investigación, por lo que todos los machos fueron muestreados.

Para la selección de las unidades experimentales se tomaron en cuenta todas las líneas. Se distribuyeron entre 13 y 14 muestras por cada extremo de la línea, todas al azar.

Cuidados dentro de la granja Don Bosco

La granja Don Bosco cuenta con 3000 conejos aproximadamente, de raza neozelandés, que está dividida en dos áreas: área de maternidad y área de engorde. El área de maternidad cuenta con una población de 312 conejos reproductores: 302 hembras y 10 machos. Cada conejo está ubicado en jaulas individuales, estas jaulas son de malla, lo que resulta más fácil para la limpieza de heces en esta. La altura del suelo al piso de la jaula es de medio metro, por lo que los conejos no tienen contacto con las heces, estas caen directo al suelo. Estas heces posteriormente son tratadas para abono.

La granja en estudio es tecnificada y aplica protocolos de limpieza y desinfección, lavándose las jaulas y posteriormente se flamea durante el cambio de conejo reproductor, dejando así libre de posibles agentes patógenos el área al siguiente conejo.

El acceso al área de maternidad es restringida y se toman medidas profilácticas como lavado de manos y el uso de botas. De igual manera no se lleva conejos desconocidos para su reproducción dentro de la granja, sino que existe un proceso de selección dentro de los gazapos nacidos dentro de esta, para su futura reproducción en la granja y así abastecerse.

Procedimiento para la toma de la muestra

Siendo nuestras unidades experimentales los conejos reproductores ubicados en cada una de las jaulas individuales en el área de maternidad, entre machos

y hembras. Se colocó zaranda de malla fina de 1/8" con las medidas de 28" x 28" que corresponde al tamaño de la jaula, que nos sirvió para facilitar la toma de la muestra. La tarde del día anterior se colocó esta zaranda y posteriormente se tomaron cuatro gramos de las heces que eran recolectadas una vez a la semana, siendo quince muestras semanales. Estas se colocan con espátula en recipientes plásticos previamente esterilizados, rotulándolos con número de jaula, fecha y hora de recolección, así como el llenado de la respectiva ficha clínica. Estas se colocaron en una hielera, para luego transportarlas hacia los laboratorios del Centro de investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), de la Universidad de El Salvador, para su posterior procedimiento.

Dentro del cronograma se detallan tres actividades importantes para el muestreo que son: la toma de muestra, que tuvo una duración de 12 semanas, recolectando 15 muestras todos los días lunes; el procesamiento de las muestras, que tenían lugar de lunes a miércoles en el laboratorio de CENSALUD el análisis de los resultados de laboratorio se evaluaron, esquematizaron y establecieron las conclusiones y recomendaciones.

Metodología de laboratorio

Este análisis de laboratorio se realizó durante tres meses, con una frecuencia de 15 muestras de heces recolectadas una vez a la semana, una muestra por conejo en tres meses. Durante la fase preliminar se utilizaron claves taxonómicas para la identificación de ooquistes de *Eimeria* spp.

Posterior a la recepción de las muestras, se almacenó en un frigorífico con una temperatura de 2°C para su conservación total y subsiguiente proceso en el laboratorio (Figuroa y Rodríguez, 2007). La recolección se efectuaba el día lunes en la mañana, consecutivamente a este se procesaban en un periodo de 72 horas posteriores a su recolección.

El método que se utilizó para facilitar la observación e identificación de los ooquistes de *Eimeria* spp. fue el Método de Flotación con azúcar sobresaturada o Sheather.

Este método constó de tres partes:

a) Preparación de la solución sobresaturada de azúcar

En un recipiente de peltre se depositó 1,280 gr. de azúcar en 1,000 cc de agua y se calentó a temperatura moderada, se agitó la solución con una varilla de vidrio, hasta disolverse completamente. No se llevó a hervor y al desprender vapores se retiró del fuego. Se dejó enfriar a temperatura ambiente y se agregó 10 cc de formol al 10% (Figueroa y Rodríguez, 2007).

b) Técnica de flotación

1. Se mezcló 2 gr de heces en 15 ml de solución sobresaturada de azúcar.
2. Se homogenizó muy bien las heces. Hasta que quedó una pasta uniforme.
3. Se pasó la mezcla por un tamiz elaborado con un embudo y gasa hacia un recipiente limpio.
4. Se colocó en un tubo de ensayo con el líquido filtrado.
5. Se colocó un cubreobjeto y se esperó 10-15 minutos.
6. Se retiró cuidadosamente el cubreobjeto para colocarlo sobre un portaobjetos.
- 7- Se observó al microscopio para detectar los ooquistes de *Eimeria* spp iniciando con objetivo de menor aumento y finalizar con 100x (Sixto, s.f.).

c) Interpretación.

Para la interpretación se utiliza el Método de Mc Master. Esta técnica es utilizada para determinar el número de huevos por gramo de heces y también se utiliza para determinar el número de larvas de nematodos y ooquistes de coccidias.

Procedimiento:

- Se pesa 2 gr. de heces.
- Se coloca en un tubo de ensayo.
- Se agrega 28 ml de solución sacarosa.
- Se agita fuertemente hasta homogenizarla.
- Se pasa la solución por un colador o cedazo (exprimir el sedimento).
- Se completa el tubo con la misma solución sacarosa.
- Se agita nuevamente y se toma con un gotero o pipeta parte de la solución.
- Se humedece con agua corriente la cámara de MacMaster para evitar

la presencia de burbujas, y llenarla con la solución.

- Se espera unos minutos para que se nivelen por completo los huevos, ooquistes y/o larvas.

- Se observa al microscopio y hacer el conteo separando por géneros parasitarios, de las áreas demarcadas en la cámara.

- Se cuenta mínimo dos cámaras.

Cálculo de recuento

Para el recuento de huevos se hace de la siguiente manera:

$$\text{Huevo por gramo} = \frac{\text{Recuento total} \times 100}{\text{No. de cámaras}}$$

Cada cámara presenta 0.15 cm de profundidad por 1 cm² (se examina 0.15 cm cúbicos). Por lo tanto los 30ml de la suspensión total (2 gr. de heces y 28 ml de solución sacarosa) tendrán 200 cámaras pero, como se requiere solamente el número total de huevos por gr., se multiplica por 100 cámaras (Sixto, s.f.).

Metodología estadística

Por tratarse de una investigación exploratoria descriptiva, no se requiere de un modelo estadístico específico inferencial, por lo que se aplicó únicamente un modelo estadístico descriptivo ya que solamente se buscaba determinar evidencia de *Eimeria* spp. en relación a las medidas sanitarias dentro de la granja, en las muestras analizadas. Se utilizó gráfica y cuadro para mostrar los resultados.

Resultados y discusión

Se analizaron 15 muestras de heces por semana, durante 12 semanas. En los cuales no se encontró ooquistes de *Eimeria* spp. (Cuadro 1).

Los resultados obtenidos fueron de 10 negativos en machos y 162 negativos en hembras (Cuadro 2), a la evidencia de *Eimeria* spp. lo que significa que los conejos reproductores están libres de este protozoario, en el período que se realizó la investigación.

Cuadro 1. Número de muestras analizadas por semana

Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Muestras analizadas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	7	172
Negativas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	7	172
Positivas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 2. Evidencia de *Eimeria* spp. en las muestras analizadas

	Positivos	Negativos	Total
Machos	0	10	10
Hembras	0	162	162
Total	0	172	172

Los resultados obtenidos según las muestras analizadas utilizando el método de flotación, para identificar la presencia de *Eimeria* spp., con relación a la sanidad dentro de la granja fueron negativos, esos resultados pueden estar influenciados positivamente debido a que dentro del área se llevan a cabo diferentes procedimientos de limpieza y desinfección. Estas acciones de limpieza se realizan con el propósito de mantener una higiene general dentro del área de maternidad, y así evitar brotes de enfermedades que pueden afectar a los conejos, a esto se le suma la alimentación a través de concentrado con coccidiostatos, el manejo adecuado de las instalaciones, utilización de medicamentos y desparasitaciones periódicas. A los excelentes protocolos de sanidad se le suma acciones que buscan evitar el confinamiento, acceso restringido a personas extrañas y nula introducción de conejos externos a la granja.

Los resultados obtenidos se refieren también al sistema implementado que evidencia ser una granja de explotación tecnificada, ya que según González-Redondo *et al.*, 2013 dice que la consideración de un control justo de las condiciones higiénicas es suficiente para mantener un bajo nivel de coccidios. Debido a que la granja don Bosco es una explotación cunícula tecnificada, programas de higienización y desparasitación adecuada, han dado resultado para mantener a la explotación libre de coccidiosis, ya que los valores de coccidios están estrechamente relacionados con las condiciones higiénicas. Abdel-Baki y Al-Quraishy, 2013 menciona los factores que puedan afectar la presencia de la coccidiosis en los conejos domésticos incluyen factores de manejo como el alojamiento y el uso de quimioprofilaxis.

Campbell, *et al.* 2015 sugiere que al mantenerse los animales en alojamientos con barreras sanitarias adecuadas, los conejos deben presentar un estándar sanitario satisfactorio, ideal, para no albergar estos microorganismos. Al mantener jaulas individuales en donde se aloja un conejo, como se maneja en esta granja, se reducen tanto el estrés como el contacto de los desechos de alimentación y heces. Según Troncoso *et al.*, 2015 se debe evaluar las áreas de alimentación, y el contacto con otras especies para tener una mejor validación de la capacidad del parásito para hospedarse en diferentes especies. Campbell *et al.*, 2015 describe la necesidad que dentro de la granja se lleve un control sobre la desinfección de los materiales utilizados, ya que la prevalencia de este parásito se produce más a menudo debido a fallos en la gestión. Un buen sistema de mantenimiento en la cual se considere la alimentación e higiene es esencial dentro de las granjas ya que la prevalencia de invasión depende además de la edad del animal, del sistema de manejo y de las estrategias preventivas y terapéuticas aplicadas (Szkucik *et al.*, 2014). El material de las jaulas es parte primordial de las instalaciones, ya que estas deben de mantener los más limpio posible, y evacuar así los desechos de alimentación y heces de los animales, evitando así la reinfestación de parásitos. El material del piso de las jaulas es un punto muy importante para su fácil limpieza y desinfección. Se ha informado de que los conejos infestados con coccidiosis dejan de excretar ooquistes cuando se crían sobre malla de alambre después de aproximadamente un mes, pero continuarán excretando oocitos cuando se mantienen en cama profunda (Schlout *et al.*, 2013).

La alimentación es un factor muy importante para evitar los brotes del parásito, junto con el manejo adecuado de la explotación lo que ayuda a mantener saludable la crianza y producción. Según Campbell *et al.*, 2015 la dieta y el manejo de los conejos se reconocen como factores que afectan la presencia de enfermedades en las explotaciones cuniculas. La razón de esta mejora es que los piensos comerciales que contienen fármacos anticoccidiales se han vuelto mucho más fáciles de obtener en granjas más grandes. En las fincas pequeñas, la hierba, el ensilaje y el grano son ampliamente utilizados como piensos de conejo, haciendo que la administración de anticoccidiales en piensos sea impracticable, aunque también se emplean prácticas distintas de los anticoccidios en la cría de conejos, como condiciones higiénicas deficientes y temperaturas subóptimas en algunas granjas pequeñas de conejos, lo que puede favorecer la aparición de infecciones de *Eimeria* spp. (Jin *et al.*, 2012).

Los resultados de la investigación pueden variar según las épocas climáticas en las que se desarrolle ya sea época seca o lluviosa. Los ooquistes pueden sobrevivir durante mucho tiempo en el ambiente húmedo pero son susceptibles a condiciones secas (Razavi *et al.*, 2010). Pero no sólo este es el único factor, hay otros factores muy importantes para la manifestación de esta infestación que pueden depender de la ubicación geográfica, la diferencia de las condiciones ambientales que prevalecen en la región, las condiciones del sistema de explotación, el número de muestras examinadas y la estación del año del estudio (Toma *et al.*, 2015).

Conclusiones

Los resultados del estudio muestran que no existe presencia de *Eimeria* spp. en conejos reproductores, machos y hembras, en el periodo estudiado.

El muestreo de heces y uso de la técnica de flotación para el diagnóstico de *Eimeria* spp., es un procedimiento adecuado y factible de realizar en nuestras condiciones, similar a lo establecido por la literatura.

La presentación temprana de *Eimeria* spp., es evitada en sistemas de mantenimiento alternativos cuando se mantienen condiciones higiénicas elevadas, beneficiando a los conejos de ambos sexos.

Recomendaciones

Mantener el control actual para evitar que la enfermedad coccidiosis o cualquier otra enfermedad pueda desarrollarse dentro de la granja Don Bosco y que pueda afectar la crianza y producción de conejos.

Se recomienda realizar un examen periódico de la explotación con la observación de ooquistes en las heces de los animales, ya que es de suma importancia como medida de control de la coccidiosis.

Realizar evaluaciones coprológicas en granjas cunícolas con diferentes niveles de sanidad incluyendo conejos en etapas diferentes a las comprendidas en este estudio.

Bibliografía

- Abdel-Baki, AAS; Al-Quraishy, S. 2013. Prevalence of coccidia (*Eimeria* spp.) infection in domestic rabbits, *Oryctolagus cuniculus*, in Riyadh, Saudi Arabia. *Revista científica Pakistan J. Zool.* 45(5):1-6
- Campbell, FJ; Cotrin de Paiva Campbell, D; Ribeiro Andrade, MC. 2015. Estudio comparativo da prática de manejo sobre a prevalência de *Eimeria* sp. em colônias de coelhos procedentes de dois biotérios de criação. *Revista científica RESBCAL.* 3(2):77-84
- Castellanos Echeverría, AF. 2008. Manuales para la educación agropecuaria: conejos. 3 ed. Distrito Federal, MX, Trillas. 118 p.
- Coudert, P; Bahagia, S; Rossi, GL. 1992. Endogenous development of *Eimeria intestinalis* in rabbits. *Revista científica JParasitol.* 1041p.
- FAO. 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Estadísticas (en línea). Consultado 18 sept. 2015. Disponible en <http://faostat.fao.org/DesktopModules/Admin/Logon.aspx?tabID=0>.
- Figuroa, L.E.; Rodríguez, M.E. 2007. Manual de Técnicas Diagnósticas en Parasitología Veterinaria. S. e. Gt. Universidad de San Carlos. P. 11-14.
- González-Redondo, P; Finzi, A; Negretti, P; Micci, M. 2008. Incidence of coccidiosis in different rabbit keeping systems. *Revista científica Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60(5):1267-1270
- Gutiérrez, JF. 2003. tratamientos y profilaxis de la coccidiosis en el conejo (en línea). *Cunicultura.* Consultado 22 Mayo 2016. Disponible en <http://server2.docfoc.com/uploads/Z2015/12/03/Mc7IJztMC2/4870ecfcbbbc97d3de46390f35cf7622.pdf> / 22 mayo de 2016
- Hernández, JC. 2015. Datos sobre la cunicultura en el país (entrevista), SV. Granja Don Bosco.
- Jing, F; Yin, G; Liu, X; Suo, X; Qin, Y. 2012. Large-scale survey of the prevalence of *Eimeria* infections in domestic rabbits in China. *Revista científica Parasitol Research.* 110:1495-1500
- Moreno García, B. 2006. Higiene e inspección de carnes. ES. Díaz de Santos. 442 p.

- Ortega-Mora, LM; Gottstein, B; Conrath, FJ; Buxton, D. UK. 2007. Working in Epidemiology (en línea). Consultado 28 ene. 2017. Disponible en <http://www.winepi.net/menu1.php>
- Pujol, JMR. 2000. Enfermedades del conejo: Generalidades. S.I., Mundi-Prensa Libros, S.A. 605 p.
- Razavi, SM; Oryan, A; Rakhshandehroo, E; Moshiri, A; Mootabi Alavi, A. 2010. Eimeria species in wild rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Fars province, Iran. Revista científica Tropical Biomedicine. 27(3): 470-475
- Roca, T. 2006. Bioseguridad y prevención sanitaria en cunicultura (en línea). ES. Consultado 2 feb. 2017. Disponible en <http://www.conejos-info.com/articulos/enfermedades-mas-comunes-en-cunicultura>.
- Schlolaut, W; Hudson, R; Rödelh, G. 2013. Impact of rearing management on health in domestic rabbits: A Review. Revista científica World Rabbit Sci. 21: 145-159
- Silva, AS; Varini Ceolin, L; González Monteiro, S. 2006. Endoparasitoses de coelhos criados em diferentes sistemas de manejo. Revista da FZVA 13(2):127-136.
- Sixtos, C. s.f. Procedimientos y técnicas para la realización de estudios coproparasitológicos, Revista Virbac al Día. 6 (24):1-12
- Szkucik, K; Pyz-Łukasik, R; Oktawian Szczepaniak, K; Paszkiewicz, W. 2014. Occurrence of gastrointestinal parasites in slaughter rabbits. Revista científica Parasitol Res. 113:59-64
- Toma Khider, A; Al-Rubaie, HMA; Jummah Khalil, F. 2015. Prevalence of coccidiosis in local breed rabbits (*Oryctolagus cuniculus*) in Baghdad province. Revista científica AL-Qadisiya Journal of Vet. Med. Sci. 14(1):1-7
- Troncoso, I; Fernández, I; Robles, A; Sepúlveda, E; Fisher, C; Barrientos, C; Villalobos, F. 2015. Determinación coproscópica de formas parasitarias en heces de conejos (*Oryctolagus cuniculus*) pertenecientes a la comuna de Concepción, Chile. Revista científica Revista parasitológica Latinoamericana. 64(2):54-59

Evaluación de diferentes tipos de cal y digestor enzimático de rastrojos en la disminución de coliformes fecales en lodos provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa, La Paz, El Salvador

Reyes-Melara, EG
Estudiante tesista
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: edgar_melara@hotmail.es

Mendoza-Miranda, AL
Estudiante tesista
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: lisandroamendoza@gmail.com

Rodríguez-Urrutia, EA
Docente Director
Departamento de Desarrollo Rural
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.
Correo electrónico: earu_1663@yahoo.com.mx

Resumen

La investigación se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador (UES), ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, en El Salvador; iniciando el 19 de marzo y finalizando el 30 de septiembre de 2016.

Se evaluaron la cal hidratada, cal agrícola y la cal yeso, y tres dosis de un Digestor Enzimático, con el objetivo de disminuir las concentraciones de coliformes fecales y metales pesados como el cobre (Cu) y zinc (Zn), en lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del municipio de San Luis Talpa, La Paz, El Salvador, la cual es administrada por la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), y determinar si cumplen los parámetros establecidos en la Norma Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, para que puedan ser utilizados en la agricultura sin riesgos de contaminación.

Las concentraciones de coliformes fecales después de 26 días de estar los lodos en los patios de secado de la Planta de Tratamiento y antes de establecer los diferentes tratamientos, fue de 23, 105,000 NMP/g, según los resultados de los análisis de laboratorio del Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), de la UES. La Norma Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, clasifica los lodos con esa concentración de coliformes fecales en clase "C", lo que significa que no pueden ser utilizados en agricultura.

El tratamiento más efectivo de la investigación después de 40 días de aplicados los tratamientos, que es el tiempo necesario para que la cal y el digestor enzimático hagan su efecto, es el uso de dos libras de cal hidratada más 0.61 cc de Digestor Enzimático en nueve libras de lodo, el cual disminuyó las poblaciones de coliformes fecales hasta en un 99.97% en los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa, en comparación con el testigo, lo que permite que puedan ser utilizados en la agricultura.

Palabras clave: Lodos, coliformes fecales, cal, digestor enzimático, planta de tratamiento, aguas residuales, contaminación, El Salvador.

Abstract

The research was carried out at the Experimental and Practical Station of the Faculty of Agronomic Sciences of the University of El Salvador (UES), located in Tecualuya, municipality of San Luis Talpa, department of La Paz, El Salvador; Starting on March 19 and ending on September 30, 2016.

Hydrated lime, agricultural lime and Gypsum lime and three doses of an Enzymatic Digestor were evaluated in order to reduce concentrations of Fecal Coliforms in sludge from the Wastewater Treatment Plant of the municipality of San Luis Talpa, La Paz, El Salvador, which is administered by the National Aqueduct and Sewerage Administration (ANDA), and determine if they comply with the Mexican Standard NOM-004-SEMARNAT-2002, so that they can be used in agriculture without risks of contamination.

The fecal coliform concentrations after 26 days of the sludge in the treatment plants drying yards and before establishing the different treatments were 23,105,000 NMP/g, according to the results of the laboratory analysis of the Research Center And Development in Health (CENSALUD), UES. The Mexican Standard NOM-004-SEMARNAT-2002 classifies the sludge with that concentration of fecal coliforms in class "C", which means that they can not be used in agriculture.

The most effective treatment of the research after 40 days of applied treatments, which is the time required for the lime and the enzymatic digester to have their effect, is the application of two pounds of Hydrated lime plus 0.61 cc of Enzymatic Digestor in nine Pounds of sludge, which reduced fecal coliform populations by up to 99.97% in sludge from the San Luis Talpa Wastewater Treatment Plant, compared to the control, which allows them to be used in agriculture.

Key words: Sludge, fecal coliforms, lime, enzymatic digester, treatment plant, sewage, pollution, El Salvador.

Introducción

El lodo de aguas residuales se compone de sólidos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua residual cruda y removida en el clarificador primario, y de sólidos orgánicos generados en el tratamiento secundario y removidos en el clarificador secundario o en un proceso de espesamiento separado. La cantidad de sólidos en agua residual doméstica cruda es en general de 90 galones/día por habitante, con concentraciones reportadas de 100 a 350 mg/l dependiendo del flujo (León s. f.). Los lodos sin tratar o parcialmente tratados solo deben aplicarse en zanjas cubiertas antes de la temporada de cultivo o deben inyectarse al suelo. En cambio, los lodos totalmente tratados (digeridos y sin agentes patógenos) pueden aplicarse en el terreno sin riesgo para la salud (Anónimo s. f.).

La estabilización con la cal es un proceso muy simple, su principal ventaja sobre otros procesos de estabilización es su bajo costo y simplicidad de operación, durante el tratamiento con cal no ocurre ninguna reducción de materia orgánica y existen dos procesos principales, el primero: el lodo estabilizado pierde fácilmente su humedad y se puede aplicar a la tierra con propósitos agrícolas o disponer en un relleno sanitario, siendo muy fácil su manejo en esta forma, únicamente debemos prevenir que el pH no baje a menos de 11. El segundo: la cantidad de lodo del que debe disponerse aumentara por la adición de cal en un mayor volumen de material para su aplicación final (Anónimo s. f.).

Galvis Toro (2013) y Rivera Guerrero (2013) mencionan que el pH óptimo para el crecimiento y supervivencia de coliformes fecales es de 7.0 a 7.5, con un pH mínimo de 4.0 y un pH máximo de 8.5. Estos microorganismos son relativamente termosensibles y pueden ser destruidos con facilidad a temperaturas de pasteurización. Torres *et al.*, (2009) evaluaron la estabilización alcalina con cal hidratada de los biosólidos deshidratados de reactores UASB de una PTAR en Brasil, las proporciones peso a peso evaluadas fueron 30%, 40% y 50% del biosólido y el tiempo del ensayo fue 60 días. La mejor proporción fue 50%, en la cual se encontraron reducciones máximas de 6 unidades logarítmicas para los coliformes fecales y la eliminación total de huevos de helmintos, permitiendo su uso en la agricultura sin restricción acorde con la legislación brasilera. Con esta proporción de cal se presentaron pérdidas de nitrógeno total en el biosólido del 59% a 72%, debidas probablemente a la volatilización del amonio. La temperatura se mantuvo entre 24° C y 36° C, y el pH fue mayor de 11 unidades durante los 60 días de seguimiento.

Dicha investigación genero una alternativa de solución para disminuir las poblaciones de coliformes fecales en lodos de la Planta de Tratamientos de Aguas Residuales, demostraron que al aplicar dos libras de cal hidratada más 0.61 cc de digestor enzimático (promedio de las dosis evaluadas) a nueve libras de lodo de la PTAR hasta en un 99.99% (de 23,105,000 NMP-/g a 9.67 NMP-/g), y el pH de 6.0 a 11.4 lo cual disminuyó las poblaciones de bacterias coliformes fecales, permitiendo que se clasifiquen en lodos clase A, lo que permite que puedan ser manipulados por el ser humano, y que puedan ser utilizados en la agricultura, como enmienda en suelos con uso intensivos o suelos ácidos.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la Estación Experimental y de Prácticas (EEP) de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, ubicada en el cantón Tecualuya, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador, con coordenadas geográficas O 13°47'49.71" y 89°09'60.63" N, a 50 metros sobre el nivel del mar. Los lodos utilizados en la investigación son de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) ubicada en el municipio de San Luis Talpa.

Metodología de campo

Previo al montaje de las Unidades Experimentales, se tomaron dos muestras de lodos de 26 días de secado de los patios de secado de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, una muestra se envió al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador para realizar análisis de metales pesados (con el equipo de absorción atómica) y para medir el pH; la otra muestra fue enviada al Centro de Investigación y Desarrollo en Salud (CENSALUD), de la Universidad de El Salvador, para analizar coliformes fecales, aplicando la metodología de enzima base bajo la técnica del Número Más Probable (NMP).

Para comparar y analizar los resultados obtenidos de los laboratorios es necesario utilizar una norma oficial de lodos, los países Centro Americanos incluyendo El Salvador no cuentan con esta normativa sin embargo México si, por esta razón se utilizó la Norma Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002.

Para el montaje de las Unidades Experimentales, los demás lodos (de 26 días de secado) se colocaron nueve libras en cada caja de durapax, haciendo un total de 16 cajas, las cuales fueron trasladadas a la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Se limpió y adecuo el lugar donde se estableció la investigación

en un área de 20 m², fueron colocadas en estantes de madera, a una altura de un metro del nivel del suelo.

Según Horcalsa (s. f.) se deben agregar 500 libras de cal viva por tonelada métrica de lodos para producir resultados efectivos en la disminución de coliformes, basado en dicha afirmación se extrapolo para conocer la necesidad por cada nueve libras de lodos, resultando en dos libras de cal, la cual se pesó en una balanza de reloj y se incorporó a los lodos.

Inmediatamente después de aplicada la cal se incorporó el digestor de rastrosos, que según la empresa distribuidora Cinco Ache, la dosis que se recomienda son 100 centímetros cúbicos (cc) por tonelada métrica de lodo, evaluando para esta investigación tres dosis, las cuales fueron: 100 cc, 150 cc y 210 cc, estas dosis fueron diluidas en 20 litros de agua (Cinco Ache s.f.).

Al realizar el cálculo para las nueve libras de lodo en estudio, resultó que se debía de aplicar 0.41 cc, 0.61 cc y 0.85 cc de digestor de rastrosos por cada nueve libras de lodo, lo cual se diluyo en 0.082 L, 0.12 L y 0.17 L de agua, se midieron las dosis utilizando jeringas, posteriormente se aplicó el producto con una asperjadora de mano sobre las nueve libras de lodo y se removió.

Metodología de laboratorio

La recolección de las muestras se realizó 40 días después de aplicado los tratamientos, para lo cual se extrajo de cada tratamiento una muestra en frascos de polietileno de alta resistencia de 500 ml cada uno, para ser enviados al laboratorio de CENSALUD en la Universidad de El Salvador, donde se realizaron análisis de coliformes fecales por el método de enzima sustrato, por la técnica del Número Más Probable, según la Norma Oficial Mexicana NO-004-SEMARNAT-2002 Protección ambiental-lodos y biosólidos-Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, y la determinación de pH se hizo por el método potenciómetro, según TC WI, 2003.

También se enviaron muestras al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, para analizar el comportamiento de los metales pesados Zn, Cu y Pb, por el método de absorción atómica.

Metodología estadística

Además de los análisis de los resultados de laboratorio, para el análisis de los datos se aplicó el Arreglo Factorial tres por tres, bajo un Diseño Simple Completamente al Azar, con tres repeticiones, y por tener efecto significativo

entre tratamientos y factores, se aplicó la prueba estadística de Análisis de Varianza y de Contrastes Ortogonales, con probabilidad de 0.05%, apoyados del software Infostat versión 9.0.

Los tratamientos que se establecieron fueron:

T 1 = 2 lb de cal Hidratada + 0.41 cc de digestor de rastrosos.

T 2 = 2 lb de cal Hidratada + 0.61 cc de digestor de rastrosos.

T 3 = 2 lb de cal Hidratada + 0.85 cc de digestor de rastrosos.

T 4 = 2 lb de cal Hidratada + 0.00 cc de digestor de rastrosos.

T 5 = 2 lb de cal Yeso + 0.41 cc de digestor de rastrosos.

T 6 = 2 lb de cal Yeso + 0.61 cc de digestor de rastrosos.

T 7 = 2 lb de cal Yeso + 0.85 cc de digestor de rastrosos.

T 8 = 2 lb de cal Yeso + 0.00 cc de digestor de rastrosos.

T 9 = 2 lb de cal Agrícola + 0.41 cc de digestor de rastrosos.

T 10 = 2 lb de cal Agrícola + 0.61 cc de digestor de rastrosos.

T 11 = 2 lb de cal Agrícola + 0.85 cc de digestor de rastrosos.

T 12 = 2 lb de cal Agrícola + 0.00 cc de digestor de rastrosos.

T 13 = 0 cal + 0.41 cc de digestor de rastrosos.

T 14 = 0 Cal + 0.61 cc de digestor de rastrosos.

T 15 = 0 Cal + 0.85 cc de digestor de rastrosos.

T 16 = 0 Cal + 0.00 cc de digestor de rastrosos.

Resultados y discusión

Resultados de bacterias coliformes fecales

La determinación de bacterias coliformes fecales en lodos después de 26 días de estar en los patios de secado de la PTAR de San Luis Talpa, La Paz, se realizó según la Norma Oficial Mexicana NO-004-SEMARNAT-2002, obteniendo una población promedio de bacterias coliformes fecales de 23,105,000 NMP⁻/g dato promedio, Al hacer la comparación con la Norma

Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, estos lodos para coliformes fecales están clasificados como clase "C", lo que significa que no pueden usarse en agricultura, debido a su alto contenido de bacterias patógenas que afectan la salud de los humanos. Después de aplicar los tratamientos respectivos a los lodos, se monitorearon durante 40 días y después de ese tiempo se tomaron muestras para enviarlas al laboratorio para su análisis, obteniendo los resultados siguientes: Los resultados de coliformes fecales (expresados en gramos de base seca) demuestran que al aplicar dos libras de cal Hidratada más 0.61 cc de digestor de Rastrojos (promedio de las dosis evaluadas) a nueve libras de lodo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, las bacterias coliformes fecales disminuyen hasta en un 99.99% (de 23,105,000 NMP⁻/g a 9.67 NMP⁻/g) en comparación con los lodos analizados a los 26 días de secado; asimismo, la aplicación de la cal hidratada aumento el pH de 6.0 a 11.4, lo cual disminuyó las poblaciones de bacterias Coliformes Fecales, permitiendo que se clasifiquen en lodos clase A, según la Norma NOM-004-SEMARNAT-2002.

La interacción de dos libras de cal Yeso con 0.61 cc de Digestor de Rastrojos disminuyó las poblaciones de Coliformes Fecales en 95.83% en comparación con la aplicación de solo cal yeso (de 10,476.66 NMP⁻/g a 436.67 NMP⁻/g). La interacción de dos libras de cal Agrícola con 0.61 cc de Digestor de Rastrojos disminuyo las poblaciones de Coliformes Fecales en 89.04% en comparación con el Testigo; al aplicar solo dos libras de cal Agrícola las disminuye en 94.19% en comparación con el Testigo (37,070 NMP⁻/g a 2,153.33 NMP⁻/g); y solo la dosis de 0.85 cc de Digestor de Rastrojos disminuyo las poblaciones de Coliformes Fecales en 98.71%, clasificando los lodos en clase A (cuadro 1).

Abu-Orf *et al.* (2004) citado por Araque Manrique (2006), utilizaron cal viva para la eliminación de microorganismos patógenos y la reducción de olores ofensivos, las dosis empleadas fueron de 50, 100 y 200 g de cal viva por kilogramo de biosólido durante 356 días de seguimiento, los resultados mostraron una eliminación total de huevos de helmintos (*Ascaris lumbricoides*), esporas de *Clostridium pefringens* y reovirus, los cuales son indicadores de la presencia o no de coliformes fecales, a los 69 días de tratamiento.

Cuadro 1. Resultados promedio de laboratorio obtenidos de bacterias coliformes fecales.

Tratamientos	Resultados promedios de las tres repeticiones de Coliformes Fecales (NMP/g)	Especificación de los lodos en clase
T1 = 2 lb de cal Hidratada + 0.41 cc de Digestor de rastrojos	16.53	A
T 2 = 2 lb de cal Hidratada + 0.61 cc de Digestor de Rastrojos	9.67	A
T 3 = 2 lb de cal Hidratada + 0.85 cc de Digestor de rastrojos	30.67	A
T 4 = 2 lb de cal Hidratada + 0.00 cc de Digestor rastrojo	750.33	A
T 5 = 2 lb de cal Yeso + 0.41 cc de Digestor de rastrojos	7,688.67	B
T 6 = 2 lb de cal Yeso + 0.61 cc de Digestor de Rastrojos	436.67	A
T 7 = 2 lb de cal Yeso + 0.85 cc de Digestor rastrojos	1,176.67	B
T 8 = 2 lb de cal Yeso + 0.00 cc de Digestor rastrojos	7,176.67	B
T 9 = 2 lb de cal Agrícola + 0.41 cc de Digestor de rastrojos	47,133.33	B
T 10 = 2 lb de cal Agrícola + 0.61 cc de Digestor de rastrojos	4,060.00	B
T 11 = 2 lb de cal Agrícola + 0.85 cc de Digestor de rastrojos	7,166.67	B
T 12 = 2 lb de cal Agrícola + 0.00 cc de Digestor de rastrojos	2,153.33	B
T 13 = 0 cal + 0.41 cc de Digestor de rastrojos	16,040.33	B
T 14 = 0 Cal + 0.61 cc de Digestor de rastrojos	2,403.33	B
T 15 = 0 Cal + 0.85 cc de Digestor de Rastrojos	477.67	A
T 16 = 0 Cal + 0.00 cc de Digestor de rastrojos	37,070.00	B

Fuente: Elaboración propia con datos del laboratorio de CENSALUD (2016).

Al evaluar el digestor enzimático de forma individual, dio como resultado la disminución de coliformes fecales hasta en un 82.98% con respecto al tratamiento testigo (de 37,070 NMP⁻/g disminuyó a 6,307.11 NMP⁻/g; sin embargo, al interactuar con la cal hidratada produce un mejor efecto según la Norma NOM-004-SEMARNAT-2002, los lodos se clasifican en clase "A" lo que significa que pueden utilizarse en la agricultura sin equipo de protección. Así también, se demuestra que la cal agrícola produjo efectos en la disminución de coliformes fecales en 94.19% en comparación con el tratamiento testigo (de 37,070 NMP⁻/g a 2,153.33 NMP⁻/g) (Fig. 1).

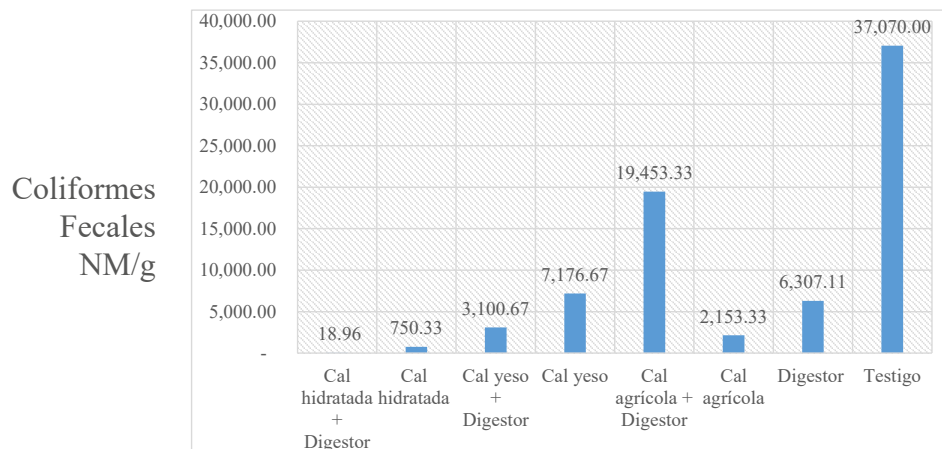


Figura 1. Concentración de Coliformes Fecales después de la aplicación de los tipos de cal y el Digestor de Rastrojos, y la interacción entre ellos

Resultados de metales pesados

Según los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la UES, para determinar metales pesados en lodos de 26 días de estar en los patios de secado de la PTAR de San Luis Talpa, se encontraron los siguientes resultados: 58.41 mg/kg de Zn, 905.97 mg/kg de Cu, 11,781.27 mg/kg de Pb, con un pH de 6.12.

La Norma Oficial Mexicana NO-004-SEMARNAT-2002, clasifica los biosólidos en excelentes y buenos en función del contenido de metales presentes, y según los resultados de esta investigación, para el caso del Zinc (Zn) y Cobre (Cu) son Excelentes, ya que los valores son bajos en comparación con la Norma (2,800 mg/kg para Zinc y 1,500 mg/kg para Cu); para el caso del Plomo (Pb), que sobrepasa los límites máximos permisibles por la Norma (300 mg/kg), este no clasifica ni como Bueno ni Excelente.

En el cuadro 2 se presentan los resultados de laboratorio de metales pesados 40 días después de haber aplicado los diferentes tratamientos en los lodos, para el Zinc se incrementaron pero siempre quedan clasificados como Excelentes, en el caso del Cobre y Plomo disminuyeron los valores en comparación con el tratamiento testigo.

Cuadro 2. Resultados de laboratorio de metales pesados obtenidos 40 días después de aplicados los tratamientos.

Tratamiento	Metales pesados (mg/kg) y pH				Clasificación según la Norma Mexicana		
	Zn	Cu	Pb	pH	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Pb (mg/kg)
Testigo	847	58.28	22.71	6.07	Excelentes 2,800	Excelentes 1,500	Excelentes 300
Cal Agrícola	571	45.06	20.98	6.88			
Cal Yeso	688.48	46.25	21.13	6.32	Buenos 7,500	Buenos 4,300	Buenos 840
Cal Hidratada	689.38	61.28	23.68	10.98			
Digestor enzimático	864.5	59.94	23.76	6.42			

En la figura 2 se presenta la comparación de los resultados de laboratorio de metales pesados del testigo en comparación con lo cual demuestra que la cal agrícola y la cal yeso disminuyeron las cantidades de Zinc, Cobre y Plomo en comparación con el Testigo, pero la cal hidratada y el digestor enzimático incrementaron las cantidades de metales pesados en comparación con el tratamiento testigo.

En el caso del Cobre, la absorción puede ser tan fuerte que son estabilizados, formando quelatos muy estables, como puede pasar con el Plomo y el Zinc, que en muchos casos se forman complejos organometálicos, lo que facilita la solubilidad del metal, otras condiciones de oxidación-reducción son responsables de que los metales se encuentren en estado oxidado o reducido, la presencia de carbonatos garantiza el mantenimiento de los pH altos y en estas condiciones tienden a precipitar los metales pesados; el aumento de la salinidad también puede incrementar la movilización de metales y su retención por dos mecanismos, primeramente, los cationes sodio y potasio pueden reemplazar a metales pesados en lugares del intercambio catiónico. En una segunda fase, los aniones cloruro y sulfato pueden formar compuestos más estables con el Plomo, Zinc y Cobre (Galán Huertos *et al.*).

La cal es un reactivo de bajo costo, que sirve de precipitación y sedimentación química, llevadas a cabo de manera independiente o en combinación con reacciones de oxidación-reducción, se utiliza para eliminación de metales, para retirar Cadmio, Níquel Plomo. Suele adicionarse en la etapa de precipitación con cal un agente de captación para estos compuestos que está formado de silicatos, carbonatos y fosfatos de metales alcalino (Simón 2008).

Efecto de cal y digestor en metales ppm

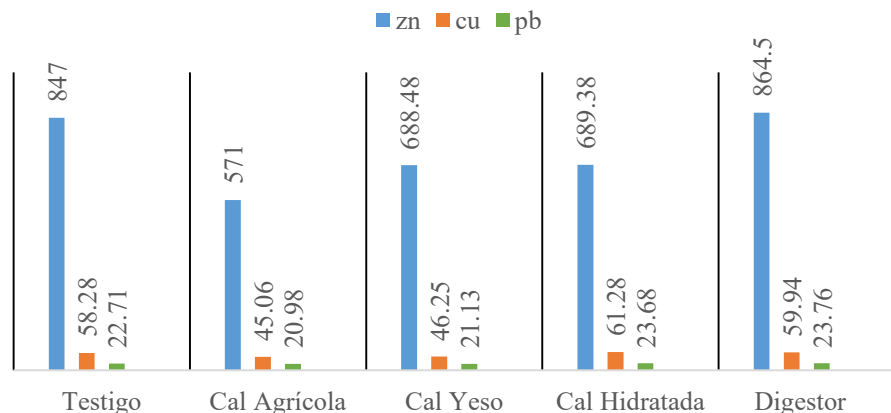


Figura 2. Concentración de metales pesados en lodos de la PTAR de San Luis Talpa, después de 40 días de aplicados los tratamientos.

Inversión económica de los tratamientos

En el cuadro 3 se detalla el costo de los tipos de cal y digestor enzimático, la presentación del producto de venta en el mercado, la cantidad de producto por tonelada métrica para aplicarla al lodo de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. La inversión económica a realizar en el tratamiento más efectivo de la investigación: 2 libras de cal Hidratada más 0.61 cc de Digestor Enzimático aplicados en 9 libras de lodo, que es equivalente a 500 libras de cal Hidratada más 1,000 cc de Digestor Enzimático por tonelada de lodo, es de \$112.10 dólares por tonelada de lodos tratados o estabilizados.

Cuadro 3. Inversión económica por tratamiento

Tratamiento	Cantidad por tonelada métrica	Costo (\$) / tonelada métrica
Cal hidratada	500 libras	102.10
Cal hidratada más digestor	500 libras más 1litro	112.10
Cal yeso	500 libras	134.50
Cal yeso más digestor	500 libras más 1litro	144.50
Cal agrícola	500 libras	70.00
Cal agrícola más digestor	500 libras más 1litro	80.00
Digestor enzimático	1 Litro	10.00

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa después de 26 días de estar en los patios de secado tenían poblaciones de coliformes de 23,105,000 NMP/g, los cuales según la Norma Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 están en Clase "C", lo que significa que no pueden ser utilizados en agricultura.

El mejor tratamiento de la investigación es la aplicación de dos libras de cal Hidratada más 0.61 cc de Digestor de Rastrojos en nueve libras de lodo, que disminuyó las poblaciones de coliformes fecales hasta en un 99.97% en los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa, en comparación con el testigo, lo que permite que puedan ser utilizados en la agricultura con una inversión de \$112.10 dólares por tonelada métrica.

El Digestor de Rastrojos disminuyó las poblaciones de coliformes fecales en los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales hasta en un 82.77% en comparación con el testigo, lo que permite que puedan ser utilizados en la agricultura, con una inversión de \$10.00 dólares por tonelada métrica.

La cal Yeso disminuye las poblaciones de coliformes fecales en los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, hasta en un 71.62% en comparación con el testigo, lo que permite que puedan ser utilizados en la agricultura, con una inversión de \$134.50 por tonelada métrica.

La cal Agrícola disminuye las poblaciones de coliformes fecales en los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, hasta en un 56.78% en comparación con el testigo, lo que permite que puedan ser utilizados en la agricultura, con una inversión de \$70.00 por tonelada métrica.

En cuanto a metales pesados, no hay riesgo, ya que los lodos presentan cantidades de metales pesados menores a las cantidades que la Norma Mexicana permite para el uso en la agricultura.

Recomendaciones

Según los resultados obtenidos en esta investigación, los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de San Luis Talpa, en el departamento de La Paz, en El Salvador, tratados con dos libras de cal Hidratada y 0.61 cc de Digestor de Rastrojos, aplicados a nueve libras de lodos, pueden ser utilizados en la agricultura, ya que es el mejor tratamiento en la disminución de Coliformes fecales.

Aplicar 500 libras de cal Hidratada más un litro de Digestor de Rastrojos por tonelada métrica de lodos, para disminuir las poblaciones de Coliformes Fecales en un 99.97%, con una inversión de \$112.10 dólares.

Evaluar otras dosis de cal y de Digestor de Rastrojos en futuras investigaciones en lodos provenientes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Para la manipulación de lodos es necesario utilizar equipo de protección, para evitar contaminación, ya que las cantidades de bacterias patógenas son altas, según los análisis de laboratorio.

Evaluar en nuevas investigaciones el tiempo de secado de los lodos que se realiza en las diferentes Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Realizar investigaciones a futuro en cuanto al contenido de huevos de helmintos, salmonella, nutrientes, en lodos provenientes de plantas de tratamiento.

La presencia de metales pesados como Zinc, Cobre y Plomo en los lodos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, demuestran que en el sistema de alcantarillado de San Luis Talpa hay conexiones diferentes a las aguas residuales ordinarias, por lo que ANDA debe hacer un monitoreo continuo de las mismas.

Bibliografía

Anónimo s. f. Estabilización con cal de lodos provenientes de plantas de tratamientos de aguas residuales municipales (en línea). Consultado el 17 de febrero 2016. Disponible en http://anfocal.org/media/Biblioteca_Digital/Usos_Ecologicos/Tratamiento_de_Lodos/ESTABILIZACION_CON_CAL_DE_LODOS_PROVENIENTES_DE_PLANTAS_DE_TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES_MUNICIPALES.pdf.

Araque Manrique, M. 2006. Evaluación de los tratamientos térmico y alcalino en la desinfección de lodo generado en la PTAR El Salitre. Tesis Ing. Civil. Bogotá, Colombia. Universidad de Los Andes. 60 p.

Cinco Ache. s. f. Ecodigestor: digestor ecológico balanceado. San Salvador, El Salvador. 1 plegable. 4 p.

Galán Huertos, E; Romero Baena, A. Sevilla. 2008. Revista de la sociedad española de mineralogía. (Nº 10, 2008, mineralogía y Química Agrícola. Facultad de Química) Contaminación de suelos por metales pesados. España 13 p (en línea) consultado 03 de noviembre de 2016. Disponible en. http://www.ehu.es/sem/macla_pdf/macla10/Macla10_48.pdf.

Galvis Toro, J; Rivera Guerrero, X. 2013. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la planta de tratamientos de aguas residuales industriales (PTARI) de la empresa jugos hit de la ciudad de Pereira. Trabajo de grado tecnóloga química. Universidad Tecnológica de Pereira. 101 p.

Horcalsa. s. f. Cal para medio ambiente (en línea). S. 1. formato html. Consultado 11 abr 2016. Disponible en <http://horcalsa.com/cal-para-medio-ambiente/>.

León, SG. s. f. Protección sanitaria en el uso de aguas residuales y lodos de plantas de tratamiento (en línea) Consultado 6 de enero de 2016. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya2/tema03.pdf>. 10 p.

Norma Oficial Mexicana NO-004-SEMARNAT-2002. Protección ambiental- Lodos y biosólidos- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final (en línea). Consultado 25 de febrero de 2016. Disponible en <http://www.ordenjuridico.gob.mx/Publicaciones/CDs2006/CDAmbiente/pdf/NOM52.pdf>.

- Rivera Guerrero. 2013. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) de la empresa Jugos Hit de la ciudad de Pereira. Tesis tecnóloga Química. Pereira, Universidad Tecnológica de Pereira. 101 p.
- Simón, E. 2008. Los metales pesados en las aguas residuales. Grupo de fisicoquímica de procesos industriales y medioambientales. Universidad Complutense de Madrid (en línea). Consultado 15 de septiembre de 2016. Disponible en <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2008/02/02/83698>.
- TC WI. 2003. Determination of dry matter and water content on a mass basis in sediment, sludge, soil, and waste – Gravimetric method (en línea). Consultado 12 julio de 2016. Disponible en. http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=20886
- Torres, P; Madera, C; Silva J. 2009. Mejoramiento de la calidad Microbiológica de biosólido generados en plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Antioquia, Medellín, Colombia. 17 p. (en línea). Consultado el 16 de noviembre 2016. Disponible en. www.scielo.org.co/pdf/eia/n11/n11a03.pdf.

Normas de publicación en revista

Agrociencia

Estructura del Artículo Científico

Para la publicación de los resultados de investigación, es necesario tener una estructura eficaz y acorde con las necesidades concretas. Existen varios tipos de estructuras dependiendo de la revista científica y su especialización, aquí se tratará sobre el artículo original o artículo científico.

A pesar de que cada revista tiene sus propias normas de publicación, la estructura del artículo generalmente es común a todas ellas, variando únicamente la forma de presentación, extensión de las partes o algunas pequeñas características relacionadas con el formato. Las normas de publicación incluyen tipo de letra, interlineado, idiomas del título y del resumen, situación de las palabras clave, formato de las citas bibliográficas. En este sentido, los apartados fundamentales que debe presentar un artículo científico son los siguientes:

Nombre de la Investigación

Este es un componente muy importante del artículo, debido a que es probable que se publique como recurso bibliográfico, en bancos de datos, en la página de Internet y en la literatura citada de otros artículos. Quién encuentre el título por uno de estos medios decidirán, basándose exclusivamente en su contenido, si deben o no obtener una copia del artículo, debido que describe el contenido del artículo (naturaleza del estudio, sujeto u objeto experimental y enfoque técnico) en forma específica, clara, exacta, breve, honesta y concisa, de tal forma que el lector identifique el tema fácilmente.

A pesar que no hay una regla única sobre la longitud mínima, máxima u óptima del título en cuanto al número de palabras, la longitud promedio varía en diferentes revistas examinadas recientemente, considerando como promedio 14 palabras (9 mínimo a 20 como máximo). El título no debe contener abreviaturas, fórmulas químicas o nombres comerciales. Usar letra mayúscula únicamente en la primera letra del título (a menos que se trate de nombres propios). Si se incluye un nombre científico, es imperativo que el lector sepa de qué tipo de organismo se trata.

Autores

Un aspecto muy importante es el nombre y apellidos de los investigadores, generalmente se tienen dos apellidos y nombres, por lo tanto deberán colocarse los dos apellidos unidos por un guión. Cuando hay más de un autor estos deben estar separados por comas y los nombres de los autores colocando únicamente las iniciales. El o los docente directores de tesis, deberá estar al final del total de autores del artículo científico. Después del nombre y apellido de cada autor hay que colocar un número arábigo como superíndice, para indicar la dirección de la institución y se indicará con el número uno (1), el autor al cual se le debe dirigir

la correspondencia. A los docentes y otros profesionales directores de tesis deberá colocar el número dos (2), el cargo y la dirección de la Unidad académica o de trabajo a la cual pertenecen, la Universidad o Institución laboral y el país. Las direcciones deberán ir en nota separada al pie de página.

Resumen y palabras claves

La mayoría de las revistas científicas, exigen un resumen en varios idiomas sobre el contenido del artículo. La importancia del “Resumen o Abstract” se refleja en la existencia de bases de datos en bibliotecas u otros Centros de Información, donde únicamente aparece el título y el resumen del artículo. Con la proliferación de bases de datos digitales, esta característica se ha convertido en universal.

El resumen, debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. El resumen debe estar escrito en el pasado y hacer referencia al lugar y fecha de ejecución; además, debe contener el procedimiento metodológico del trabajo, sus principales resultados y conclusiones. Debe dejarse bien claro el hallazgo principal del trabajo y se deben presentar datos numéricos de los resultados sin incluir subtítulos, cuadros, figuras, abreviaciones, referencias bibliográficas y no deben separarse los párrafos. Además, indicar la probabilidad de la prueba estadística entre paréntesis por ejemplo ($p \leq 0.01$) y cuando sea pertinente también el valor calculado ($r = 0.9$; $X^2 = 2$). Evitar expresiones: “En este artículo se presentan o discuten...”

Generalmente los aspectos relacionados con el resumen suelen estar limitados por las normas editoriales. Normalmente no debe superar las 250 palabras y tampoco ser inferior a 150 e incluir una traducción al idioma inglés.

Al final del resumen deben incluirse una serie de términos denominados “Palabras clave” (Key words) por las que el artículo será incluido en los Thesaurus y bases de datos. La búsqueda en los bancos de bibliografía suele realizarse precisamente por estas palabras clave, siendo importante elegir las adecuadamente. Habitualmente se incluyen los taxones estudiados (de mayor a menor rango), el campo de estudio y las regiones geográficas estudiadas (de menor a mayor rango). El número indicado es de 3 a 8 palabras clave o frases cortas (lexemas) y la primera letra de la primera palabra clave en mayúscula. Ordenarlas por orden de importancia.

1. Introducción

Describe el interés que tiene el tema en el contexto científico del momento, así como una breve reseña del estado actual de los conocimientos en este campo, incluyendo las referencias bibliográficas más importantes. Además, se refiere a los trabajos previos que se han hecho sobre el tema. No necesariamente debe ser muy extensa y debe responder a la pregunta de “porqué se ha hecho este trabajo”. La Introducción es una revisión bibliográfica previa, en la cual todas las afirmaciones van sustentadas por citas bibliográficas, pero no debe confundirse con la introducción de la tesis u otros documentos. Hay que tener presente que el último párrafo se resume el objetivo del estudio. La introducción hace las funciones de revisión

de literatura, la cual debe incorporarse al texto según las normas técnicas vigentes del IICA.

2. Materiales y Métodos

En esta sección se responde a la pregunta de “cómo se ha hecho el estudio” y es la escritura del diseño de la investigación la cual debe incluir la ubicación de la investigación en espacio y tiempo, condiciones climáticas y de suelo, las unidades en estudio, la toma de datos, estudios económicos, el análisis estadístico (variables en estudio, modelos y pruebas estadísticas). Los métodos establecidos y bien conocidos se indican mediante citas bibliográficas. Se detalla el uso de productos químicos (nombres genéricos) y datos de dosis. Para los equipos de presión, se debe señalar tipo, marca y modelo.

3. Resultados y Discusión

Es la presentación ordenada de los hallazgos que es la verdadera contribución de la investigación. Se pueden presentar en el textos, cuadros, figuras o ilustraciones, para ello hay que utilizar el medio más claro, adecuado y económico. Se debe tener el cuidado de citar dentro del texto las figuras, cuadros o ilustraciones. La secuencia de redacción no tiene por que ser necesariamente cronológica, sino la que permita una exposición más coherente y clara de los resultados obtenidos. Deben expresarse los resultados de los experimentos descritos en Materiales y Métodos sin repetir ambos elementos y ser vistos y entendidos de forma rápida y clara. El primer párrafo debe ser utilizado para resumir en una frase concisa, clara y directa, el hallazgo principal del estudio. Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado. Evitar el uso de voz pasiva (“el ganado lechero se ha considerado...”), mejor usar: “el ganado lechero es considerado...”. No usar expresiones como: “se efectuó una fertilización nitrogenada...”; debemos ser específicos, cambiar el sustantivo y hacerlo verbo, así: “se fertilizo con nitrógeno...”. Las unidades de medida deben estar claras según el Sistema Internacional de Unidades y las abreviaciones totalmente explicativas, según las normas vigentes del IICA. La discusión de los resultados es el examen de los resultados, su significado y limitaciones, enfatiza los aspectos nuevos e importantes de la investigación. Determina la coherencia o contradicción de los datos encontrados. Esta sección es el corazón del artículo y la sección más compleja de elaborar y organizar. Algunas sugerencias que pueden ayudar son: comenzar la discusión con la respuesta a la pregunta de la Introducción, seguida inmediatamente con las pruebas expuestas en los resultados que la corroboran. Comentar claramente, en lugar de ocultarlos, los resultados anómalos, dándoles una explicación lo más coherente posible. Se contrastarán con los resultados obtenidos en otras publicaciones sobre el tema.

4. Conclusiones

Las conclusiones deben recapitular en forma lógica los resultados obtenidos. Deben ser independientes, concretas y no redundantes. Deben estar basadas en los hallazgos del trabajo, no ser especulativas, ni provenir de la literatura. Deben de estar en concordancia con los objetivos que se plantearon en el proyecto de in-

vestigación. No deben mencionarse cuadros o figuras. No deben confundirse con recomendaciones. No usar números o viñetas.

5. Recomendaciones

Indicar la aplicabilidad de sus resultados y lo que se debe modificar. No usar números o viñetas.

6. Bibliografía

En el artículo científico únicamente se admite relacionar bajo este epígrafe, aquellas referencias bibliográficas que han sido directamente citadas en el texto. Las fuentes citadas deben hacerse de acuerdo a las normas vigentes del IICA. Si hay citas de internet, deberán ser de revistas o textos reconocidos por la comunidad científica internacional y escribirlas según normas técnicas vigentes del IICA. No usar números o viñetas en las bibliografías, únicamente usar letra negrita en autores y año.

7. Agradecimientos (opcional).

Es aplicable a instituciones que apoyaron la investigación.

8. Redacción de cuadros, figuras y texto

Cuadros:

Deben tener un título breve y claro de manera que indique sin dificultad que es lo que se informa en él, debe ser lo más corto y simple posible y deberá estar en la parte superior del cuadro. Para los cuadros que llevan notas al pie del cuadro se hacen con letras más pequeñas que las del texto.

Las siglas y abreviaturas deben escribirse según las normas técnicas vigentes del IICA, de lo contrario deberán ser acompañadas de una nota explicativa al pie del mismo. Los cuadros no deben tener un tamaño mayor de tres cuartos de la página y demasiada información estadística que se tornan incomprensibles y confusos. Se sugiere usar dos números decimales.

Figuras:

Se denominan figuras a los gráficos, diagramas, mapas, fotografías, dibujos manuales e impresiones fotográficas. Los títulos deben de ser concisos y explicativos y se colocan debajo de la figura. Los mapas y dibujos deberán llevar una escala en el Sistema Internacional de Unidades. Las fotografías deben de ser de buena calidad, buena resolución y excelente contraste. La figura deberá ser de alta trascendencia para el artículo, y se identificará con números arábigos según el orden de aparición en el texto.

Texto:

El texto deberá escribirse en una columna, con letra arial normal número 11 a espacio sencillo. El margen izquierdo deberá ser de 3.0 cm. y el derecho, superior e inferior de 2.5 cm. Las páginas se numeran en el lado inferior en el extremo derecho. Se recomienda no unir el número con la abreviación, excepto cuando se trate de porcentajes o grados centígrados. Los números del cero al nueve se escriben con letras, sino son unidades de medida.



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro

Contacto: revista. agrociencia@ues.edu.sv

Editada y publicada por la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.