



AGROCIENCIA

Cultivando el conocimiento para un mejor futuro



Año I
No 6





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 Benitez
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 Agrocienza, una publicación de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador.
Ciudad Universitaria, San Salvador, El Salvador.
Junio - Julio 2018

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.
Alumno Posdoctorante Posgrado de Ciencias Marinas y
Costeras de 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.

Lic. Aisur Ignacio Agudo Padrón.
Gerente Investigador del Proyecto Brasileño Autónomo
“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

Efecto del clima en el ciclo biológico del zancudo (*Aedes aegypti* L.), en cuatro zonas geográficas de El Salvador. **Pág. 5**

Efecto de extracto etílico de propóleo de abeja melífera (*Apis mellifera scutellata*) como alternativa natural en el proceso de cicatrización de heridas en cabras raza saanen. **Pág. 16**

Evaluación de dos niveles de probiótico (*Bacillus subtilis*) en alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en fase juvenil. **Pág. 24**

Determinación de parámetros productivos y económicos en cerdos castrados e inmunocastrados, municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador. **Pág. 34**

Evidencia serológica del Virus del Nilo Occidental en equinos (*Equus caballus*), en el área natural protegida laguna El Jocotal, departamento de San Miguel, El Salvador. **Pág. 44**



Portada: Docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador en prácticas de cultivos orgánicos en Las Pilas Chalatenango, El Salvador.

No 6
Año I
Junio - Julio 2018
ISSN 2522-6509

<http://revistas.ues.edu.sv/index.php/agrociencia>

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

Efecto del clima en el ciclo biológico del zancudo (*Aedes aegypti* L.), en cuatro zonas geográficas de El Salvador

Effect of climate on the biological cycle of mosquito (*Aedes aegypti* L.), in four geographic areas of El Salvador.

García-Martínez, C.B.
Estudiante Tesista,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.

Fernández-Vásquez, R.H.
Estudiante Tesista,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.

Franco-López, J.M.
Estudiante Tesista,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.

Villalta-Rodríguez, C. A.
Docente Director,
Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.

Menjívar-Rosa, R.A
Docente Director,
Departamento de Protección Vegetal,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador, El Salvador.

Resumen

La investigación se llevó a cabo en los municipios de Nueva Trinidad, San Martín, Sonzacate y San Salvador, El Salvador, durante el periodo de enero a abril del año 2015. Para esto, se realizó un estudio que consistió en evaluar el ciclo biológico del zancudo *Aedes aegypti* L., en condiciones naturales y relacionarlo con los elementos climáticos (temperatura máxima, mínima, precipitación, humedad relativa, radiación solar), para determinar la influencia de los mismo en el ciclo biológico. Se utilizaron los datos del Ministerio de Salud, de 28 semanas epidemiológicas de la incidencia de la enfermedad del Dengue y los índices entomológicos (breteau, casa, tasa), con el fin de relacionarlos con los elementos climáticos antes mencionados. Dando como resultado un promedio de 16.4 días de duración del ciclo biológico, necesitando una constante térmica promedio de 264.1 grados día para completar el desarrollo. La fase de campo, se realizó entre los meses de enero a abril del año 2015, tomando diariamente los datos de temperatura máxima, mínima, media, humedad relativa, precipitación y radiación solar.

Para completar su ciclo biológico *A. aegypti* necesita una constante térmica promedio de 264.1 grados día. Una disminución en la temperatura, alarga el ciclo biológico de *A. aegypti*, especialmente en las etapas de huevo-larva, larva-pupa. La precipitación aumenta el número de larvas de *A. aegypti*. La temperatura máxima, tiene una relación inversamente proporcional con la incidencia de la enfermedad del Dengue. Los índices entomológicos (breteau, casa, tasa y depósito), presentan una alta relación con los elementos climáticos (temperatura máxima, mínima, precipitación, radiación solar y humedad relativa), a medida que estos elementos se modifican los índices entomológicos cambian existiendo una relación proporcional entre ellos.

Palabras clave: *Aedes, aegypti* L., Dengue, ciclo biológico, incidencia, enfermedad, índices, entomológicos, climáticos.

Abstract

The research was carried out in the municipalities of Nueva Trinidad, San Martín, Sonzacate and San Salvador, El Salvador, in the period of January to April of the year 2015.

For this, a study was carried out to evaluate the biological cycle of the mosquito *Aedes aegypti* L., in natural conditions and to relate it to the climatic elements (maximum temperature, minimum, precipitation, relative humidity, solar radiation), to determine the influence of The same in the biological cycle. We used data from the Ministry of Health, 28 epidemiological weeks of the incidence of Dengue disease and entomological indices (breteau, house, rate), in order to relate them to the aforementioned climatic elements. Resulting in an average of 16.4 days of the biological cycle, requiring an average thermal constant of 264.1 degrees day to complete the development. The field phase was carried out between January and April of the year 2015, taking daily the data of maximum temperature, minimum, average, relative humidity, precipitation and solar radiation.

To complete its biological cycle *A. aegypti* needs an average thermal constant of 264.1 degrees day. A decrease in temperature, lengthens the biological cycle of *A. aegypti*, especially in the stages of egg-larva, larva-pupa. Precipitation increases the number of *A. aegypti* larvae. The maximum temperature is inversely proportional to the incidence of Dengue disease. The entomological indexes (breteau, house, rate and deposit), present a high relation with the climatic elements (maximum temperature, minimum, precipitation, solar radiation and relative humidity), as these elements are modified the entomological indexes change existing a relation proportional between them.

Key words: *Aedes, aegypti* L., Dengue, Biological, cycle, incidence, disease, entomological, indexes, climatic.

Introducción

El *Aedes aegypti* L., es una de las principales especies de mosquitos en el área urbana, es originaria de África, se encuentra distribuida y adaptada a las regiones tropicales y subtropicales del mundo, comprendidas entre los 45° de latitud norte y los 35° de latitud sur, en las zonas isotermales intermedias a los 20°C (Agrelo 1996) (Fig. 1). Este mosquito tiene gran importancia desde el punto de vista epidemiológico por ser transmisor de diferentes arbovirosis como son: la fiebre amarilla, el Dengue y Dengue hemorrágico. A medida que disminuyeron las campañas de control sobre el vector durante las décadas de 1970 y 1980, el mosquito proliferó y se propagó por casi toda la región de las Américas intensificándose la actividad del Dengue alcanzando niveles alarmantes en esa última década. (Fernández 2008)

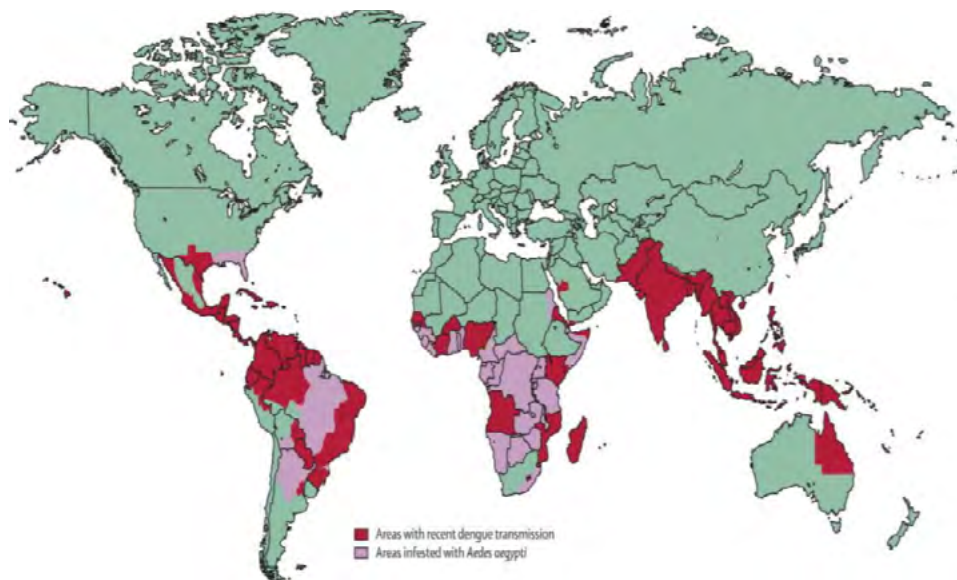


Figura 1. Distribución mundial de *Aedes aegypti* L.
Fuente: CDC citado por INS 2014.

La especie es predominantemente doméstica, prolifera en recipientes artificiales o naturales que se encuentran en las viviendas o en sus alrededores, únicamente las hembras son hematófagas, se alimentan de sangre humana y de algunos animales, detectan por estímulos visuales: movimientos, tamaño, olor, humedad, temperatura, concentración de CO₂, entre otros. La sangre que succionan les es necesaria para desencadenar la maduración de sus óvulos (Icaza 2003)

La densidad de los mosquitos vectores se relaciona con la condición climática, *Aedes aegypti* L. prefiere agua limpia y clara con baja presión parcial de oxígeno, como el agua de lluvia, para reproducirse. Por lo tanto, el hábito de almacenamiento de agua de lluvia dentro de las casas para uso doméstico proporciona un lugar de reproducción idóneo para ellos, en un clima seco y hábitos domésticos que conducen al almacenamiento de agua también pueden ser favorables para la reproducción de los mosquitos. (Gualdron Sánchez, 2007)

En El Salvador en los últimos años ha aumentado el número de enfermedades transmitidas por el zancudo (*Aedes aegypti* L.), siendo este el principal vector de transmisión de enfermedades como el Dengue, Chikungunya y recientemente el Zika. Para el caso del Dengue, se han percibido datos elevados de infestación, obligando a las autoridades gubernamentales a decretar alertas orientadas al combate del vector. La variabilidad en el comportamiento de los elementos climáticos produce algún efecto aumentando o disminuyendo los índices poblacionales del insecto y, por ende, esto tiene repercusión en los casos reportados por el Ministerio de Salud (MINSAL 2014), en cuanto a personas afectadas con enfermedades transmitidas por el vector.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica, montaje del ensayo, recolección de datos meteorológicos

Para la fase previa al montaje del ensayo, se realizó la elaboración de las bases de datos de incidencia de la enfermedad e índices larvarios y la creación de los polígonos de Thiessen en el periodo comprendido de septiembre a diciembre de 2014.

La investigación del ciclo biológico, se llevó a cabo en el periodo comprendido de enero a abril de 2015, en los municipios de San Salvador, San Martín, Sonzacate y Nueva Trinidad, El Salvador.

Estos lugares presentaban diferentes niveles de alertas decretadas por el Ministerio de Salud, que iban desde la verde hasta la naranja, causadas por la incidencia de la enfermedad del Dengue.

Los ensayos de cada municipio se establecieron en fechas distintas en forma escalonada, se comenzó por el municipio de San Martín (enero- febrero), luego Sonzacate (febrero-marzo), Nueva Trinidad (marzo-abril) y San Salvador (marzo-abril).

En cada municipio se utilizaron 5 repeticiones, en forma escalonada, con diferencia de 5 días entre cada una, para cada repetición se utilizó un depósito, obteniéndose 5 depósitos por municipio, con las siguientes dimensiones altura de 7.5 cm, diámetro de 17.1 cm (Fig. 2), agregando 600 ml de agua tomada del sistema de distribución presente en cada municipio (agua tomada del grifo).



Figura 2. Depósitos plásticos transparentes.

En los depósitos se colocaron trozos de papel provenientes de ovitrampas proporcionadas por el Ministerio de Salud de El Salvador, MINSAL, las cuales eran negras, altura de 14.7 cm y diámetro de 10.3 cm. (Fig. 3). que contenían 25 huevos de *A. aegypti* y con el agua a temperatura ambiente al momento de realizar el experimento. En cada depósito, se utilizó tela anti mosquito para tapar cada uno de ellos, la cual se fijó a la parte superior de cada depósito con bandas de hule, a fin de garantizar que no existiera ingreso de otras especies u organismos ajenos a la especie en estudio o fuga de adultos.



Figura 3. Ovitrapas utilizadas.

Se recopilaban datos de temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación; se registraron tres veces al día durante el ciclo biológico, en las siguientes horas: 7:00, 14:00, 21:00 (según la metodología del Servicio Nacional de Estudios Territoriales, SNET), durante el desarrollo de la investigación. Se instaló un termómetro a base de mercurio y un pluviómetro “casero”, el cual se construyó con recipientes plásticos de 20 cm de alto, 9.1 cm de diámetro y se ubicaron a 1.5 m arriba del suelo, en cada uno de los municipios donde se desarrolló la investigación, con el propósito de tomar datos atmosféricos exactos *in situ*. Los datos de humedad relativa y radiación solar, fueron obtenidos diariamente por medio de la página web del SNET.

Metodología de laboratorio

Para seleccionar la estación meteorológica que proporcionó los datos con mayor precisión, se utilizó la herramienta de polígonos de Thiessen, aplicando el programa Arc. GIS 10X, con base a los datos del SNET (Fig. 4). Se delimitaron las áreas de influencia de las estaciones meteorológicas a través de los polígonos de Thiessen. Luego de crear y analizar los polígonos, se detectó que para el municipio de Sonzacate la estación meteorológica que tenía mayor área de influencia es la de Acajutla; la de San Martín es la estación de Ilopango; para San Salvador es la estación de la UES (Universidad de El Salvador) sede central y para Nueva Trinidad, la estación de Chorrera del Guayabo.



Figura 4. Polígonos de Thiessen.

Se procedió al establecimiento y ordenamiento de las bases de datos de índices entomológicos e incidencia de la enfermedad del Dengue, para el año 2014, proporcionadas por el Ministerio de Salud de El Salvador (MINSAL).

En la investigación no se contó con cámaras bioclimáticas para la obtención de la temperatura base, es por este motivo que se basó en la investigación de la temperatura base de Beserra *et al.* (2006), para la localidad de Brejo dos Santos, determinaron una temperatura base de 8.5, con un coeficiente de regresión de 94.5%, las condiciones climáticas de la localidad de Brejo dos Santos son similares a las de El Salvador, los cálculos realizados en la investigación, para la determinación de unidades de calor de cada etapa del ciclo biológico, se tomó la temperatura base de 8.5 con los datos de temperaturas promedio ambiente.

Para el cálculo de la constante térmica se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = y(t - a)$$

Dónde:

K = constante térmica (grados día).

y = número de días necesarios para completar desarrollo.

t = temperatura promedio diaria.

a = temperatura base (mínima absoluta).

t - a = temperatura efectiva

Metodología estadística

Para el análisis de la información, se utilizó el análisis multivariante, componentes principales, la construcción de los dendogramas y gráficos, se realizó con el programa estadístico R (R Core Team, 2015) en el cual se construyó previamente la base de datos de la incidencia de la enfermedad vs. los elementos meteorológicos (temperatura máxima y mínima, precipitación, radiación solar y humedad relativa). La base de datos se elaboró con las 28 semanas epidemiológicas reportadas por el Ministerio de Salud, con el fin de conocer si la incidencia de la enfermedad estaba relacionada con algún elemento meteorológico, el programa asoció a los individuos más homogéneos cerca de ellos y los heterogéneos los clasifica en otros. Los índices entomológicos se analizaron de la misma manera que la incidencia de la enfermedad, con la diferencia de que se tomó por departamento el índice de Breteau, casa, depósito se relacionaron con los elementos meteorológicos (temperatura máxima, mínima, precipitación, radiación solar, humedad relativa), para las 28 semanas epidemiológicas reportadas por el MINSAL, previamente se construyó la base de datos y se analizó con el programa estadístico R. Los análisis multivariados, se hicieron a través del paquete FactoMineR (Husson *et al.* 2008)

El dendograma de las fases de larva y adulto de *A. aegypti*, se elaboró con una base de datos que contenía información sobre los elementos meteorológicos evaluados (temperatura máxima, mínima, precipitación, radiación solar, humedad relativa) en la duración del ciclo biológico de *A. aegypti*; de igual manera, se analizó esta información con el programa estadístico R (R Core Team, 2015), para conocer si algún elemento climático estaba relacionado con alguna fase ciclo del *A. aegypti*.

Resultados y Discusión

Duración del ciclo biológico en las cuatro zonas geográficas investigadas

Los municipios de San Salvador y Nueva Trinidad, presentaron el ciclo de vida de *A. aegypti* más corto, con 13 y 14.6 días respectivamente y los municipios de San Martín y Sonzacate, presentaron los ciclos de vida más largos con 20 y 18 días respectivamente. El promedio general de los 4 municipios fue de 16.4 días (Fig. 5). Estos hallazgos, son importantes porque para Figueroa *et al.* (2013) en condiciones óptimas de temperatura (25 a 29 °C) el periodo desde la eclosión del huevo hasta la etapa adulta es de 13-17 días, por lo que el promedio de 16.4 coincide con este autor.

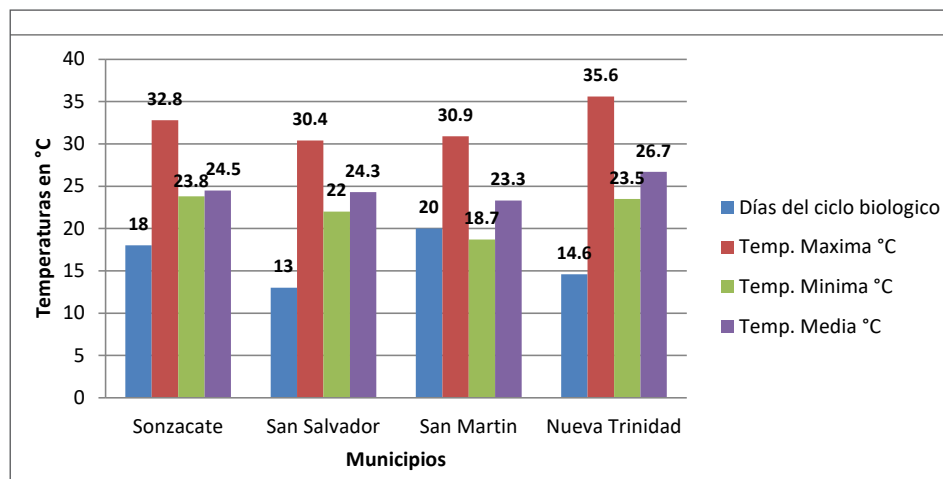


Figura 5. Temperaturas máximas, mínimas, medias, para las cuatro zonas geográficas.

Los datos de González *et al.* (1998), reflejan que la duración promedio para el periodo total de larva de primer estadio hasta adulto fue de 11.15 días, los datos obtenidos de la investigación no son iguales ya que consistió desde la etapa de huevo a adulto, con un mínimo de duración de nueve días y un máximo de 20 días.

El municipio de Nueva Trinidad se obtuvo mayor precipitación acumulada con respecto a los demás municipios, la precipitación que se registró en los municipios de Sonzacate y Nueva Trinidad, en el período de duración de la investigación, fueron precipitaciones esporádicas de la época seca. San Salvador y San Martín, no registraron precipitación. El municipio de San Martín, registró la mayor radiación solar en horas luz; el municipio de Sonzacate registró la menor cantidad de horas luz. La mayor humedad relativa en % se registró en el municipio de San Martín y la mayor duración en días del ciclo biológico, el menor % de humedad relativa se registró en el municipio de Nueva Trinidad (Fig. 6).

Etapa de huevo

En la figura 7, se observa que los municipios de San Salvador y Nueva Trinidad obtuvieron un día de duración en la etapa huevo-larva, con temperaturas máximas de 30.6°C y 36.2°C respectivamente, y mínimas de 21.7 °C para el caso de San Salvador y 23.5 °C para Nueva Trinidad y con humedad relativa de 58% y 59.8%. El municipio de San Martín obtuvo una temperatura máxima de 31 °C y una mínima de 18.9 °C, con una duración de dos días en la etapa ya mencionada.

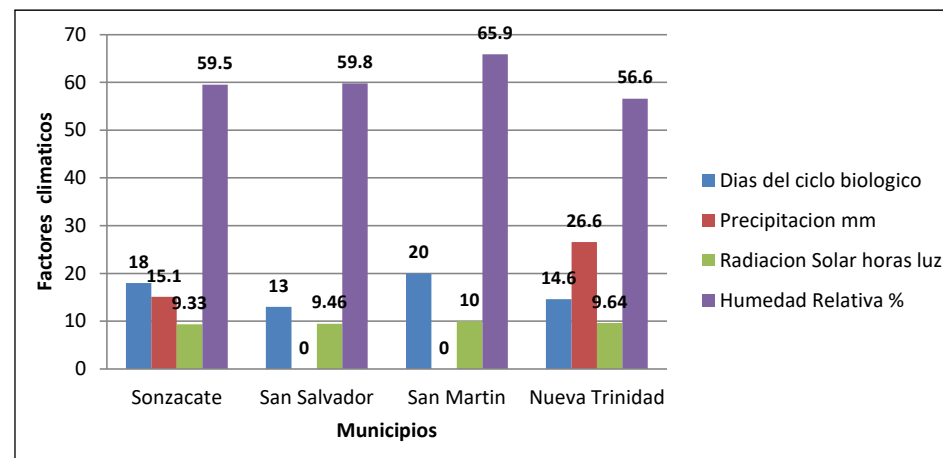


Figura 6. Precipitación, radiación solar, humedad relativa, para las cuatro zonas geográficas.

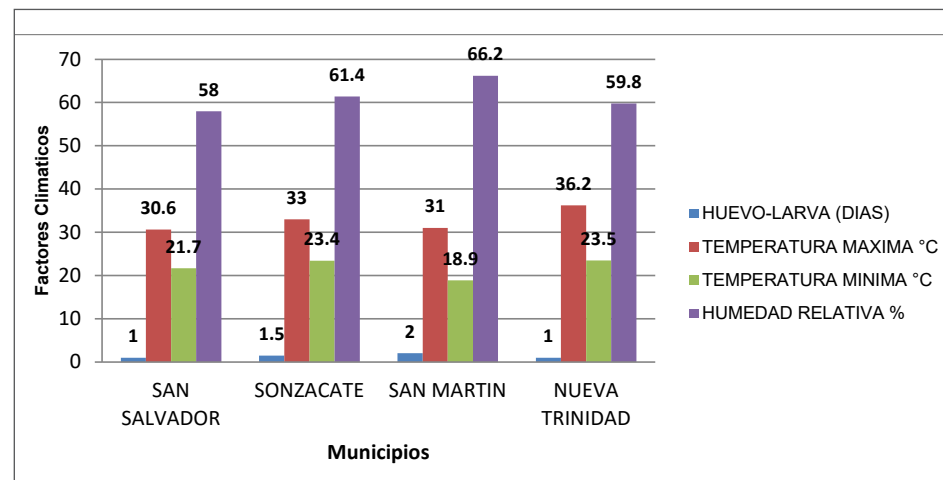


Figura 7. Duración en días de la etapa de huevo-larva en comparación con las temperaturas máximas y mínimas.

Los datos de UNICEF (2010), reportan que para la etapa de huevo tarda 2-3 días en eclosionar, no se compara al resultado promedio de 1.4 días, obtenido en la presente investigación.

Etapa de larva

En la figura 8, se observa que los municipios de San Salvador y Nueva Trinidad obtuvieron el ciclo larva-pupa más cortos, 10 y 11.6 días. El municipio de San Martín con un promedio de duración de 16.5 días para pasar a la etapa de larva-pupa. En el municipio de Nueva Trinidad se registró la menor HR, pero no así el menor número de días de duración de larva a pupa; ya que fue el municipio de San Salvador el que presentó el menor número de días de duración de esta etapa. Moura (2006), obtuvo que para todas las poblaciones, la gama de temperaturas favorable del vector está por encima de 22 ° C y por debajo de 32 ° C. Esto significa que, temperaturas mínimas menores de 20 ° C y humedad relativa al 66% la duración de la etapa de larva se alarga, debido a la influencia en el metabolismo del mosquito ya que ocasiona una lentitud en el desarrollo del mismo.

Mortalidad en la etapa de larva de *Aedes aegypti* L. en relación con la temperatura, humedad relativa y radiación solar

En la figura 9, se observa que el municipio de San Salvador presentó la mayor mortalidad de larvas (87.5%) y el municipio de Nueva Trinidad registró un 60.2%; Sonzacate (81.5%), y San Martín (71.7%), registraron una mortalidad intermedia, y temperaturas máximas entre 30.8 ° C y 32.6 ° C, y temperatura máxima de 34.9 ° C. estos resultados, concuerdan con lo reportado por González *et al.* (1998), quienes bajo condiciones naturales en neumáticos, tuvieron una mortalidad promedio de toda la etapa de larva de 91%, que atribuyeron a tres factores principales: la temperatura ambiental, la naturaleza del medio del cultivo (disponibilidad de alimento), y las características genéticas de la especie. Los datos de la investigación difieren con los del autor, ya que el promedio de mortalidad fue de 75.2 %.

Etapa de pupa

En la figura 10, se observa que el municipio de San Martín obtuvo el menor tiempo promedio de duración de la etapa de pupa al registrar 1.5 días, teniendo como promedio de 64.6% HR, y 9.7 horas luz. El municipio de Sonzacate, registró el promedio más alto para pasar a la etapa de pupa el cual fue de 2.5 días, teniendo un 71.3% de HR y 9.2 horas luz. Los municipios de San Salvador con un promedio de 61.5% de HR, y 10.1 horas luz y Nueva Trinidad con un promedio de 59.6 % y 9 horas luz, tuvieron una duración intermedia de la etapa de pupa con dos días. Los datos de UNICEF (2010), reportan que para la etapa de pupa tarda 2-3 días en convertirse en adulto, lo que se compara al resultado promedio de 2 días, obtenido en la presente

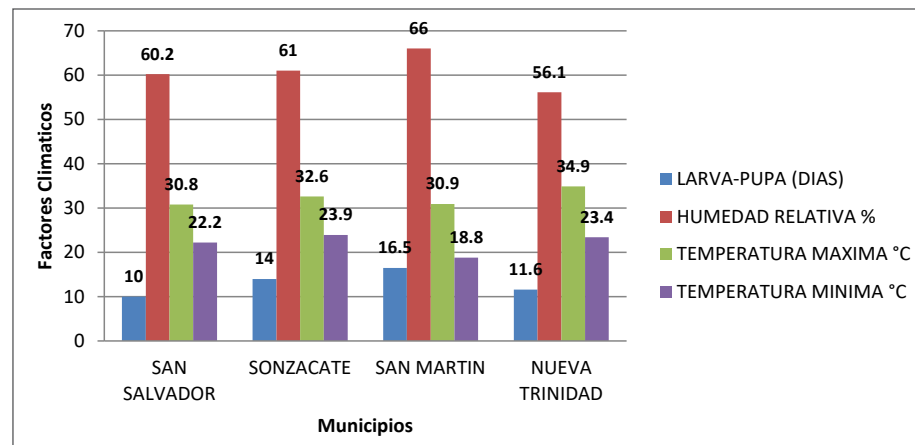


Figura 8. Duración en días de la etapa de larva-pupa junto con las temperaturas máximas y mínimas.

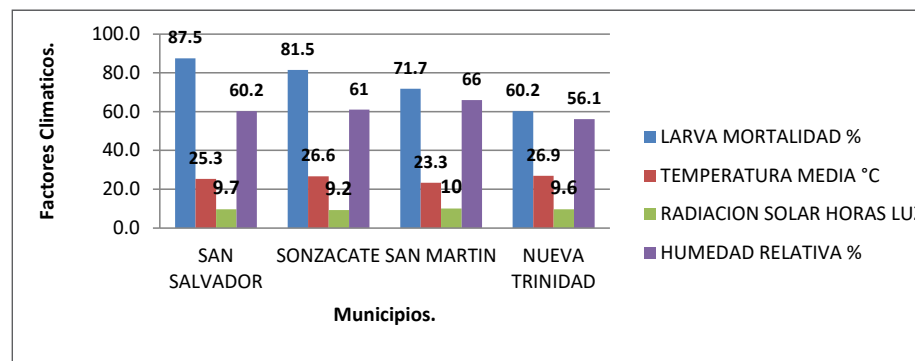


Figura 9. Comparación de la mortalidad con la temperatura, humedad relativa y radiación solar en la etapa de larva.

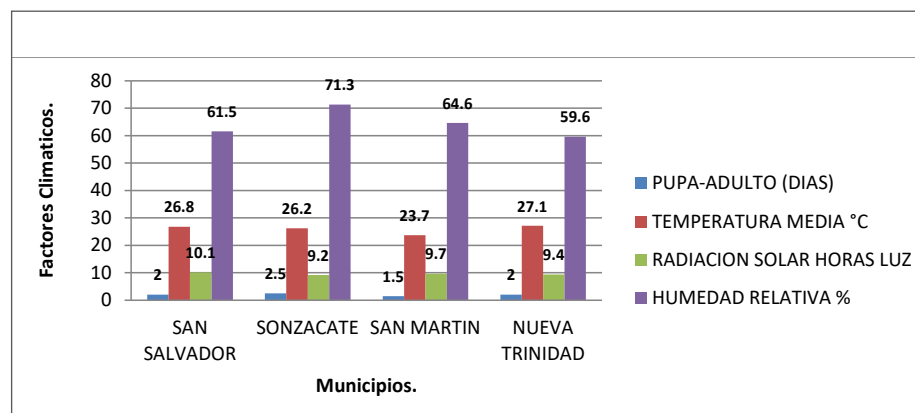


Figura 10. Duración en días de la etapa de pupa en comparación con la humedad relativa, temperatura media y radiación solar.

investigación. Con estos resultados, bajo las condiciones en que se realizó el estudio, pareciera que con una humedad relativa menor al 65%, la duración de la etapa de pupa se acorta, y a humedad relativa mayor al 65%, la duración de la etapa se alarga con la temperatura media entre (26 °C -27.5 °C), por lo tanto la combinación humedad relativa-temperatura media, contribuye en una reducción de tiempo de duración de la etapa de pupa.

Mortalidad y duración en días de la etapa de pupa de *Aedes aegypti* L. en comparación con la humedad, radiación solar y temperatura media

De acuerdo a la figura 11, se observa que el municipio de San Salvador, presentó la mayor mortalidad de pupas (62.4%) con una radiación solar de 10.1 horas luz y humedad relativa 61.5%, con una temperatura de 30.8°C y el municipio de Sonzacate se obtuvo un 49.8% de mortalidad, con radiación solar de 9.2 horas luz y humedad relativa 71.3% y temperatura máxima de 32.6°C. San Martín (58.4%) y Nueva Trinidad (58.1%), registraron una mortalidad intermedia, con 9.7 y 9 horas luz y humedad relativa de 64.6% y 59.6% y temperaturas máximas entre 30.8 °C y 34.9°C respectivamente. Los datos de González *et al.*(1998) bajo condiciones naturales en neumáticos, obtuvieron una mortalidad promedio de la etapa de pupa de 18%; por lo que se difiere con los datos del autor, ya que el promedio de mortalidad en la investigación fue de 57.2%, sin embargo, como ya se ha señalado, no se tomaron en cuenta la calidad de alimento ni la genética de la especie en el presente estudio, por lo que, no solo, la temperatura, humedad relativa, contribuyeron a la alta mortalidad obtenida.

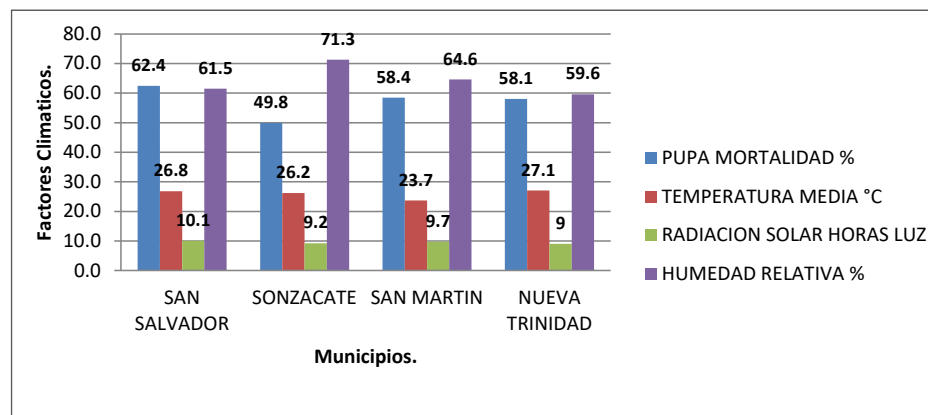


Figura 11. Comparación de la mortalidad de pupa con temperatura media, radiación solar y humedad relativa.

Grados días o unidades térmicas de *Aedes aegypti* L.

Cabe señalar, que se utilizó la temperatura base obtenida por Beserra *et al.* (2006), que fue de 8.5°C, mediante el uso de cámaras bioclimáticas, en la localidad de Brejo dos Santos, ya que son los datos que presentaron mayor coeficiente de regresión (R^2 94.5 %). El dato promedio de constante térmica del ciclo biológico obtenido para las cuatro zonas geográficas fue de 264.1 °C (cuadro 1). Estos datos, son similares a los reportados por Beserra *et al.* (2006) para *A. aegypti* desde la etapa de huevo a adulto en la localidad de Brejo dos Santos, que fue de 273.9 °C, lo que sugiere que los datos tomados tienen confiabilidad para ser usados en los cálculos de la constante térmica, pudiendo variar por factores no contemplados en este estudio.

Cuadro 1. Grados días necesarios para el desarrollo del ciclo biológico de *Aedes aegypti* L

Municipios	Duración en días del ciclo biológico	Temperatura Media °C	Temperatura Base °C	Constante Térmica (GD)
San Salvador	13	24.3	8.5*	205.4
Sonzacate	18	24.5	8.5*	287.9
San Martín	20	23.3	8.5*	296.2
Nueva Trinidad	14.6	26.7	8.5*	265.7
Promedio	16.4	24.6	8.5*	264.1

*Los datos de temperatura base utilizados para el cálculo son de la investigación de Beserra *et al.* (2006)

Análisis de clúster, dendograma de fase de larva y adulto de *Aedes aegypti* L. con relación a los elementos meteorológicos

En la figura 12, se observa que la fase larval de *A. aegypti* está relacionada con la precipitación. Este resultado, coincide con el trabajo de Palis *et al.* (2011), quienes reportaron que la precipitación se correlaciona positivamente con la abundancia de estados inmaduros (larvas) de *A. aegypti*. Por otro lado, se encontró que la fase adulta de *A. aegypti*, está relacionada con la radiación solar (horas luz), esto significa que existe similitud en la cantidad de horas luz, con la cantidad de adultos de *A. aegypti*, por consecuencia también están influenciadas las temperaturas en la fase adulta con relación a la radiación solar conduce también al aumento de la temperatura corporal, intensificación de los procesos metabólicos, como se observa la humedad relativa tiene alta relación con la temperaturas mínimas y máximas resultadas de la investigación.

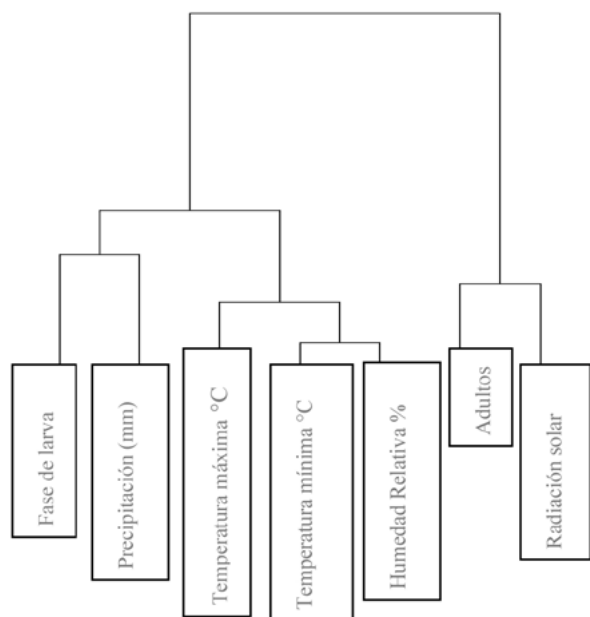


Figura 12. Dendrograma de asociación entre los elementos meteorológicos y la fase de larva y adulto de *A. aegypti*.

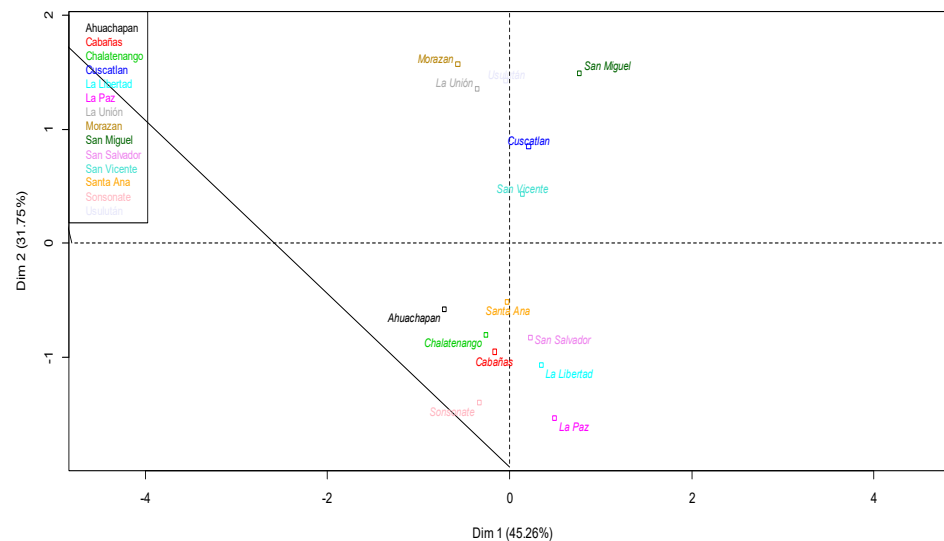


Figura 13. Asociación de los departamentos en relación a los índices entomológicos. Individuals Factor Map (PCA)

Distribución de los departamentos de El Salvador, en relación a los elementos meteorológicos y los índices entomológicos (Breteau, casa, tasa y depósito)

En la figura 13, se observa a los 14 departamentos de EL Salvador relacionados con los índices entomológicos de Breteau, casa, tasa y depósito con los elementos meteorológicos (temperatura máxima, mínima, promedio, precipitación, radiación solar, humedad relativa), la base de datos de los índices entomológicos, fueron proporcionados por el MINSAL (Ministerio de Salud), con el fin de correlacionarlos con los elementos meteorológicos antes mencionados. Los departamentos de San Salvador, Chalatenango, Cabañas, Santa Ana, Sonsonate, La Paz, Ahuachapán y La Libertad se concentran en el mismo grupo (parte inferior), debido a que presentan características similares de elementos meteorológicos (humedad relativa, temperatura mínima, precipitación y mayor índices entomológicos), presentaron una alta correlación entre ellos.

En cuanto a los departamentos de Usulután, San Miguel, La Unión, Cuscatlán, San Vicente y Morazán, se concentran en el mismo grupo (parte superior), debido a que presentaron características parecidas en cuanto a (temperatura máxima, promedio, mínima y menor índices entomológicos), presentaron una alta correlación entre ellos.

Palis *et al.* (2011), reportaron que las temperaturas máximas afectan la sobrevivencia del *A. aegypti* L., lo que conlleva a una disminución de la trasmisión de la enfermedad. En este aspecto, se tienen resultados similares en la presente investigación, puesto que los departamentos de Usulután, San Miguel, La Unión, Cuscatlán, San Vicente, San Miguel y Morazán, registraron la mayor temperatura máxima y el menor índice entomológico, afectando la incidencia de la enfermedad a causa de una disminución en la población del mosquito en estudio y por lo tanto, la caída de los índices entomológicos.

Relación de los elementos meteorológicos con la incidencia de la enfermedad del Dengue

De la figura 14, se deduce que en la relación de la incidencia de la enfermedad del Dengue de las 28 semanas epidemiológicas tomadas en cuenta, con relación a los factores climáticos (temperatura máxima, mínima, humedad relativa, precipitación, radiación solar), la temperatura máxima tiene una relación inversamente proporcional a la incidencia de la enfermedad del Dengue; esto significa que a medida que aumenta la temperatura la incidencia de la enfermedad disminuye el número de casos, lo cual se confirma al analizar los municipios que registraron la más altas temperaturas máximas, quienes reportaron la menor cantidad de casos de la enfermedad. Para el caso del municipio de San Salvador, con una temperatura máxima promedio de 32.4 °C, se reportaron 538 casos de la incidencia de la enfermedad y para el municipio de Jiquilisco, con una temperatura máxima promedio de 36.9 °C, se reportaron 69 casos de la incidencia de la enfermedad. Este resultado, también coincide con los hallazgos de Palis *et al.* (2011), quienes observaron una correlación inversamente proporcional con los casos de Dengue y la temperatura máxima.

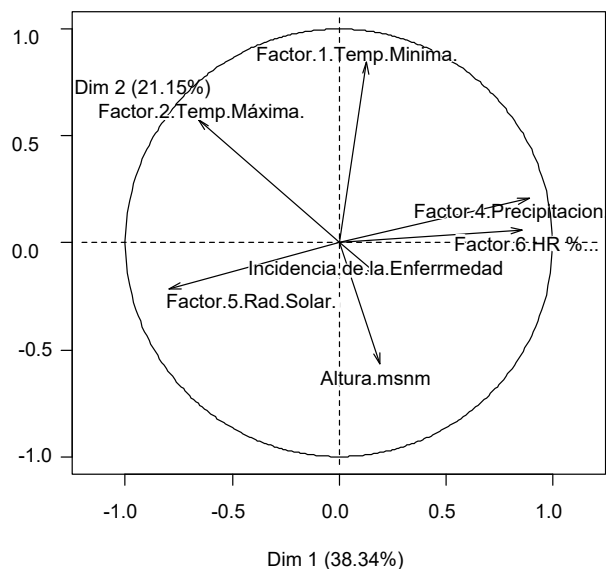


Figura 14. Relación de la incidencia de la enfermedad del Dengue con los elementos climáticos. Individuals Factor Map (PCA)

Los posibles efectos de la temperatura máxima, se podrían traducir en un aumento en la evaporación más rápida de fuentes de agua temporales (Charcas, quebradas, depósitos de agua caseros, etc), con lo cual *A. aegypti*, no alcanza a completar su desarrollo acuático.

Conclusiones

Una disminución en la temperatura, alarga el ciclo biológico de *A. aegypti*, especialmente en las etapas de huevo-larva, larva-pupa.

Para completar su ciclo biológico *A. aegypti* necesita una constante térmica promedio de 264.1 grados día.

La precipitación aumenta el número de larvas de *A. aegypti*

La temperatura máxima, tiene una relación inversamente proporcional con la incidencia de la enfermedad del Dengue.

Recomendaciones

Realizar un estudio de la temperatura base para *A. aegypti* para El Salvador, con el fin de predecir los niveles poblacionales anuales.

Monitorear constantemente los factores climáticos (Temperatura máxima, mínima, precipitación, humedad relativa y radiación solar), para elaborar y ejercer planes de combate del zancudo *A. aegypti*.

Realizar investigaciones en laboratorio para determinar el número de días del ciclo biológico y compararlos con la investigación, ya que se desarrolló en un ambiente no controlado.

Generar un sistema de alerta temprana con respecto a la humedad relativa en combinación con la temperatura, a fin de iniciar medidas de control para *A. aegypti*.

La población debe evitar la acumulación de agua en recipientes por más de 4 días.

Bibliografía

- Agrelo, R.S. 1996. *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus* (Díptera, Culicidae) y su papel como vectores en las Américas (en línea): La Situación De Uruguay. Revista Médica Del Uruguay 12(1): 28-36. Consultado 24 abr. 2014. Disponible en <http://www.rmu.org.uy/revista/1996v1/art5.pdf>
- Beserra, R. Castro, F. Dos Santos, J. Santos, T. Fernandes, C. 2006. Biología e exigencias térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Díptera: Culicidae) provenientes de cuatro regiones bioclimáticas de Paraíba (en línea). Neotropical Entomology. Dic. 2006: 853-860. Consultado el 15-06-2015. Disponible en: <http://www.scielo.com>
- Fernández, M.C. 2008. Aspectos bioecológicos de importancia para el control de *Aedes aegypti* y otros Culícidos en el ecosistema urbano. Tesis Ph.D. La Habana, CU. Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri. 186 p.
- Figuroa, C. López, M. Almendarez, R. 2013. Conducta depredadora de las larvas de *Toxorhynchites* sp. (Díptera: Culicidae) sobre las larvas de *Aedes aegypti*, vector del virus del Dengue. San Salvador, SV. 79 p.
- González, H. Tabla, V. Bernal, S. Saide, P. 1998. Desarrollo, mortalidad y sobrevivencia de las etapas inmaduras de *Aedes aegypti* (Díptera: Culicidae) en neumáticos (en línea). Revisa biomédica. 9:84-91. Consultado el 24-09-2014. Disponible en <http://www.cirbiomedicas.uady.mx/revbiomed/pdf/rb98922.pdf>
- Gualdrón Sánchez, L.J. 2007. Manual de vigilancia entomológica de Dengue, leishmaniasis, chagas, malaria y fiebre amarilla (en línea). CO. 182 p. Consultado el 20 ago. 2016. Disponible en <http://www.orasconhu.org/documentos/Anexo%201412%20%20COL%20M&E%202009.pdf>
- Husson, F. Josse, J. Lê, S. 2008. FactorMineR (en línea). FR. Consultado 10 oct. 2015. Disponible en <https://cran.r-project.org/bin/windows/base/old/3.0.1/R-3.0.1-win.exe>
- Icaza, B.J. 2003. El Mosquito *Aedes aegypti* y el Dengue en México (en línea). Bayer Environmental Science. MX. 152 p. Consultado 24 abr. 2014. Disponible en <http://www.proteccionambiental.com.ar/%5CpdfPlagas%5CLIBRO-J-THIRIO1.pdf>
- MINSAL (Ministerio de Salud, SV). 2014. Boletín epidemiológico de situación de Dengue por la Comisión Especial de Análisis para la Determinación Social de la Salud (CDSS). San Salvador, SV. p.7.
- Moura Fernandes, CR. 2006. Efecto de la densidad, temperatura y calidad del agua en *Aedes aegypti* ciclo de vida Campina Grande – PB. Tesis Mag. Sc. Campina Grande, BR, PRODEMA. 114 p.
- Palis, Y. Pérez, L. Ruiz, M. Comach, G. Márquez, L. 2011. Influencia de las variables climáticas en la casuística de Dengue y la abundancia de *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) en Maracay, Venezuela. Boletín de malariología y salud ambiental (en línea). VE. Maracay. 15 p. Consultado el 04 nov. 2016. Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482011000200004
- UNICEF (United Nations International Children's Emergency Fund, AR). 2010. Participación social en la prevención del Dengue (en línea). 2: 1-90. Consultado 24 abr. 2014. Disponible en http://www.unicef.org/argentina/spanish/manual_Dengue_2edic_baja.pdf

Efecto de extracto etílico de propóleo de abeja melífera (*Apis mellifera scutellata*) como alternativa natural en el proceso de cicatrización de heridas en cabras raza saanen

Effect of ethyl propolis extract of honey bee (*Apis mellifera scutellata*) and natural alternative to the process of wound healing in Saanen goats.

Benavides-Wolmers, S.L.
Estudiante tesista, Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

Rivas-Ortiz, M.S.
Estudiante tesista, Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Oviedo-Zelaya, R.
Docente asesor, Departamento MVZ,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Brizuela-Hernández, P.M.
Estudiante tesista, Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Ruano-Iraheta, C.E.
Docente asesor, Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador..

Resumen

La investigación se llevó a cabo en la Fundación Chinampa, Cantón Cabañas, Ciudad Delgado, San Salvador, entre los meses de julio 2014 a enero 2015. Se evaluó el efecto del extracto etílico de propóleo de abeja *mellifera* (*Apis mellifera scutellata*) como alternativa natural en el proceso de cicatrización de heridas en cabras de raza Saanen. Los Tratamientos: T0= testigo absoluto (sin ningún medicamento), T1=propóleo de abeja melíferas al 50%, T2=propóleo de abeja melíferas al 30%, T3=producto comercial cicatrizante y T4= alcohol etílico al 90%. Se utilizó el diseño de bloques completamente al azar en 20 cabras de la raza Saanen, las cuales se dividieron en 4 bloques de 5 cabras cada uno. Las variables fueron: longitud de herida sin cicatrizar, ancho de la herida sin cicatrizar, tiempo de cicatrización total, inflamación y los costos totales por tratamiento. Para la variable longitud de la herida sin cicatrizar, durante la tercera semana fue significativamente mejor el tratamiento de extracto etílico de propóleo al 50%, seguido del extracto etílico de propóleo al 30%. El resto de tratamientos fueron similares entre sí. En la cuarta semana, el extracto etílico de propóleo al 50% superó estadísticamente a todos los tratamientos, seguido del extracto etílico de propóleo al 30% y el alcohol etílico al 90% que fueron similares entre sí, y estos superaron al cicatrizante comercial ($p \leq 0.05$). En cuanto a lo ancho de la herida sin cicatrizar, únicamente el tratamiento de extracto etílico de propóleo al 50% cicatrizó completamente a las cuatro semanas. Se presentó inflamación en las heridas en cada uno de los tratamientos. Los costos totales por cada tratamiento fueron: T0= USD \$0.00, T1= USD \$42.52, T2= USD\$ 35.28, T3= USD\$30.65 y T4= USD\$ 12.47. El extracto etílico de propóleo al 50% cicatrizo completamente la herida de las cabras a las cuatro semanas (28 días).

Palabras clave: Cicatrización, propóleo, *Apis, mellifera*, cabras.

Abstract

The research was conducted in Chinampa, Canton Cabañas, Ciudad Delgado, San Salvador Foundation, between the months of July 2014 to January 2015. The effect of propolis extract ethyl melíferas honeybee (*Apis mellifera scutellata*) was evaluated as a natural alternative in the process of wound healing in Saanen goats. Treatments: T0 = absolute control (no drug), T1 = melíferas bee propolis 50%, T2 = melíferas bee propolis 30%, T3 = scar commercial product and T4 = 90% ethyl alcohol. block design was completely randomized in 20 Saanen goats, which were divided into 4 blocks of 5 goats each. The variables were: unhealed wound length, width of the unhealed wound, time to complete healing, inflammation and total costs per treatment. For variable length unhealed wound, during the third week it was significantly better treatment ethyl propolis extract 50%, followed by ethyl propolis extract 30%. All other treatments were similar. In the fourth week, the ethyl extract of propolis 50% statistically outperformed all treatments, followed by ethyl propolis extract 30% and 90% ethyl alcohol that were similar to each other, and these exceeded the commercial healing ($p \leq 0.05$). As for the width of the unhealed wound, only treating ethyl propolis extract 50% completely healed after four weeks. inflammation occurred in the wounds in each of the treatments. Total costs per treatment were: T0 = USD\$ 0.00, T1 = USD\$ 42.52, T2= USD\$ 35.28, T3 = USD\$ 30.65 and T4 = USD\$ 12.47. Ethyl propolis extract 50% completely healed the wound of goats at four weeks (28days).

Key words: healing, propolis, *Apis mellifera*, goats.

Introducción

Los caprinos, pueden presentar ciertas heridas ocasionadas por peleas con depredadores o con otras cabras, incluso cuando estas intentan pasar o saltar de un lado a otro (accidentales) y heridas realizadas de forma quirúrgica.

En la naturaleza existen sustancias complejas de origen vegetal que preparan las abejas, como en el caso del propóleo, que es un producto al que se le atribuyen muchas propiedades medicinales entre las cuales se encuentran propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes y antibióticas. El propóleo es una sustancia resinosa, balsámica, de color verde pardo, castaño o incluso negro, dependiendo de su origen botánico. Según investigaciones realizadas, el propóleo contiene principalmente flavonoides y terpenoides, los cuales otorgan propiedades al propóleo, que permite brindar considerables valores terapéuticos en el organismo animal y humano (González Guerra y Bernal Méndez 1997). El propóleo acelera el proceso de reparación de tejidos, esto se lleva a cabo por la proliferación de fibroblastos, la aceleración de la transformación de fibrocito a fibroblastos, los cuales favorecen así la síntesis y deposición de fibras de colágeno reduciendo el tiempo de curación. (Medellín Pico *et al.* 2007). En algunos países como Uruguay, Colombia, Cuba, Argentina se utiliza el propóleo como crema de Ordeño que es un preventivo y curativo de grietas, heridas e inflamación de pezones. También el ungüento que se utiliza en la cicatrización de heridas superficiales, necrobacilosis, quemaduras, procesos infecciosos e inflamatorios, dermatitis seborreica, escaras, además de las soluciones adhesivas utilizadas en enfermedades pódales, llagas de prepucio, miasis, mucosas infectadas, heridas de piel y mucosas, castraciones, evita la contaminación post-quirúrgica de las suturas. (Anzola Martínez 2005). En Turquía, se evaluó el efecto del propóleo y sulfadiazina de plata en la cicatrización de heridas en conejos Como resultado, el grupo que se le aplicó el tratamiento con propóleo presentó un menor tiempo de cicatrización (25 días) que los otros tratamientos. (Eröksüz *et al.* 2008).

Esta investigación comparó el efecto del extracto alcohólico del propóleo al 50 % y 30 % (artesanal) de abejas (*Apis mellifera scutellata*), un cicatrizante comercial, un testigo relativo (alcohol etílico al 90%) y un testigo absoluto (sin tratamiento), en la cicatrización de heridas con el fin de presentar una alternativa natural a los caprinocultores para el tratamiento de heridas en sus animales.

Materiales y Métodos

Duración y Unidades Experimentales

La investigación se inició el 15 de julio de 2014 y finalizó el 15 de enero de 2015. Para la investigación se usaron 20 cabras de la raza Saanen todas se encontraron entre el rango de edad de uno a cinco años. Se hizo un arreglo de manera que cada edad estuviera representada en cada tratamiento, se formaron cuatro bloques de cinco cabras las cuales estuvieron dentro del mismo recuento de glóbulos blancos (granulocitos, monocitos y linfocitos). La cantidad normal de glóbulos blancos en caprinos oscila entre 4,000 a 13,000 (Cocco *et al.* 2005)

Metodología de campo

Para la presente investigación se contó con un corral de 32 m de largo, 19 m de ancho y 1.82 m de alto cercado con malla ciclón. Dentro del corral había un área techada que contaba con 8.15 m de largo x 5.1m de ancho, el techo era de “un agua”, cuya altura máxima es de 3.2 m y la altura mínima de 2.55 m. Además, tenía dos bebederos de 2.31 m de largo, 0.47m de ancho y 0.30m de altura con capacidad para 647.2 litros de agua aproximadamente y un comedero de 4.04 m de largo, 0.48m de ancho y 0.30 m de altura con capacidad para 100 kg de concentrado.

Se realizó la limpieza y desinfección de toda el área en la cual se llevó a cabo la investigación. La limpieza en el área techada consistió en la remoción de excretas, eliminación de telarañas, lavado del piso, paredes y techo con detergente, reparación y determinación de áreas a utilizar. Para la desinfección se utilizó cal en las paredes, como último paso se roció hipoclorito de sodio al 5% con una bomba aspersora para dejar toda el área lo más desinfectada eliminando cualquier tipo de contaminación.

Una vez realizada la limpieza y desinfección se procedió a colocar las cabras debidamente identificadas con collares de distintos colores formando bloques, divididos según el recuento de glóbulos blancos. Cada bloque estuvo formado por cinco cabras o unidades experimentales, formando cuatro bloques en total. Este manejo se realizó en el módulo de caprinos, el cual contaba con un área techada, ventilada y encementada, lo que facilitó los procedimientos a efectuar a cada unidad experimental.

En cuanto a la alimentación, las cabras se alimentaron de concentrado en un aproximado de 0.23 kg. por cabra dos veces al día, además, se sacaron a pastar tres veces por semana de 9 am a 3:30 pm donde consumían pasto

estrella (*Cynodon nlemfuensis*). El suministro de agua fue a libre consumo y ninguna de las cabras que se utilizaron fueron ordeñadas durante el momento que se llevó a cabo esta investigación.

Para la elaboración de los extractos etílicos se adquirió el propóleo en bruto de abejas melíferas cuya procedencia fue de Cara Sucia, Departamento de Ahuachapán, El Salvador, con el fin de convertirlo en extracto etílico al 30% y 50%. El procesamiento del propóleo para obtener la solución etílica se realizó en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador de la siguiente manera: se seleccionó, limpió y congeló el propóleo para facilitar la manipulación; esto por las características físicas del mismo, se cortó en pedazos pequeños (troceado), se pesó el propóleo en gramos en una balanza semi analítica, por último, se mezcló el propóleo y alcohol etílico al 90%. Para el extracto etílico de propóleo al 30% (30% de propóleo y 70% de alcohol etílico al 90%) se utilizaron 635 gramos de propóleo y 788.4 gramos de alcohol etílico y para el extracto etílico de propóleo al 50% (50% de propóleo y 50% de alcohol etílico al 90%) se utilizaron 1,058 gramos de propóleo y 1,560.74 gramos de alcohol etílico (teniendo en cuenta que un mililitro de alcohol etílico equivale a 0.73 gramos). Se colocó la mezcla de propóleo con alcohol etílico en un recipiente ámbar protegido de los rayos solares, agitando la mezcla tres veces al día, por un tiempo de 15 días, por último, se filtró la solución en una manta con orificios de 0.5 mm de diámetro.

Luego de este periodo se procedió a la fase experimental en la cual se realizó una herida de tres centímetros de largo y 1.5 centímetros de ancho y 0.5 centímetros de profundidad en la piel de cada cabra. Las unidades experimentales se tranquilizaron con xilacina al 2% a razón de 2mg/kg de peso vivo vía intramuscular. Se rasuró la parte dorsal entre las vértebras 3^a y 5^a torácica, se desinfectó la zona con yodo al 2%, se administró anestésico local (lidocaína al 2%).

Finalmente se aplicaron 2 ml de cada uno de los productos en estudio T1= propóleo de abeja melífera al 50%, T2= propóleo de abeja *mellifera* al 30%, T3= producto comercial cicatrizante y T4= alcohol etílico al 90%, dos veces al día (siete de la mañana y tres de la tarde) por 28 días, debido a que este es el tiempo aproximado de cicatrización (Isaza y Mosquera, 2009). Esto se realizó con el émbolo de la jeringa. En el caso del cicatrizante comercial, debido a su presentación en aerosol se aplicaron cuatro aspersiones que equivalen a dos ml.

Metodología de laboratorio

Se llevó a cabo en el Laboratorio de Microbiología del Ministerio de Agricultura y Ganadería de El Salvador. La prueba hematológica tuvo como objetivo el estudio de la sangre. Esta prueba se realizó para arreglar los bloques de manera que las unidades experimentales correspondieran a rangos determinados de glóbulos blancos antes de la aplicación de cada uno de los tratamientos.

Metodología estadística

El diseño que se empleó fue el diseño de bloques al azar, debido a que las unidades experimentales presentaron variación en el recuento de glóbulos blancos, pero dentro de cada bloque tuvieron un rango de glóbulos blancos similar.

La prueba estadística utilizada fue contrastes ortogonales para las variables longitud y ancho de la herida. Los contrastes se utilizan habitualmente en el ámbito de las Ciencias Experimentales (Nuila de Mejía y Mejía Mejía 1990).

Los tratamientos que se evaluaron fueron:

T0 Testigo absoluto (sin ningún medicamento).

T1. Extracto etílico de Propóleo de abeja *Apis mellifera scutellata* al 50%.

T2. Extracto etílico de Propóleo de abeja *Apis mellifera scutellata* al 30%.

T3. Producto comercial cicatrizante (aerosol). Ingredientes: propilenglicol, malatión, alcohol etílico y violeta de genciana.

T4. Alcohol etílico al 90%; se evaluó debido a que los tratamientos con extracto etílico de propóleo y cicatrizante comercial contienen en su fórmula alcohol etílico al 90%.

Los bloques fueron:

El bloque 1, formado por 5 cabras entre 2,000-6,300 glóbulos blancos.

El bloque 2, formado por 5 cabras entre 7,000-9,900 glóbulos blancos.

El bloque 3, formado por 5 cabras entre 10,000-12,400 glóbulos blancos.

El bloque 4, formado por 5 cabras >12,400 glóbulos blancos.

Variables en estudio

Longitud de herida sin cicatrizar: Esta variable se midió cada semana mediante el uso de regla en centímetros (cm) de los bordes hacia el centro hasta la cuarta semana (a los 28 días).

Este tiempo se tomó como referencia, según investigaciones realizadas en otras especies animales, donde se han utilizado miel y propóleo como cicatrizantes (Isaza y Mosquera 2009). No se midió la herida por día por que los cambios no se podían medir de un día a otro.

Ancho de herida sin cicatrizar: Esta variable se midió cada semana mediante el uso de regla en centímetros (cm) de los bordes hacia el centro hasta la cuarta semana, al igual que en la longitud de cicatrización.

Tiempo de cicatrización total: Se midió el tiempo (semanas) en que la herida cerró completamente desde el día de la incisión hasta la completa cicatrización mediante la simple observación. Cálculo del tiempo: 1 día / 7 días (semana) = 0.14 de día.

Presencia o ausencia de inflamación: se midió por medio de la observación clínica diaria de cada una de las heridas realizadas, si existía o no inflamación en cada uno de los animales.

Metodología económica

Se realizó una comparación de costos de los extractos alcohólicos de propóleo al 50% y al 30%, en comparación al cicatrizante comercial. Se incluyeron los costos de mano de obra por elaboración del producto durante 15 días. Costos de los productos: extracto etílico de propóleo al 50% y 30%, alcohol etílico al 90% y cicatrizante comercial por cabra, costo de aplicación y costos totales por tratamiento durante cuatro semanas con el fin de determinar cuál de los tratamientos utilizados obtuvo menor costo económico en la cicatrización de heridas.

Resultados y Discusión

Longitud de la herida sin cicatrizar

Según el análisis estadístico realizado para esta variable, los tratamientos en estudio produjeron diferentes efectos ($P \leq 0.05$) para las semanas tercera y cuarta (Fig. 1) y al aplicar la prueba de contrastes ortogonales, se comprobó que el mejor tratamiento en la tercera semana fue el extracto etílico de propóleo al 50% en el proceso de cicatrización por que la longitud sin cicatrizar de la herida fue menor (0.83 ± 0.26 cm). El tratamiento que le siguió fue el extracto etílico de propóleo al 30%, el resto de tratamientos fueron similares entre sí. En la cuarta semana el extracto etílico de propóleo al 50%, superó a todos los tratamientos (0.00 ± 0.00 cm), seguido del extracto etílico de propóleo al 30% y el alcohol etílico al 90% que fueron similares entre sí. Este resultado posiblemente se debió a la alta cantidad de

flavonoides que contenía el propóleo (Lyyam *et al.* 2010). Los flavonoides constituyen un 30-60% en la composición del propóleo, además de actuar como antioxidante, los flavonoides estimulan la síntesis de colágenos de las paredes vasculares, aumentan la resistencia del colágeno, protegen al colágeno contra los radicales libres y es un componente muy importante en el proceso de cicatrización (Bedascarrasbure *et al.*, 2004). El propóleo acelera el proceso de reparación de tejidos, esto se lleva a cabo por la proliferación de fibroblastos, la aceleración de la transformación de fibrócito a fibroblastos, los cuales favorecen la síntesis y deposición de fibras de colágeno, reduciendo el tiempo de curación (Medellín Pico *et al.* 2007), superando al cicatrizante comercial, posiblemente por la presencia del malatión el cual formó una escara que es un tejido necrótico seco, negro y duro (Lorenz y Longaker 2003), la cual retrasó el cierre de la herida.

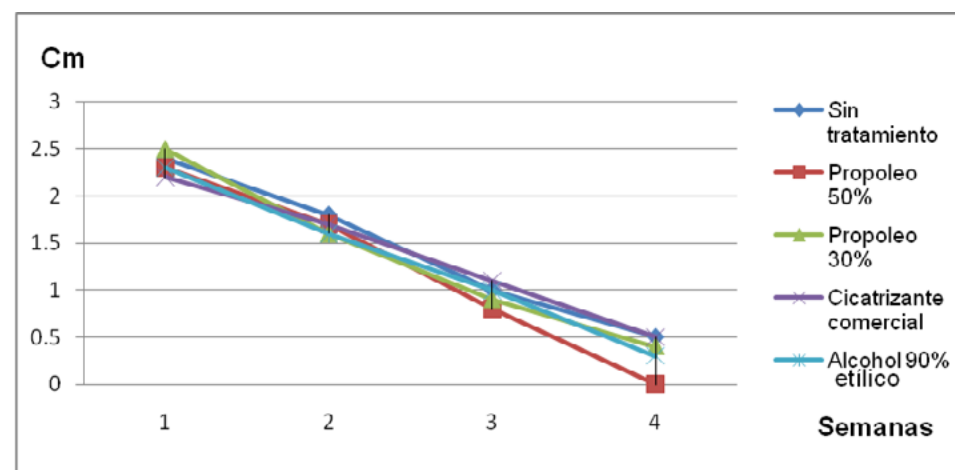


Figura 1. Longitud de la herida sin cicatrizar (centímetros) por semana.

Ancho de la herida sin cicatrizar

Se demostró estadísticamente que no hay diferencia significativa entre los cinco tratamientos, por lo tanto, ninguno de los tratamientos en estudio afectó el proceso de cicatrización a lo ancho de las heridas (Fig. 2). La posible explicación de la similitud estadística es que el corte que se aplicó al tejido fue de escaso tamaño (1.5 cm) en comparación con la longitud de la herida, donde hubo mayor cicatrización. Además fue difícil medirlo con precisión por que los datos no se tomaron diariamente como en otros estudios realizados en conejos (Isaza y Mosquera 2009).

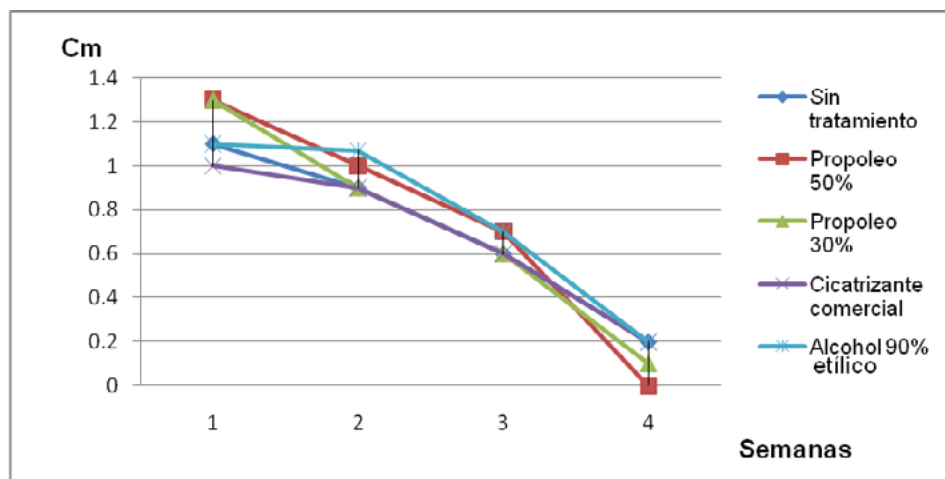


Figura 2. Ancho de la herida sin cicatrizar (centímetros) por semana.

Tiempo de cicatrización total

Únicamente el tratamiento de extracto etílico de propóleo al 50% cicatrizó completamente la herida a las cuatro semanas (28 días). No se observó el cierre total de las heridas, debido a que no se tomaron los datos diariamente. El extracto etílico de propóleo al 50% cicatrizó más rápido a lo largo y ancho con un promedio de 4.0 ± 0.0 semanas, seguido del extracto etílico de propóleo al 30% con 4.03 ± 0.06 semanas, y el testigo relativo (alcohol etílico al 90%) con 4.06 ± 0.13 semanas. Los tratamientos que tardaron más tiempo en cicatrizar fueron: el cicatrizante comercial con 4.08 ± 0.19 semanas debido a la presencia de una escara (tejido necrótico seco, negro y duro), impidiendo o alargando el tiempo de cicatrización (Lorenz y Longaker 2003) y por último el testigo absoluto (sin tratamiento) con 4.11 ± 0.25 semanas. Teniendo en cuenta que cada día equivale a 0.14 de semana (Cuadro 1).

El tiempo de cicatrización de la herida puede variar según el origen botánico del propóleo (Lyyam *et al.* 2010). Además, existe variación por especie animal, según datos de diferentes investigadores: en ratas fue de 14 días (Lyyam *et al.* 2010), en perros 21 días (Cocco *et al.* 2005), en conejos 24 días (Isaza y Mosquera 2009) y 25 días (Eröksüz *et al.* 2008).

Inflamación

Se presentó inflamación en las heridas en cada uno de los tratamientos durante el tiempo de la investigación. Estas heridas se observaron rojizas, calientes al tacto, con consistencia tumefacta y dolor a la palpación, debido a que la inflamación es común en casi todas las lesiones que implican un daño físico

Cuadro 1. Comparación de los tratamientos en el tiempo de cicatrización total en la longitud y ancho de la herida (semanas) en cabras raza Saanen.

Tratamientos	Largo de la herida (cm)	Ancho de la herida (cm)
Sin tratamiento	4.11 ± 0.25	4.11 ± 0.25
Propóleo de abeja mellifera al 50%	4.00 ± 0.00	4.00 ± 0.00
Propóleo de abeja mellifera al 30%	4.03 ± 0.06	4.03 ± 0.06
Cicatrizante comercial	4.08 ± 0.19	4.08 ± 0.19
Alcohol etílico al 90%	4.06 ± 0.13	4.06 ± 0.13

a tejidos vivos, y sus principales signos son: el calor, el enrojecimiento, el dolor, la tumefacción y la pérdida de función. El resultado deseable de este proceso, que al menos inicialmente es de naturaleza protectora y homeostática es aislar y destruir al agente lesivo y resolver el daño inflamatorio de manera que se restaure plenamente las condiciones normales del tejido (Aiello *et al.* 2000). El primer estadio de cicatrización de las heridas se divide en dos fases: a) Durante la fase inicial, se produce una vasoconstricción inmediata para controlar la hemorragia. b) vasodilatación a los pocos minutos, es decir, que la inflamación es una reacción natural del proceso de cicatrización (Fernández 2000).

Comparación económica

Se analizaron los costos de mano de obra para elaboración del extracto etílico de propóleo al 50% y 30%, costos de los productos: extracto etílico de propóleo al 50% y 30%, alcohol etílico al 90% y cicatrizante comercial en cuatro cabras durante cuatro semanas, costo de aplicación y costos totales por tratamiento.

El costo de mano de obra para la elaboración de 448 mililitro de extracto etílico de propóleo al 50% y 448 mililitro al 30% fue el mismo valor: USD\$0.91 por quince días para cuatro cabras por concentración (se calculó multiplicando 1.45 de hora para la elaboración del extracto por USD\$0.63 que equivale una hora de trabajo). Para el resto de tratamientos, los costos de elaboración ya están incluidos en el precio de compra (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de costos y aplicación de los diferentes tratamientos para los cicatrizantes en heridas de cabras.

Tratamientos	T0 Sin medicamento	T1 Extracto etílico de propóleo al 50%	T2 Extracto etílico de propóleo al 30%	T3 Cicatrizante comercial	T4 Alcohol etílico al 90%
Costo del producto en 4 cabras durante 4 semanas.	0.00	30.33	18.46	24.00	1.19
Costo por aplicación durante 4 semanas en 4 cabras.	0.00	11.28	11.28	11.28	11.28
Costos totales por tratamiento.	0.00	42.52	30.65	35.28	12.47

El costo más alto del producto por cuatro cabras sin mano de obra por cuatro semanas fue USD\$30.33, que correspondió al extracto etílico de propóleo al 50%, seguido del cicatrizante comercial USD\$24.00, extracto etílico de propóleo al 30% con USD\$18.46 y por último el alcohol etílico al 90% con un costo de USD\$1.19, el cual fue el más económico comparado con los demás tratamientos, excepto el testigo absoluto. Si se hubiera comprado el propóleo directamente a un apicultor el de la concentración al 50% sería de costo más bajo que el cicatrizante comercial (Cuadro 2).

El costo de aplicación para cada tratamiento fue similar, ya que la dosis de producto fue la misma, excepto el testigo absoluto y el tiempo que se necesitó para suministrar cada producto se mantuvo entre cinco a diez segundos por animal para todos los tratamientos.

El costo total del tratamiento con el extracto etílico de propóleo al 50% fue mayor USD\$42.52, seguido del cicatrizante comercial USD\$35.28, extracto etílico de propóleo al 30% USD\$30.65 y el alcohol etílico al 90%, que fue el tratamiento de menor costo por cabra USD\$12.47.

En El Salvador los precios del propóleo pueden variar según su presentación, la tintura de propóleo al 50% de 30 mililitro tuvo un precio de USD\$6.00 lo que correspondió a USD\$ 0.20 por mililitro y la tintura de propóleo al 30% de 30 mililitro tuvo un precio de USD\$4.50 lo que correspondió a USD\$0.15 por mililitro (Benítez Álvarez 2012). Este valor se comparó con los costos totales de los extractos etílicos de propóleo al 50% y al 30% elaborado en esta investigación de manera artesanal. Para el extracto etílico de propóleo al 50% \$ 0.09 por mililitro y para el extracto etílico de propóleo al 30% con USD\$ 0.07 por mililitro. Estos valores fueron menores que los reportados por Benítez Álvarez (2012).

Conclusiones

El extracto etílico de propóleo al 50% cicatriza completamente la herida de las cabras a las cuatro semanas (28 días).

Para la variable longitud de la herida sin cicatrizar, durante la tercera semana fue significativamente mejor el tratamiento de extracto etílico de propóleo al 50%, seguido del extracto etílico de propóleo al 30%. El resto de tratamientos fueron similares entre sí. En la cuarta semana, el extracto etílico de propóleo al 50% superó estadísticamente a todos los tratamientos, seguido del extracto etílico de propóleo al 30% y el alcohol etílico al 90% que fueron similares entre sí, por último, el cicatrizante comercial.

Para la variable ancho de la herida sin cicatrizar, se demostró estadísticamente que no hubo diferencia significativa durante las cuatro semanas entre todos los tratamientos.

El tratamiento de extracto etílico de propóleo al 50% cicatrizó completamente a las cuatro semanas, seguido del extracto etílico de propóleo al 30%; 4 semanas y 1 día, alcohol etílico al 90%; 4 semanas y 2 días, el cicatrizante comercial; 4 semanas y 3 días y por último sin tratamiento que cicatrizó a las 4 semanas y 4 días.

Según la comparación de costos al finalizar las cuatro semanas, el tratamiento con alcohol etílico al 90% fue el de menor costo, seguido del tratamiento con el extracto etílico de propóleo al 30%, cicatrizante comercial y finalmente el extracto etílico de propóleo al 50%.

Recomendaciones

Elaborar artesanalmente y aplicar el extracto etílico de propóleo en concentración del 50% o 30%, como una alternativa natural en tratamiento de heridas en la piel de los caprinos.

Adquirir el propóleo en bruto directamente con apicultores para bajar costos, ya que por un volumen relativamente mayor se puede obtener un mayor número de dosis para curaciones.

Realizar investigaciones con el uso de miel de *Apis mellifera* como una alternativa natural de la cicatrización en procesos quirúrgicos.

Bibliografía

- Aiello, S. 2000. El manual Merck de Veterinaria. Trad. A. Abecia. 5 ed. Barcelona, ES. Océano Grupo Editorial, S.A. p 2558.
- Anzola Martínez, T. 2005. Nuevos Avances Sobre Propóleo. (en línea), Consultado miércoles 28 de agosto de 2013, Disponible en http://201.234.78.173:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0000346810.
- Bedascarrasbure, E; Maldonado, L.; Álvarez, A. 2004. Contenido de fenoles y flavonoides del propóleo argentino. (en línea), Consultado miércoles 28 de agosto de 2013, Disponible en http://www.latamjpharm.org/trabajos/23/3/LAJOP_23_3_2_2_5OA9K8V7K9.pdf
- Benítez Álvarez, JM. 2012. Caracterización físico-química de propóleos de los municipios de san julián, la palma y corinto. Tesis Ingeniero Agroindustrial, ES.15 p.
- Cocco R; Bertone P; Perotti,C; Salvi, M. 2005. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET. (en línea), Consultado 28 de agosto de 2013, Disponible en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605/060507.pdf>
- Eröksüz, Y; Canpolat, I ; Silici,S. 2008. Comparison of Healing Effects of Propolis to Silver Sulfadiazine on Full Thickness Skin Wounds in Rabbits. (en línea). Consultado el 28 de agosto de 2013, Disponible en <http://veteriner.fusabil.org/text.php3?id=552>
- Fernández. S. L. 2000. Sociedad española de cirugía plástica reparadora y estética. La piel y cicatrización cutánea. Barcelona. ES. P. 45.
- González Guerra, A; Bernal Méndez, R. 1997. Propóleo. Un camino hacia la salud. Ed. Fermín R. Alfau. Editorial Pablo de la Torriente. La Habana. CU. 119 p.
- Isaza, C; Mosquera, J. 2009. Modelo para la valoración y predicción cuantitativa de la cicatrización empleando procesos gaussianos de regresión. (en línea), Consultado Martes 10 de Septiembre de 2015. Disponible en <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/2959/1539>
- Lyyam, S; Palsamy, P; Subramanian, S; Kandaswamy, M. 2010. Propiedades curativas en heridas de ratas utilizando propóleos indios. (en línea), Consultado el 15 de mayo del 2014. Disponible en <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/1388020090357875>
- Lorenz, H.P; Longaker, M.T. 2003. Biología de las heridas y el proceso de cicatrización. (en línea), Consultado el 14 de mayo de 2014. Disponible <http://blog.utp.edu.co/cirugia/files/2011/07/biologiadelasheridasyelprocesodecicatrizaciondocumento.pdf>
- Medellín Pico, R.A; Correa Benítez, A; Pérez, A.M. 2007. Los Beneficios del Propóleo. Apitec No. 60. (en línea). Consultado el 11 de Agosto de 2013. Disponible en <http://www.apitec.net/pdf/apitec59.pdf>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. 2003. Plan de Desarrollo Ganadero de El Salvador. (en línea). Consultado el 11 de Septiembre de 2013. Disponible en <http://www.lib.utexas.edu/benson/lagovdocs/elsalvador/federal/agricultura/pdganadero%20-%202003.pdf>
- Nuila de Mejía, JA; Mejía Mejía, MA. 1990. Manual de Diseños Experimentales con aplicación a Agricultura y Ganadería. Universidad de El Salvador. ES. P. 258.

Evaluación de dos niveles de probiótico (*Bacillus subtilis*) en alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en fase juvenil

Evaluation of two levels of probiotic (*Bacillus subtilis*) in feed tilapia (*Oreochromis niloticus*) Initial phase.

Galdámez, J.W.

Estudiante tesista,
Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Sáenz-Osorio, R.E.

Estudiante tesista,
Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Marín-Hernández, D.E.

Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Capacitación Chinampas, ubicado en la Carretera de Oro km 14 1/2, Cantón Cabañas, Ciudad Delgado, San Salvador; tuvo una duración de 63 días, inició en noviembre del 2015 con alevines de 14 días de edad y finalizó en enero del 2016 teniendo 70 días de vida; esta consistió en evaluar el uso de dos niveles de probiótico 1% y 2%, adicionado en el alimento de las tilapias en la fase juvenil. Se utilizaron 540 alevines de la técnica Tilapia Genéticamente Macho con pesos entre 3–5 g. La metodología estadística que se utilizó fue un diseño completamente al azar con nivel de significancia del 5%, dividido en tres tratamientos con 180 alevines; se aplicó la prueba de contrastes ortogonales para comparar cuál tratamiento en estudio produjo los mejores resultados. Los tratamientos en estudio fueron: T0 concentrado con 38% proteína, T1: concentrado con 38% proteína + 1% probiótico y T2: concentrado con 38% proteína + 2% probiótico. Las variables evaluadas fueron: peso, talla, factor de conversión alimenticia e índices de mortalidad. En la toma de datos la variable peso presentó significancia ($p < 0.05$) obteniéndose un peso final de 45.3 g, 75.3 g y 55 g; la variable talla no presentó significancia ($p > 0.05$) obteniéndose 15 cm, 18 cm y 16 cm; la variable factor de conversión alimenticia presentó significancia ($p < 0.05$) obteniéndose 1.05, 0.95 y 1, y el porcentaje de índice de mortalidad fue de 8.33%, 6.66% y 7.22%. El estudio se realizó con el fin de comparar el efecto del probiótico en la alimentación de los juveniles (pre-engorde), para lograr en un menor tiempo los pesos establecidos, y así reducir los costos de alimentación.

Palabras clave: Probiótico, Bacillus, subtilis, Oreochromis, niloticus, Fase, juvenil.

Abstract

The research was conducted in the Chinampas Training Center, located on the Carretera de Oro km 14 1/2, Canton Camping, Ciudad Delgado, San Salvador; It lasted 63 days, beginning in November 2015 with fingerling 14 days old and ended in January 2016 taking 70 days of life; this was to evaluate the use of two levels of probiotic 1% and 2%, added in the food tilapias in the juvenile stage. 540 fingerlings were used the Tilapia technique Genetically Maleweights between 3-5 g. Statistical methodology used was a completely randomized design with significance level of 5%, divided into three treatments with 180 fry; orthogonal contrasts test was applied to compare which study treatment produced the best results. The study treatments were: T0 concentrate with 38% protein, T1: protein concentrate with 38% and + 1% probiotic T2: protein concentrate with 38% + 2% probiotic. The variables evaluated were: weight, height, feed conversion and mortality rates. In making the variable weight data showed significance ($p < 0.05$) to give a final weight of 45.3 g, 75.3 g and 55 g; Variable size not show significance ($p > 0.05$) to give 15.0 cm, 18.0 cm and 16 cm; variable feed conversion showed significance ($p < 0.05$) to give 1.05, 0.95 and 1, and the percent mortality rate was 8.33%, 6.66% and 7.22%. The study was conducted in order to compare the effect of probiotic feeding juveniles (pre-fattening), to achieve in a shorter time established weights, thereby reducing feed costs.

Key words: Probiotic, Bacillus, subtilis, Oreochromis, niloticus, juvenile, phase.

Introducción

La tilapia *Oreochromis niloticus* es un pez originario del continente africano que en las últimas décadas ha sido introducido prácticamente en todas las regiones del planeta susceptibles de cultivarlo. Su resistencia a enfermedades, su fácil reproducción y su alta adaptabilidad a diferentes ambientes, alimentos y calidades de agua, lo ha hecho una de las especies más populares en la acuicultura de los países en vías de desarrollo (Vega-Villasante *et al.*, 2010). Se encuentra naturalmente distribuida por América Central, sur del Caribe, sur de Norteamérica y el sudeste asiático (NICOVITA, 2002).

La acuicultura ha tenido en los últimos años adelantos significativos en cuanto a la producción de una amplia variedad de organismos, siendo el de mayor explotación comercial la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), la cual se cultiva en sistemas semi-intensivos e intensivos, donde los requerimientos nutricionales son satisfechos mediante dietas artificiales completas con alto porcentaje de proteína (Saavedra, 2006).

Debido a las condiciones de cultivo intensivo donde se empobrece la calidad del agua y las altas densidades de siembra, las tilapias se encuentran sujetas a un estrés constante que se traduce productivamente en bajas tasas de crecimiento y eficiencia alimenticia, así como la presencia de enfermedades (Günther *et al.*, 2004).

Para sobrellevar estos problemas se ha estudiado el uso de aditivos alimenticios que minimicen los efectos del estrés crónico, reduciendo por el efecto el apareamiento de patologías asociadas. Estos aditivos suelen actuar como promotores de crecimiento, destacando las hormonas, antibióticos, ionóforos y algunas sales entre otros. El uso indiscriminado puede ocasionar efectos adversos al animal (alteraciones hormonales, intoxicación, predisposición a enfermedades) y residuales para el consumidor final (Balcázar, 2002).

Una alternativa viable es la adición de microorganismos benéficos al alimento. Los microorganismos benéficos conocidos como probióticos, mejoran el comportamiento productivo animal sin producir efectos para el consumidor final (Nutrivet, 2009).

Los probióticos son definidos como un aditivo alimenticio microbiano vivo que contribuye al equilibrio microbiano intestinal mejorando la degradación de alimento y actuando como promotores de crecimiento, por su acción sobre el intestino favoreciendo una mayor absorción y utilización de los nutrientes. Estos microorganismos ya instalados en el sistema intestinal inhiben otras poblaciones bacterianas comúnmente oportunistas en patología, y aumentan

sus productos terminales, especialmente aminoácidos libres que favorecen el sistema inmunológico de los peces (Lara *et al.*, 2002).

El uso de probióticos en animales es relativamente nuevo, actualmente se utilizan y se realizan estudios en diferentes tipos de producciones pecuarias de las cuales cabe mencionar bovinos, equinos, porcinos, conejos y aves. En pollos de engorde los probióticos se han utilizado para obtener mayor ganancia de peso y mejor conversión alimenticia. En conejos el uso de probióticos ha reducido problemas de enteritis y en cerdos problemas de diarrea, además de las mejoras en ganancia de peso y conversión alimenticia (Barrera Díaz, 2001).

De acuerdo con los resultados obtenidos en distintas especies animales, se infiere la viabilidad de la inclusión de probiótico dentro de la dieta de tilapia, esto con el fin de conocer sus efectos en términos de ganancia de peso, conversión alimenticia, talla e índice de mortalidad en juveniles de Tilapia Nilótica (*Oreochromis niloticus*).

Materiales y Métodos

Ubicación, Duración, Unidades Experimentales

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Capacitación Chinampas ubicado en la Carretera de Oro sobre el km 14 1/2, Cantón Cabañas, Ciudad Delgado, San Salvador; geográficamente se ubica 501 msnm y a una latitud Norte 13°46'10.07"N y una longitud Oeste 89°9'41.89"O, con temperatura: mínima de 27°C y máxima de 32°C.

La fase de campo de la investigación tuvo una duración de 63 días (nueve semanas), inició el 23 de noviembre del 2015 con alevines de 14 días de edad y finalizó el 18 de enero del 2016 teniendo 70 días de edad los juveniles. Se utilizaron 540 alevines de la especie *Oreochromis niloticus* de la técnica Tilapia Genéticamente Macho (GMT) en un 99.9%, con un peso entre los rangos de 3 - 5 g.

Metodología de campo

Los alevines fueron trasladados desde el distrito de riego Atiocoyo Sur, en bolsas plásticas donde se usó 25% de agua, 50% de oxígeno y el otro 25% para amarre con banda de hule al lugar de la investigación; durante horas frescas (por la mañana), con la finalidad de evitar cambios bruscos de temperatura y altas mortalidades.

El día del recibimiento, los alevines se colocaron en el cuerpo de agua del estanque la bolsa con oxígeno cerrada durante 10 minutos para igualar las temperaturas (evitando un choque térmico).

Luego se procedió a abrir las bolsas para formar los tres tratamientos en estudio de 180 alevines, y antes de ser colocados en su respectivo estanque fueron pesados y medidos con el fin de determinar el inicio del estudio, y se realizó la medición de las variables cada siete días, tomando una muestra del 30% de su biomasa (54 alevines) por tratamiento.

De acuerdo al proceso de azarizado empleado para su ubicación quedaron de la siguiente manera: T0 o testigo concentrado, T1: concentrado + el 1% de probiótico y T2: concentrado + el 2% de probiótico (cuadro 1).

Cuadro 1. Diseño espacial de los tratamientos.

T0 Testigo concentrado	T1 Concentrado + el 1% de probiótico	T2 Concentrado + el 2% de probiótico
30 % Biomasa (54 alevines - muestra)	30 % Biomasa (54 alevines - muestra)	30 % Biomasa (54 alevines - muestra)

Se utilizó un concentrado comercial a base de trigo, maíz y harina de soya en forma de pellet flotantes con un 38% de proteína.

La cantidad de alimento ofrecido fue de acuerdo a la biomasa y al porcentaje de alimento, que fue variando según el peso vivo y la edad del alevín (cuadro 2), formulada cada semana tomando de referencia el cuadro 2, mediante las siguientes fórmulas:

Biomasa = peso promedio x número de peces

Ración = $\frac{\text{biomasa} \times \text{porcentaje de alimento}}{100}$

Cuadro 2. Alimentación recomendada para cultivos intensivos o semi-intensivos de tilapia en estanques.

Peso (g)	Edad (semanas)	Porcentaje de alimento (%)
2-4	1	10.0
5-10	2	9.0
11-15	3	6.0
16-20	4	5.0
21-30	5	4.0
31-40	6	3.5
41-60	8	3.2
61-80	10	3.0
81-105	12	2.5
106-120	14	2.2
121-160	16	1.8
161-225	18	1.5

Fuente: Tsang *et al.*, 2010.

Las distintas raciones de alimento concentrado fueron ofrecidas en tres diferentes horas del día; a las: 7:00 a.m., 11:00 a.m. y 3:00 p.m., incluyendo las raciones de alimento a las que se les adicionó probiótico. La alimentación fue ajustada cada siete días, realizándose ocho veces durante el experimento.

Cada día que se realizó la medición de las variables y parámetros la primera ración de alimento no se proporcionó alimentando hasta las 11:00 a.m., se procedió a vaciar cada uno de los estanques hasta un nivel de 20 centímetros para hacer más fácil la recolección de la muestra, con ayuda de mangueras de 10 metros de largo y 1.5 pulgadas de diámetro.

Posteriormente con un lumpe se capturó una muestra de 54 alevines depositándose en un pequeño balde plástico con agua y luego se procedió a pesarlos en báscula de reloj (previamente se calculó el peso del balde con el agua y se eliminó del peso su tara), después se procedió a la medición de la talla de los 54 alevines, la cual se realizó con una regla graduada de 20 centímetros.

Finalizando con el llenado de los estanques a un nivel de 1 metro e incorporación de los alevines a su respectivo tratamiento.

Metodología de laboratorio

El probiótico comercial a base de la bacteria *Bacillus subtilis* empleado en el desarrollo de la investigación se adquirió en presentación líquida un galón del producto, y se recomendó estar alimentando a los microorganismos cada tres días con cinco milímetros de melaza diluida para que la bacteria no se inactivará.

El probiótico fue aplicado diariamente a la ración de alimento con bomba de aspersión de 250 milímetros, procurando que este se adhiriera lo más homogéneamente posible, dejándose durante 30 minutos a temperatura ambiente; la cantidad de probiótico proporcionado en la investigación se balanceo conforme al alimento utilizado por semana a cada tratamiento en estudio (cuadro 3).

Cuadro 3. Cantidad de probiótico (ml) proporcionado durante la investigación a los tratamientos experimentales por semana y día.

Semanas	Tratamiento 1 (1% probiótico)		Tratamiento 2 (2% probiótico)	
	Cantidad probiótico ml x semana	Cantidad probiótico ml x día	Cantidad probiótico ml x semana	Cantidad probiótico ml x día
0	5.04	0.72	8.82	1.26
1	12.85	1.84	13.61	1.94
2	13.61	1.94	15.12	2.16
3	14.18	2.03	18.90	2.70
4	16.63	2.38	22.18	3.17
5	19.23	2.75	24.78	3.54
6	21.81	3.12	29.84	4.26
7	24.57	3.51	34.78	4.97
8	28.46	4.07	41.58	5.94

Se realizó un análisis bromatológico en el laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, obteniéndose que el nivel de proteína cruda determinado por el análisis fue de 37.71%, valor que difiere en lo mínimo según la viñeta del concentrado comercial que era de un nivel de proteína cruda de 38% (cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis bromatológico del concentrado comercial utilizado en la investigación.

Determinación (%)	Concentrado tilapia
Humedad total	7.02%
Proteína cruda	37.71%
Cenizas	7.945
Extracto etéreo	4.63%
Fibra cruda	2.0%
Carbohidratos	56.94%

Se realizó un análisis microbiológico en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. El análisis microbiológico consistió en la identificación de bacterias de una muestra líquida del producto, donde a través de la técnica coloración de Gram se aisló bacilos largos Gram (+); encontrándose presencia de la bacteria *Bacillus subtilis* en el probiótico empleado en la investigación.

Medición de los parámetros físicos químicos del agua

Se realizó una medición de los parámetros físicos químicos del agua cada semana de la siguiente manera:

6:00 a.m. Se procedió a la toma de muestra de agua de cada estanque que conformaron el experimento, llenando cuidadosamente un recipiente plástico de 1,000 milímetros sin contener burbujas, y colocando la muestra en una hielera con abundante hielo para guardar sus propiedades lo mejor posible, esta fue llevada al laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas, para determinar el nivel de oxígeno presente.

6:30 a.m. Se realizó la medición de la turbidez o transparencia del agua de cada estanque, para realizar esta medición se utilizó el disco secchi, para determinar la penetración luminosa del medio acuático.

8:00 a.m. Se midió el pH del medio acuático de cada estanque que conformaban el ensayo, sujetando pequeñas tiras reactivas Hydrion Test Papers en cada estanque durante 45 segundos para obtener una lectura del grado de acidez o alcalinidad.

9:00 a.m. Se procedió a la medición de la temperatura del agua de cada tratamiento en estudio, sujetando el termómetro ambiental de vidrio que mide en rango de -20°C hasta 110°C con un cordel a una profundidad de 12 centímetros durante dos minutos para obtener una lectura.

Metodología Estadística

Para la investigación se utilizó un diseño completamente aleatorio o al azar, dividido en tres tratamientos.

Los datos que se obtuvieron se les realizó análisis de varianza, mediante el programa InfoStat® versión 2016; con un nivel de significancia del 5% para cada tratamiento (Cuadro 5).

Para los tratamientos que mostraron diferencias significativas en el análisis de varianza, se aplicó la prueba de contrastes ortogonales al 5%, para determinar que tratamiento en estudio estaba produciendo los mejores efectos.

Cuadro 5. Análisis de varianza

Fuente de variación	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Tratamiento	a-1 = 2	$1/n \sum Y_i^2 - Y..^2/na$	S.C. TXS/a-1	$\frac{C.M. TXS}{C.M.E.}$
Error experimental	a(n-1) = 12	S.C.TOTAL- S.C. TRAT	S.C.ERROR EXP/ a(a-1)	
Total	an-1= 14	$\sum \sum y_{ij}^2 - Y..^2/ra$		

Resultados y Discusión

Peso

El análisis de varianza, para la variable peso preciso diferencia estadística, para los tratamientos en estudio, ya que resultaron significativos ($p < 0.05$); por lo tanto, los tratamientos producen diferencias en el peso, es decir que al menos uno de los tratamientos produce los mejores efectos. En los resultados de la prueba estadística, el C1 es significativo, es decir que el T1 y T2 producen los mejores efectos en el peso respecto al T0.

Con base a los resultados de la prueba estadística, el tratamiento con mejor peso es el T1, como se observa en el cuadro 6.

Cuadro 6. Peso de los alevines durante el experimento

Tratamientos	g	Probabilidad
T0 o Testigo concentrado	45.3 ^c	
T1 concentrado + 1% probiótico	75.3 ^a	0.0231*
T2 concentrado + 2% probiótico	55 ^b	

a b c distintas letras en una misma columna, indica diferencia entre los pesos.

*datos con probabilidad < 0.05 presentan diferencia significativa

Estos datos concuerdan con los obtenidos por Guerra Bone, LG. 2011, quien evaluó el efecto de la adición de un probiótico al 1% (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil, el estudio generó como resultado una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) donde el tratamiento 1, correspondiente al tratamiento experimental (adición de probiótico al 1%) alcanzó un peso promedio de 74.13 g, mientras que el tratamiento testigo (al que no se le adicionó probiótico) alcanzó un peso promedio de 63.68 g al concluir con el experimento.

Estos resultados coinciden por los registrados por Tsang *et al.*, 2010 en sus tablas de rendimiento nutricional en cultivos semi-intensivos e intensivos de tilapia nilótica, en la que a la novena semana de desarrollo fisiológico del pez debe alcanzar un peso promedio de 70 g. Los resultados de la investigación concuerdan con los obtenidos por Tsang *et al.*, 2010 en la que el aumento de peso de los tratamientos con probióticos fue mayor al tratamiento control.

La figura 1, representa los diferentes pesos que los alevines adquirirían en cada semana de estudio, resultando una línea de tendencia marcada para el T1, observándose mayor desde la primera semana del experimento sobre los otros tratamientos en estudio.

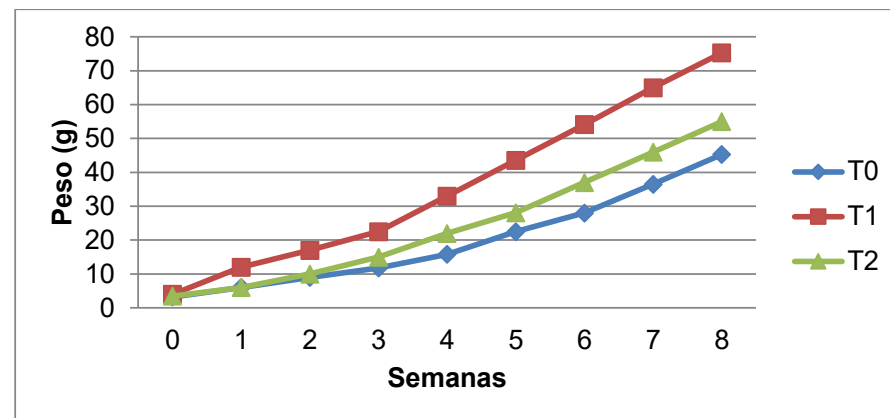


Figura 1. Peso de los alevines durante las ocho semanas de estudio.

Talla

Como se aprecia en el cuadro 7, el análisis de varianza para la variable talla no precisó diferencia estadística ($p > 0.05$) para los tratamientos en estudio; por lo tanto los tratamientos no producen diferencias en las tallas.

Estos datos no concuerdan con los obtenidos por Guerra Bone, LG. 2011, quien evaluó el efecto de la adición de un probiótico al 1% (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil, el estudio generó como resultado una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) dado que el tratamiento experimental logró una talla de 20.73 centímetros y una talla para el tratamiento testigo de 20.13 centímetros.

Probablemente una mayor variabilidad dentro de los tratamientos no haya permitido detectar las diferencias que se pueden apreciar entre las medias de los tratamientos que parecen favorecer al uso de probióticos.

Cuadro 7. Talla de los alevines durante el experimento.

Tratamientos	Cms	Probabilidad
T0 o Testigo concentrado	15.0 ^a	
T1 concentrado + 1% probiótico	18.0 ^a	0.4777*
T2 concentrado + 2% probiótico	16.0 ^a	

a : letras iguales en una misma columna, indican igualdad entre las tallas.

*datos con probabilidad > 0.05 no presentan diferencia significativa.

La figura 2, representa la talla que los alevines adquirirían en cada semana de estudio, el tratamiento 1 mostró mejor desempeño que los otros tratamientos, pero a nivel estadístico esta diferencia es no significativa.

Factor de Conversión Alimenticia

El análisis de varianza, para la variable conversión alimenticia precisa diferencia estadística para los tratamientos en estudio ($p < 0.05$); por lo que se puede decir que los tratamientos en estudio producen diferencias en la conversión alimenticia, es decir que al menos uno de los tratamientos produce los mejores efectos. En los resultados de la prueba estadística de contrastes ortogonales, el C1 es significativo es decir que el T1 y T2 producen los mejores efectos en la conversión alimenticia respecto al T0.

Con base a lo anterior, el tratamiento con mejor conversión alimenticia es el T1, como se observa en el cuadro 8. Según NICOVITA, (2008), El Factor de Conversión Alimenticia (FCA) se encuentra en el rango establecido para

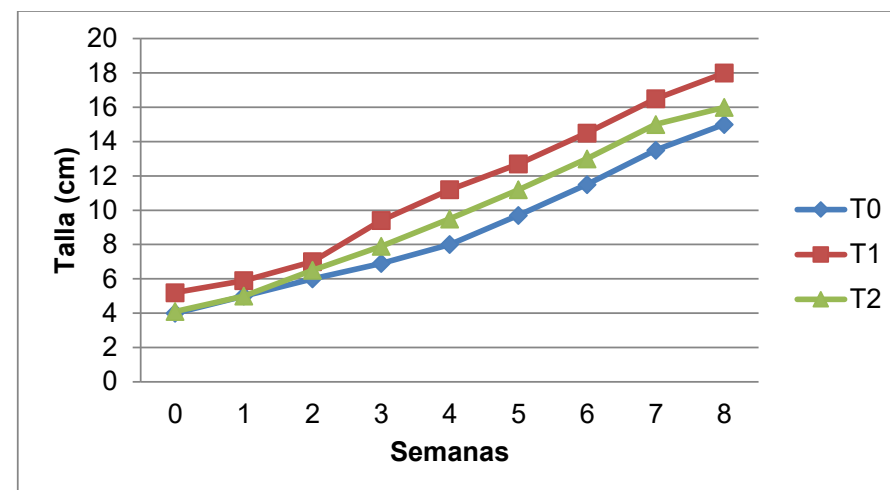


Figura 2. Talla de los alevines durante las ocho semanas de estudio.

Cuadro 8. Conversión alimenticia de los alevines de ocho semanas de edad

Tratamientos	Probabilidad
T0 o Testigo concentrado	1.05 ^c
T1 concentrado + 1% probiótico	0.95 ^a
T2 concentrado + 2% probiótico	1 ^b

a b c: distintas letras en una misma columna, indica diferencia entre las CA.

*datos con probabilidad < 0.05 presentan diferencia significativa.

el tratamiento 1 (1% probiótico), tomando como referencia de la semana uno a la semana ocho. Indicando que la tilapia en esta etapa de vida necesita 0.95 g de alimento para producir un gramo de peso, siendo más eficiente el alimento con el uso del probiótico.

Guevara *et al.*, 2003 nos indican que en un estudio realizado en Colombia, en el que adicionaron probióticos a base de bacterias como *Bacillus*, *Lactobacillus* al alimento extrudizado para tilapia roja en la fase de levante, existió un efecto positivo, puesto que hubo diferencias significativas ($P < 0,05$) para tratamientos con dosis de 6, 4, y 2 g respectivamente, donde el de mejor desempeño productivo fue el tratamiento con 6 g de probiótico para la variable conversión alimenticia final, en comparación con el control o testigo que no fue aplicado probiótico, esto sustenta que la utilización de probióticos es viable en el cultivo de tilapia. Sin embargo, se asemeja a lo obtenido en la investigación donde el T1 con 1% de probiótico (10 g/kg) donde se obtuvieron las mejores conversiones alimenticias.

La figura 3, representa la conversión alimenticia de todos los alevines en cada tratamiento por semana, resultando con una línea de tendencia marcada.

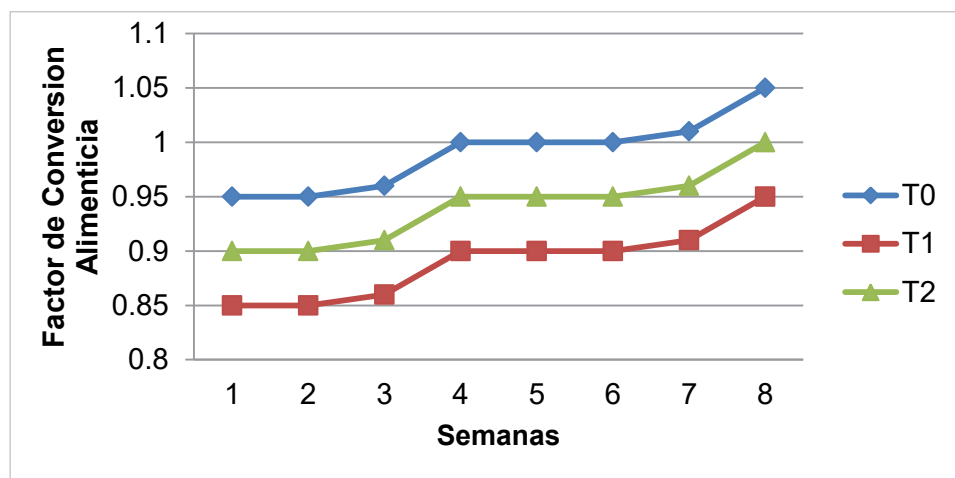


Figura 3. Conversión alimenticia de los alevines durante las ocho semanas de estudio.

Índice de mortalidad

Como se aprecia en el cuadro 9, el análisis de varianza para la variable índice de mortalidad no precisó diferencia estadística ($p > 0.05$) para los tratamientos en estudio, por lo tanto los tratamientos no producen diferencias en la mortalidad.

El índice de mortalidad se encuentra dentro de los rangos aceptables para cultivo de tilapias en el mundo, tal como lo señala Baltazar y Palomino. 2004 quienes reportan un porcentaje promedio de 10% de mortalidad natural y 10% entre aclimatación y pre-cría.

Según Popman y Green. 1990 una sobrevivencia del 70 - 80% es aceptable en la fase de pre-engorde; en la investigación existió un porcentaje de índice de mortalidad que osciló el 10%, diciendo que se encontraban en buenas condiciones de sanidad y calidad del agua.

La figura 4, representa el índice de mortalidad de los alevines durante el experimento, encontrándose en los límites establecidos.

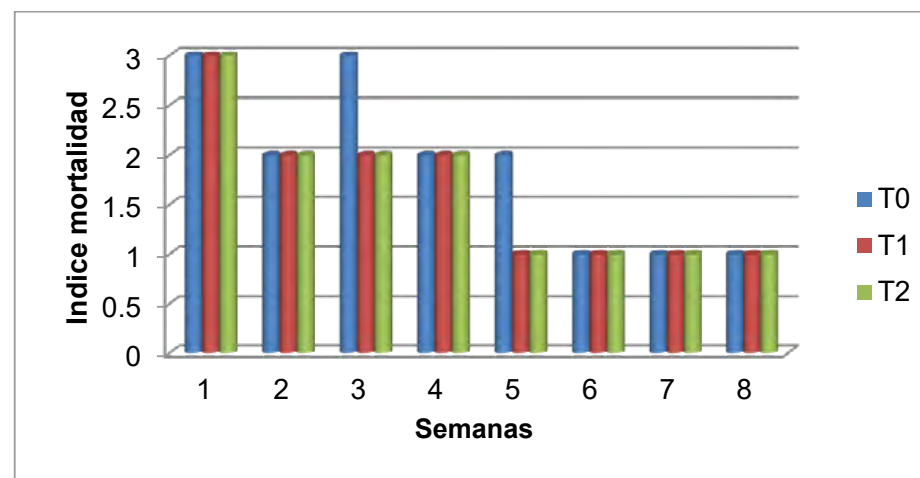


Figura 4. Índice de mortalidad de los alevines durante las ocho semanas de estudio.

Conclusiones

Al utilizar probiótico al 1% en la alimentación de los alevines incrementó significativamente el peso y la ganancia semanal; mientras la inclusión al 2% de probiótico produjo aumentos que no fueron estadísticamente significativos.

Al emplear probiótico a base de *Bacillus subtilis* en la alimentación de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), el factor de conversión alimenticia se volvió eficiente para los tratamientos experimentales; el T1 con 0.95 y el T2 con 1, siendo más eficiente el alimento combinándolo con el probiótico.

Estadísticamente no se observó diferencia significativa entre el tratamiento experimental (adición de probiótico *Bacillus subtilis*) y el tratamiento testigo para las variables talla e índice de mortalidad.

Recomendaciones

Se recomienda utilizar probiótico al 1% a base de *Bacillus subtilis* en la dieta de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) dado los resultados productivos obtenidos durante la investigación.

Se recomienda realizar estudios de comparación donde el probiótico a base de *Bacillus subtilis*, se aplique en el alimento versus medio acuático para determinar los beneficios por las diferentes vías.

Cuadro 9. Índice de mortalidad de los alevines durante el experimento

Tratamientos	%	Probabilidad
T0 o Testigo concentrado	8.33 ^a	0.6581*
T1 concentrado + 1% probiótico	6.66 ^a	
T2 concentrado + 2% probiótico	7.22 ^a	

a: letras iguales en una misma columna, indican igualdad entre la mortalidad.
 *datos con probabilidad > 0.05 no presentan diferencia significativa.

Evaluar el efecto aditivo del probiótico a base de *Bacillus subtilis* durante todas las fases de desarrollo de la tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), para poder completar información con futuros trabajos de investigación.

Bibliografía

- Amstutz, HE; Anderson, DP; Jeffcott, LB; Loew, FM; Wolf, AM; Armour, SJ, 2000. EL MANUAL MERCK DE VETERINARIA Quinta Edición en Español, Eds. SE Aiello y A Mays, 5 ed., Barcelona, ES, EDITORIAL OCEANO, 15 p.
- Balcázar, J.L. 2002. Uso de probióticos en acuicultura: aspectos generales. CIVA, 877-881. Consultado el 17 de julio del 2017: <http://www.civa2002.org>
- Baltazar Guerrero, PM.; Palomino Ramos, AR. 2004. Manual de cultivo de tilapia: programa de transferencia de tecnología en acuicultura para pescadores artesanales y comunidades campesinas. (en línea). Ed. ex. PE. FONDEPES. Consultado 03 julio 2016. Disponible en: http://www2.produce.gov.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/manual_tilapia.pdf
- Barrera Díaz, JG. 2001. Evaluación del Efecto de la Inclusión de un Probiótico Comercial en la Dieta de *Oreochromis Spen* en la Etapa de Reversión Sexual (en línea). Consultado 07 julio. 2017. Disponible en <http://www.ustadistancia.edu.co/web/academia/investigacionpublicacionesArticulos.cfm?Publicacion=1&Edicion=2&Articulo=50>http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1228.pdf
- Chou, Y. 1972. Análisis estadístico. México nueva editorial interamericana S.A. de C.V.
- Guerra Bone, L.G. 2011. Efecto de la adición de un probiótico (*Bacillus subtilis*) en la alimentación de tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*), durante la fase juvenil, en la Aldea Madre Vieja, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala. Tesis Lic. Guatemala, GT. Universidad de San Carlos de Guatemala. 44 p (en línea). Consultado el 16 agosto 2016. Disponible en: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/10/10_1228.pdf
- Guevara, J., Mateus, R., Quintero L., 2003. Evaluación de la utilización de probióticos en la fase de levante del ciclo de producción de la Mojarra roja (*Oreochromis sp.*), Universidad Nacional de Colombia. 1-5 p.
- Günther, J.; Jiménez, R., 2004. Efecto del probiótico *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y alimentación de tilapia (*Oreochromis niloticus*) y langostino (*Macrobrachium rosenbergii*) en laboratorio; Rev.Biol.Trop. (Int.J.Trop. Biol.ISSN-0034-7744) vol. 52(4):937943, Consultado el 18 de julio del 2017 en www.tropiweb.com
- Lara Flores, M.; Escobar Briones, L.; Olvera Novoa, MA., 2002. Avances en la utilización de probióticos como promotores de crecimiento en tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*). (en línea). Mérida Yucatán, MX. Consultado 20 agosto 2016. Disponible en: http://www.uanl.mx/utilerias/nutricion_acuicola/VI/archivos/A22.pdf
- NICOVITA, 2002. Manual de Crianza de Tilapia. Consultado 14 de Octubre de 2006. Consultado 26 de julio de 2017. Disponible http://www.nicovita.com.pe/pdf/esp/manuales/man_tilapia_01.pdf#search=%22tecnicas%20de%20alevinaje%20tilapia%20%22pdf%22%22.
- NICOVITA, SV. 2008. Manual de crianza de tilapia: biología de la especie (en línea). Argentina, NICOVITA. Consultado 20 marzo 2017. Disponible en <http://www.fiagro.org/sv/archivos/0/356.doc>
- Nutrivet, 2009. (Nutrición Veterinaria, GT) información técnica del *Bacillus subtilis* y del producto BIOTEC Guatemala, GT, Nutrivet (trifolio).
- Popman, T. J. y B. W. Green. 1990. Sex Rerversal of Tilapia in Eartherm Ponds International Center of Aquaculture, Auburnm University, Alabama, USA. 15pp. Disponible en: www.sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/.../04CA2008PD054.pdf
- Saavedra Martínez, MA. 2006. Manejo de cultivo de tilapia. (en línea). Managua, NI. Consultado 28 Febrero 2015. Disponible en: http://csptilapianayarit.org/informacion/Generalidades_del_cultivo_de_Tilapia.pdf

Tsang, SH; Quintanilla, M; Aguilón, CG. 2010. Manual de Reproducción y Cultivo de Tilapia. 2a ed. San Salvador, ESA, Graficalor S.A. de C.V. 29 p.

Vega Villasante FF, Cortés Lara, MC.; Zúñiga Medina, LM.; Ceballos, BJ.; Galindo-López, J.; Basto-Rosales, MER.; Nolasco Soria, H. 2010. Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México. (en línea). REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria 1695-7504. 11(03): 1-15. Consultado 01 Marzo 2015. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n040410/041010.pdf>

Determinación de parámetros productivos y económicos en cerdos castrados e inmunocastrados, municipio de Ilobasco, departamento de Cabañas, El Salvador

Reyes-Bermúdez, G.M.
Estudiante Tesista.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Marín-Hernández, D.E.
Docente Director.
Departamento de Zootecnia,
Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Resumen

La investigación se desarrolló en una granja porcina semi tecnificada ubicada en el Municipio de Ilobasco, Departamento de Cabañas, El Salvador. Consistió en determinar durante la etapa de engorde los parámetros productivos: consumo diario de alimento (kg), ganancia diaria de peso (g), peso vivo por edad (kg), conversión alimenticia (kg), porcentaje de mortalidad en engorde; y los parámetros económicos de presupuesto parcial y relación beneficio-coste, en 400 cerdos cruce de las líneas Topigs 40 y PIC Camborough® castrados quirúrgicamente sin anestesia y en 400 cerdos cruce de las líneas Topigs 40 y PIC Camborough® inmunocastrados. La fase de engorde tuvo una duración de 22 semanas para todos los grupos en estudio. Los datos tomados para el cálculo de los parámetros productivos fueron: alimento ofrecido, alimento rechazado, peso vivo a los 70, 98, 126 y 152 días de edad. Los datos tomados para el cálculo de los parámetros económicos fueron: costo del concentrado de la granja, precio del kilogramo de carne en pie al momento del estudio, costo de la castración quirúrgica sin anestesia de la granja y costo de la inmunocastración. Para el análisis de datos se utilizó el modelo lineal en el software estadístico Infostat® (Di Rienzo, et. al. 2015), se trabajó con una probabilidad al 0.05. Los parámetros productivos de: consumo diario de alimento (kg), ganancia diaria de peso (g), peso vivo por edad y a la venta (kg), conversión alimenticia (kg) y porcentaje de mortalidad en engorde estadísticamente no presentaron diferencias entre ambos tratamientos. En el análisis económico los cerdos castrados quirúrgicamente presentaron un costo menor y una relación beneficio-coste mayor que los cerdos inmunocastrados, por lo que los cerdos castrados quirúrgicamente son más rentables que los cerdos inmunocastrados.

Palabras clave: Cerdos, Castración, quirúrgica, Inmunocastración, Conversión, alimenticia, Ganancia diaria de peso.

Abstract

The research was carried out in a semi-technical pig farm located in the Municipality of Ilobasco, Department of Cabañas, El Salvador. The research consisted in determining the productive parameters of: daily feed intake (kg), daily weight gain (g), live weight by age and on sale (kg), feed conversion (kg) and percentage of fattening mortality; and the economic parameters of partial budget and benefit-cost ratio, in 400 pigs crossing the lines Topigs 40 and PIC Camborough® surgically castrated without anesthesia and in 400 pigs crossing the lines Topigs 40 and PIC Camborough® immunocastrated. The fattening phase had a duration of 22 weeks for all groups under study. The data used to calculate the productive parameters were: food offered, food rejected, live weight at 70, 98, 126 and 152 days of age. The data used to calculate the economic parameters were: cost of the farm concentrate, price of the kilogram of meat at the time of study, cost of surgical castration without anesthesia of the farm and cost of immunocastration. For the data analysis, the linear model was used in the statistical software Infostat® (Di Rienzo, *et al.*, 2015), with a probability of 0.05. The production parameters of daily feed intake (kg), daily gain of weight (g), live weight by age and sale (kg), feed conversion (kg) and percentage of fattening mortality were statistically no differences between the two treatments. In the economic analysis surgically castrated pigs had a lower cost and a benefit-cost ratio greater than immunocastrated pigs, so surgically castrated pigs are more profitable than immunocastrated pigs.

Key words: Pigs, Surgical, castration, Immunocastration, feed, conversion, weight.

Introducción

La carne porcina tiene alta demanda a nivel mundial por lo que se ha desarrollado más la producción intensiva. En El Salvador desde la década de los años ochenta las granjas han tenido un avance en su tecnificación y actualmente son las que producen un 100% de la carne de cerdo comercializada en supermercados, así como el 90% de la carne de cerdo que se ofrece en los mercados de San Salvador y de las ciudades principales del país (ASPORC 2014). Un defecto sensorial muy importante en la carne de cerdo de los machos es el olor sexual, el cual da gustos y olores anómalos a la carne (Perea s.f.).

Tradicionalmente se utiliza la castración quirúrgica sin anestesia para eliminar este olor sexual, debido a su bajo costo, pero trae consecuencias indeseables para la producción como: estrés en los lechones, predisposición a una infección bacteriana secundaria e incremento de mortalidad por estas infecciones en el área de maternidad, en la fase de desarrollo y engorde los cerdos presentan un canal más graso y menor producción muscular (Verdezoto 2009). Existe una alternativa a la castración quirúrgica y es la Inmunocastración, menos dolorosa y acorde al bienestar animal. Esta técnica permite a los machos desarrollarse enteros y presentar un mejor desempeño productivo en comparación a machos castrados (Fábrega *et al.* 2009).

Existen estudios a nivel de granjas comerciales en países de la región centroamericana como en Costa Rica, donde Corella (2014) demostró que hay una mejora de parámetros productivos de los Machos inmunocastrados sobre los Machos castrados quirúrgicamente. En Honduras Verdezoto (2009) comparó parámetros productivos en machos castrados e inmunocastrados y los resultados fueron similares en ambas técnicas. En la Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer se realizó una investigación comparando parámetros productivos en cerdos castrados e inmunocastrados (Padilla 2015) y concuerdan con los resultados de Corella (2014). El objetivo de esta investigación es determinar los parámetros productivos en la etapa de engorde de consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, peso vivo por edad, conversión alimenticia y mortalidad en ambas técnicas de castración y así conocer cuál es la que presenta mejores parámetros productivos y cuál es la más rentable.

Materiales y Métodos

Ubicación, duración y unidades experimentales

El ensayo de campo se desarrolló en una granja semi tecnificada ubicada en el Cantón Maquilishuat, Caserío El Limpio, perteneciente al municipio de Ilobasco en el departamento de Cabañas, El Salvador (Fig. 1). Ilobasco se ubica geográficamente en las coordenadas 13°52'0" Latitud Norte y 88°54'0" Longitud, a una elevación aproximada de 750 m.s.n.m. Con una temperatura que varía de 28-35°C, precipitación pluvial anual entre 1800 y 2000 mm con una humedad relativa que alcanza el 31% y la velocidad del viento oscila entre 9 y 21 Km/h (MARN, 2015).



Figura 1. Mapa de ubicación del ensayo de campo.

Fuente: Laboratorio Sistemas de Información Geográfica, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador

La fase de campo del estudio constó de 22 semanas, se introdujo un grupo cada semana a la prueba y cada grupo estuvo en engorde 12 semanas, desde la semana 10 de edad hasta la semana 22 de edad que es la edad de salida al rastro. Se utilizaron 800 cerdos cruce de las líneas Topigs 40 y PIC Camborough® de 10 semanas de edad.

Se utilizaron dos galeras con 20 corrales cada una. Cada corral con capacidad para 50 cerdos es decir que el espacio por cerdo fue de 1.35m². Todos los corrales con piso de cemento, con desnivel del 5% hacia el área de charca. El comedero es automático húmedo/seco que es compartido con el corral siguiente. Al final del corral se encuentra ubicada una charca y el recambio de agua con una frecuencia de tres días, y sobre la pared están equipados con cuatro bebederos de chupeta para cada corral.

Metodología de campo

En los lechones del grupo de castrados quirúrgicamente sin anestesia se practicó la castración a las dos semanas de edad en el área de maternidad. El estudio inició desde la etapa de engorde a las 10 semanas de edad con los cerdos que presentaban pesos medios a la entrada al engorde (30 a 34 kgs). En total de la prueba fueron 800 cerdos, 400 para cada tratamiento y se dividieron en 4 grupos por tratamiento. Cada grupo fue conformado por 100 cerdos.

Los tratamientos fueron: cerdos castrados quirúrgicamente sin anestesia a los 14 días de edad. En estos el procedimiento de castración fue el siguiente: el operario seleccionó de cada cuna a los machos, se colocó a cada lechón entre las piernas para inmovilizarlo, se limpió con una esponja con yodo el escroto e incidió sobre cada escroto con un bisturí #21, se presionó hasta que prolapsó el testículo, se cortaron las túnicas y vasos sanguíneos con los dedos para retirar por completo el testículo. Se aplicó solución yodada sobre y dentro de la herida, y se regresó al lechón dentro de la cuna. Cerdos inmunocastrados, se les administró una dosis de 2ml de la vacuna innosure® que contiene un análogo del factor liberador de gonadotropina-conjugado toxoide difteria, vía subcutánea a las 8 semanas de edad (56 días) y una segunda dosis de la misma vacuna y misma vía de administración a las 17 semanas de edad (119 días).

Los cerdos se trasladaron a los corrales de engorde a las 9 semanas de edad, se aplicó el programa sanitario (vacunas, desparasitaciones, vitaminas) según los protocolos de la granja, la limpieza de los corrales se hizo con agua a presión una vez al día, los comederos se llenaban dos veces al día y se

monitoreaban cuatro veces al día para garantizar su abastecimiento, se hizo el cambio de concentrado por etapa de edad: 70 a 98 días concentrado de crecimiento, de 99 a 126 días concentrado de desarrollo y de 127 a 152 días concentrado de finalización (cuadro 1).

Cuadro 1. Programa de alimentación de la granja de cerdos.

Edad en semanas	Fase de concentrado	Cantidad Kg por cerdo
10	Inicio Medicado	10.5
11-12	Inicio	23
13-14-15	Crecimiento	29
16-17-18	Desarrollo	55
19-20	Final Medicado	23
21-22	Final	90

Registro de consumo de alimento

El concentrado que se ofreció es fabricado en la granja. Se utilizó comederos de tipo automático en seco-húmedo y se inhabilitó el sistema automático para llenar el comedero de forma manual. El concentrado fue pesado y guardado en sacos de 45 kgs, se anotó la cantidad de sacos introducidos a cada comedero por corral diariamente y se restó el desperdicio para obtener el consumo diario por grupo. El desperdicio se calculó para cada fase de alimento de cada grupo, en un día cada dos horas se barrió alrededor del comedero la cantidad de concentrado que los cerdos dejaban en el piso, este se pesó en una báscula en kilogramos, se obtuvo un estimado del desperdicio diario.

Registro de peso de los cerdos por edades: fueron pesados en una báscula de tipo jaula, se anotó la pesa individual y se sumó para obtener la cantidad de kilogramos por pesa y por grupo. Las edades de pesa fueron: Peso 1 a los 70 días de edad, Peso 2 a los 98 días de edad, Peso 3 a los 126 días de edad y Peso 4 a los 152 días de edad que es el día que

Metodología estadística

El factor de estudio lo constituyeron las técnicas de castración en cerdos de engorde y los tratamientos cada una de estas técnicas: Tratamiento 0 (T0) (cerdos castrados quirúrgicamente sin anestesia a los 14 días de edad) y el Tratamiento 1 (T1) (Cerdos inmunocastrados en dos dosis). Para el análisis

de datos se utilizó el modelo lineal en el software estadístico Infostat® (Di Rienzo, *et al.* 2015), se trabajó con un nivel de significancia al 5%. Se analizaron y compararon los resultados de cada tratamiento para cada variable dependiente.

Parámetros en estudio

La variable independiente fue: cerdos castrados y cerdos inmunocastrados. Las variables dependientes fueron consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso, peso vivo por edad, conversión alimenticia y mortalidad en engorde. Estas variables dependientes se aplicaron en cada etapa de edad y en total del engorde para cada tratamiento.

Consumo diario de alimento (kg): El alimento ofrecido a los animales fue pesado (kgs), se registró diariamente y se restó el desperdicio. El consumo se registró por etapas de alimentación: crecimiento (del peso 1 al peso 2), desarrollo (del peso 2 al peso 3) y final (del peso 3 al peso 4) y el consumo total.

Ganancia diaria de peso GDP (g): Se restó el peso de cada etapa de edad promedio menos el peso al destete promedio en kilogramos y se dividió entre la edad de los cerdos en días menos la edad de destete para obtener la ganancia diaria de peso en kilogramos y para obtenerlo en gramos se multiplicó por 1000, tal como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{GDP} = \frac{\text{Peso por etapa de edad promedio} - \text{peso al destete promedio Kg}}{\text{Edad (días) - edad al destete (días)}} \times 1000 =$$

Peso vivo por edad: se pesó a los cerdos de cada grupo de cada tratamiento el día que cambiaron de edad (70 días de edad, 98 días de edad, 126 días de edad) y a los 154 días de edad que fueron enviados a rastro y se compararon los pesos entre tratamientos.

Conversión alimenticia (CA): Se obtuvo dividiendo la cantidad de alimento consumido en kilogramos entre el peso de los animales en kilogramos, por cada etapa de alimentación y una conversión alimenticia total, de la siguiente manera:

$$\text{CA} = \text{Cantidad de alimento consumido Kg} / \text{peso de los cerdos en kg}$$

Porcentaje de mortalidad (%M)

Se registró el número de cerdos muertos por tratamiento y repetición, mediante la siguiente fórmula:

$$\% M = \frac{\text{Cerdos inicio} - \text{Cerdos finales}}{\text{Cerdos inicio}} \times 100$$

Metodología económica

Para el análisis económico se determinó lo siguiente: presupuestos parciales y relación beneficio-costos. El análisis del presupuesto parcial permitió organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los diferentes tratamientos. Para referenciar el estudio económico se basó en los costos del concentrado de la granja y el precio del kilogramo de carne en pie al momento del estudio.

Resultados y Discusión

Consumo diario de alimento

Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis estadístico ($p > 0.05$) por etapas de edad y total de consumo de alimento por tratamiento.

A pesar que en las etapas de edad no hubo diferencia estadística en el consumo de alimento, en la etapa 1 y 2 los cerdos castrados consumieron un poco más de alimento que los cerdos inmunocastrados y en la etapa 3 al contrario, los cerdos inmunocastrados consumieron más que los castrados (Fig. 2), este incremento de consumo coincidió con la segunda aplicación de la vacuna de inmunocastración, según Lanferdini, *et al.* (2010) se debe a que los machos inmunocastrados después de la segunda dosis de la vacuna reducen su actividad e interacción social al igual que los machos castrados físicamente lo que les permite tener más tiempo para comer, otra razón es porque tienen menos grasa y por ende un nivel menor de leptina, hormona que se produce en el tejido adiposo y reduce el apetito

A pesar que en el consumo de alimento total no hubo diferencia estadística, los cerdos inmunocastrados consumieron 24,393.6875 kg ajustados en total y los cerdos castrados consumieron 24,234.9375 kg ajustados en total (Fig. 3), consumiendo 158.75 kg de concentrado más los cerdos inmunocastrados. El consumo promedio real por cerdo para los inmunocastrados es de 243.19 kg y para los cerdos castrados 240.67 kg, consumiendo 2.52 kg más en promedio los cerdos inmunocastrados.

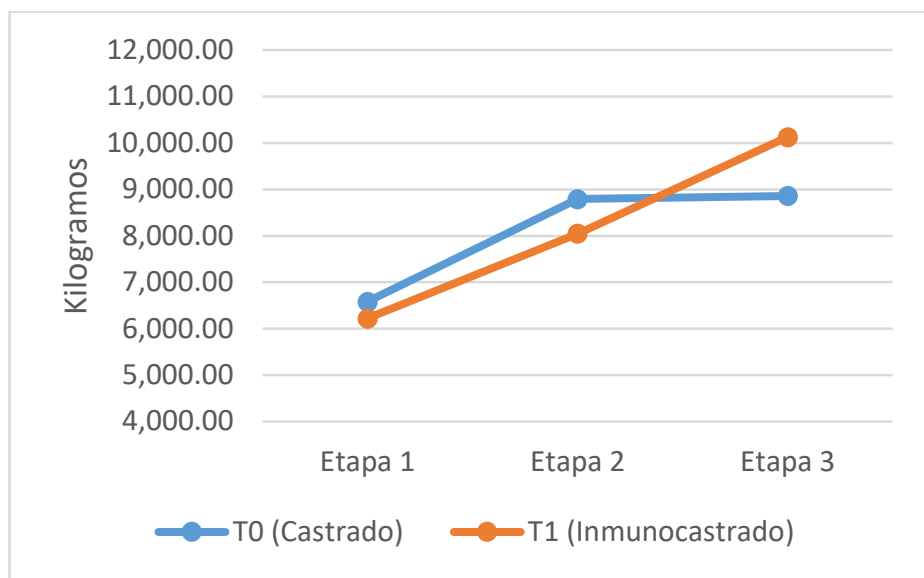


Figura 2. Consumo ajustado de concentrado en kilogramos por etapa para los 400 cerdos de cada tratamiento.

Estos resultados difieren con las investigaciones de Corella (2014) que probó que con la técnica de inmunocastración los cerdos redujeron 25.13 kg promedio por cerdo el consumo de concentrado con respecto al consumo de cerdos castrados físicamente. Barrios (2012) comparó dos grupos de cerdos, uno inmunocastrado y el otro castrado quirúrgicamente y obtuvo como resultado que los cerdos inmunocastrados consumieron 7.5 kg menos concentrado promedio por cerdo que los castrados quirúrgicamente. Padilla (2015) determinó que los cerdos inmunocastrados redujeron 13.39 kg promedio por cerdo de consumo de concentrado con respecto a los cerdos castrados. Verdezoto (2009) determinó que los cerdos inmunocastrados consumieron 71.9 kg menos de alimento que los cerdos castrados quirúrgicamente en el consumo acumulado.

Ganancia diaria de peso (g) (GDP)

Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis estadístico ($p > 0.05$) por etapas de edad y total por tratamiento.

A pesar que no hubo diferencia estadística en la GDP en las etapas de vida crecimiento, desarrollo y final los cerdos inmunocastrados ganaron de 6 a 18 gramos menos que los cerdos castrados y en la etapa final, los cerdos inmunocastrados ganaron 27.53 gramos más que los cerdos castrados (Figs.

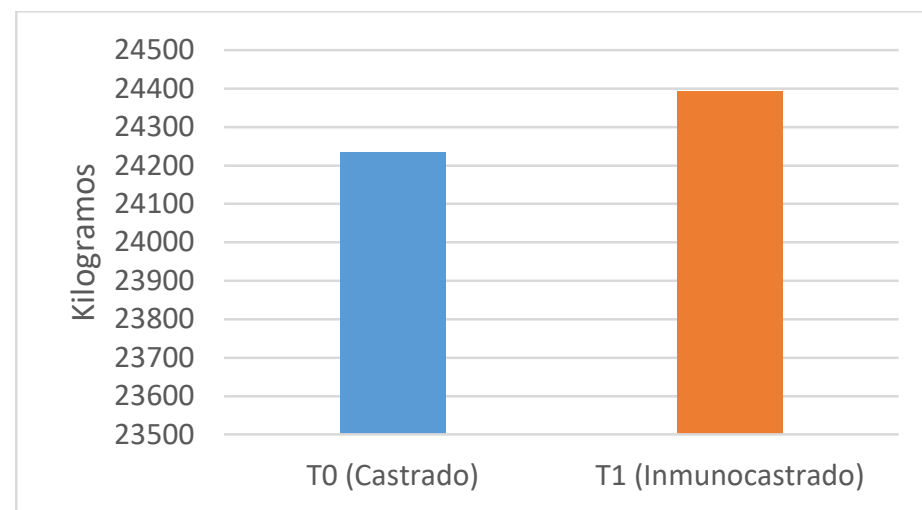


Figura 3. Consumo ajustado de concentrado total en kilogramos para los 400 cerdos de cada tratamiento.

4 y 5) y coincide con los estudios de Fábrega *et al.* (2009) los machos inmunocastrados ganaron 26.26 gramos más que los machos castrados quirúrgicamente y Barrios (2012) probó que los machos inmunocastrados pueden mejorar hasta 34 gramos más de GDP sobre machos castrados quirúrgicamente, y difieren con los resultados de Verdezoto (2009) que muestra que los cerdos castrados quirúrgicamente ganaron 36 gramos más que los cerdos inmunocastrados en la GDP final.

Peso vivo por edad

Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis estadístico ($p > 0.05$) por cada edad y por tratamiento.

A pesar que no hubo diferencia estadística por tratamiento en el peso final, los cerdos inmunocastrados llegaron a rastro con un peso mayor (4.14 Kgs promedio mayor) que los cerdos castrados, lo que coincide con los estudios de Fábrega *et al.* (2009) y Barrios (2012), los machos inmunocastrados llegaron a rastro con un peso mayor que los machos castrados quirúrgicamente (2.71 Kgs mayor y 3.54 Kgs promedio mayor respectivamente en cada estudio), Padilla (2015) comparó el peso total a rastro de 120 cerdos inmunocastrados y de 120 cerdos castrados quirúrgicamente y obtuvo que los cerdos del primer grupo pesaron 210.91 Kgs más que los cerdos del segundo grupo.

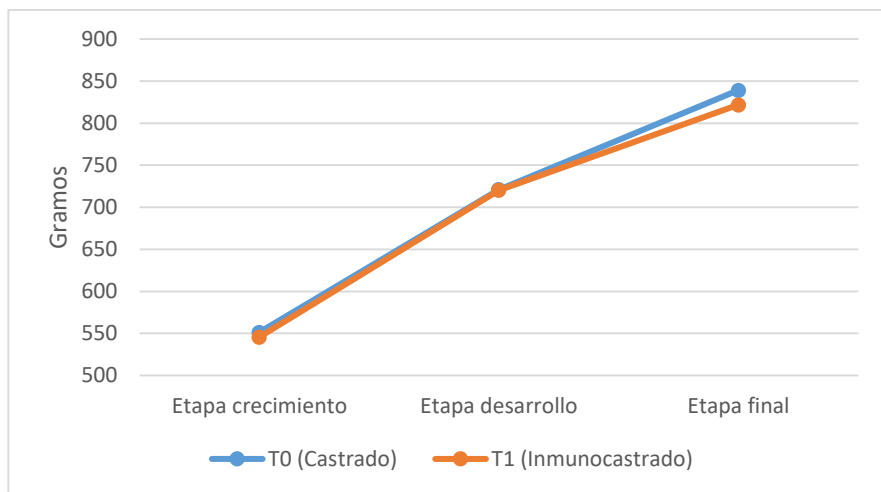


Figura 4. Ganancia diaria de peso por etapa para ambos tratamientos.

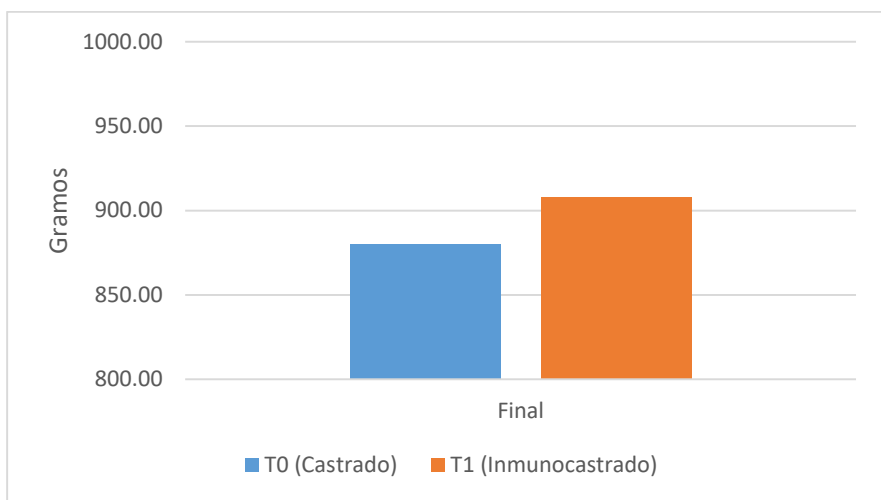


Figura 5. Ganancia diaria de peso final para ambos tratamientos.

Difieren con los resultados de Corella (2004) y Verdezoto (2009) que determinaron que los machos castrados quirúrgicamente llegaron a rastro con un peso mayor sobre los machos inmunocastrados (1.37 Kgs mayor y 8.9 Kgs mayor respectivamente en cada estudio) (Fig. 6).

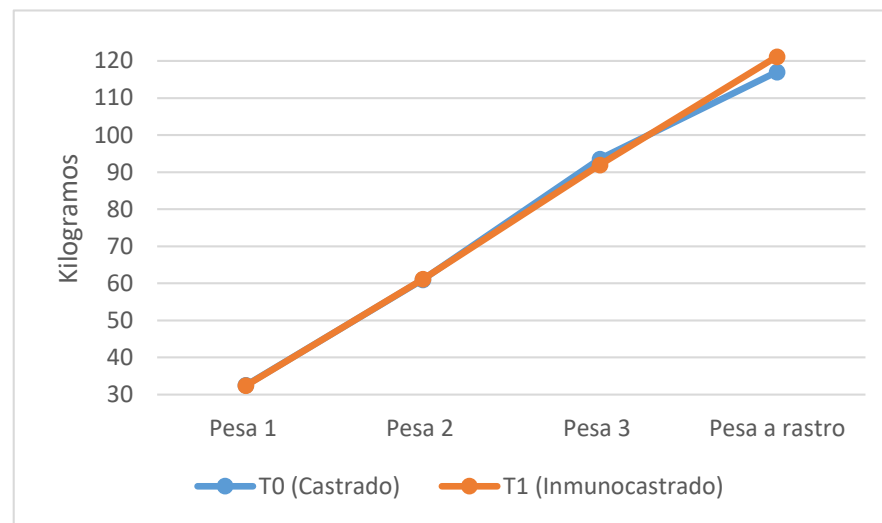


Figura 6. Pesos promedio por edades para ambos tratamientos.

Conversión alimenticia (CA)

Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis estadístico ($p > 0.05$) por cada etapa de vida y total por tratamiento.

A pesar que no hubo diferencia estadística por tratamiento en la conversión alimenticia, los cerdos inmunocastrados fueron más eficientes al convertir el alimento reduciendo 0.12 kgs en total en comparación con los cerdos castrados quirúrgicamente, lo que coincide con los estudios realizados por Fábrega *et al.* (2009), Corella (2014), Barrios (2012), Verdezoto (2009) y Padilla (2015) en que los machos inmunocastrados presentan mejor conversión alimenticia a comparación de machos castrados quirúrgicamente, reduciendo de 0.15 kgs a 0.27 kgs de conversión alimenticia (Figs. 7 y 8).

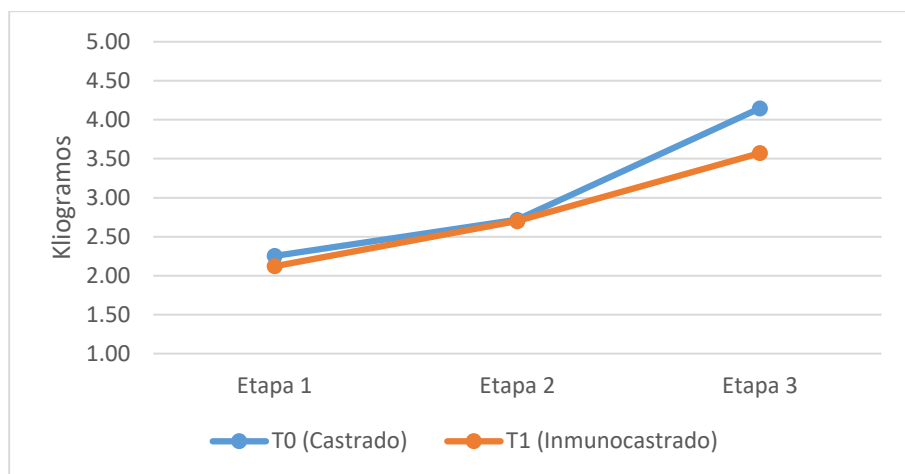


Figura 7. Conversión Alimenticia promedio por etapa para ambos tratamientos.

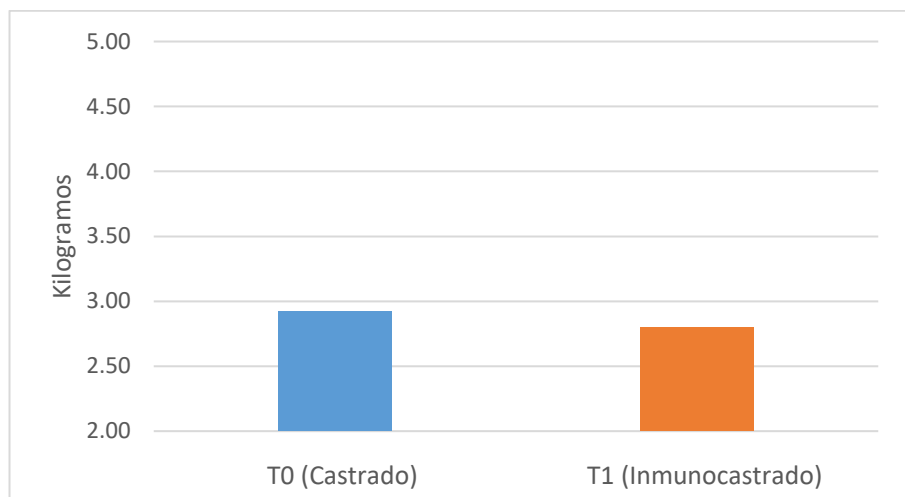


Figura 8. Conversión Alimenticia promedio total para ambos tratamientos.

Mortalidad

Esta variable no presentó diferencia significativa en el análisis estadístico ($p > 0.05$) por tratamiento.

La mortalidad para los cerdos castrados quirúrgicamente fue de 7 (1.75%) y para los cerdos inmunocastrados fue de 8 (2%) (Fig. 9) La mortalidad fue mayor en la etapa de crecimiento para ambos tratamientos. Los cerdos inmunocastrados presentaron mayor mortalidad y coincide con los estudios realizados por Corella (2014) y Barrios (2012) hubo mayor mortalidad en la etapa de engorde en cerdos inmunocastrados que en cerdos castrados quirúrgicamente (1% mayor y 3% mayor respectivamente en cada estudio).

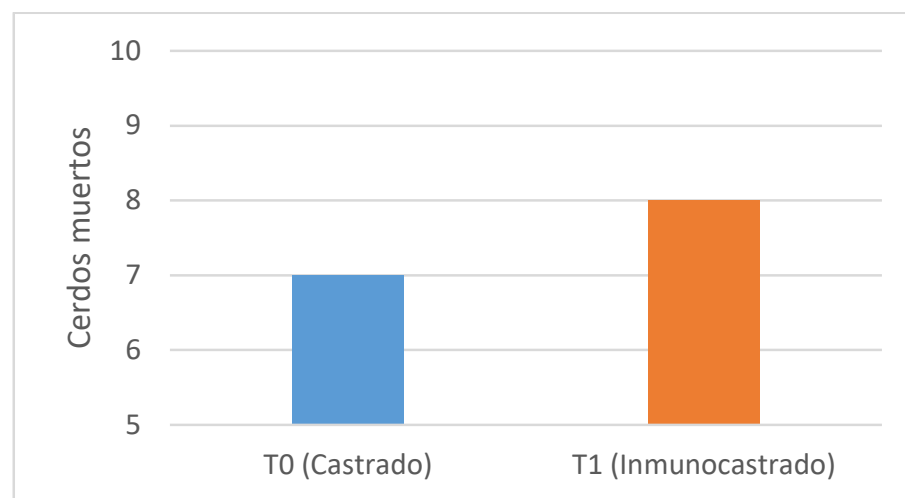


Figura 9. Mortalidad total por tratamiento.

Análisis Económico

Los costos utilizados en el presupuesto parcial fueron: los kilogramos de carne obtenida por tratamiento multiplicado por el precio de kilogramo de carne de cerdo al momento del estudio que era \$2.53. La cantidad de kilogramos consumidos por fase de concentrado multiplicado por el costo por kilogramo del concentrado para cada tratamiento. El costo de los materiales para la castración quirúrgica. El costo de mano de obra de la castración de los lechones para la granja. El costo de la vacuna que genera la inmunocastración. El costo de mano de obra para la aplicación de la vacuna. Estos costos representan la realidad de esta granja porcina pero no la realidad de las demás explotaciones porcinas.

Los beneficios netos se obtuvieron por la diferencia de los beneficios brutos de campo y los costos que varían. Los resultados definen que los cerdos castrados quirúrgicamente presentaron un costo menor y una relación beneficio-costo mayor que los cerdos inmunocastrados, por lo que los cerdos castrados quirúrgicamente son más rentables que los cerdos inmunocastrados (cuadro 2).

Cuadro 2. Presupuesto parcial.

Presupuesto parcial	Cerdos castrados Quirúrgicamente	Cerdos inmunocastrados
Rendimiento medio (kgs de carne por tratamiento)	45,999.89	47,762.1
Rendimiento ajustado (10%)	41,399.901	42,985.89
Beneficios brutos de campo (\$)	104,741.75	108,754.302
Costos que varían (\$):		
Concentrado inicio medicado	1,959.595	2,024.17
Concentrado inicio	5,376.74	4,966.2275
Concentrado crecimiento	9,059.31	8,607.3975
Concentrado desarrollo	9,916.2	9,110.325
Concentrado final medicado	6,580.84	7,594.015
Concentrado final	3,253.52	3,981.12
Costo del tratamiento de la vacuna	0	1,888.00
Costo de la castración quirúrgica	12	0
Costo de mano de obra del castrador	0	8
Costo de mano de obra del vacunador	8	0
Total de costos que varían (\$)	36,166.205	38,179.255
Beneficio neto parcial (\$)	66,562.49	72,588.10
Relación beneficio-costo	2.90	2.85

Conclusiones

Los parámetros productivos de: consumo diario de alimento (kg), ganancia diaria de peso (g), peso vivo por edad y a la venta (kg), conversión alimenticia (kg) y porcentaje de mortalidad en engorde estadísticamente no presentaron diferencias entre ambos tratamientos.

La técnica que presenta mejor relación beneficio costo es la de castración quirúrgica sin anestesia debido a su bajo costo.

El manejo de los cerdos se complica más con la técnica de inmunocastración porque hay que separar los cerdos de primera (cabezas) y de segunda (colas) y hay que esperar a que los cerdos de segunda lleguen al peso de venta para aplicar la segunda dosis y la edad de aplicación de la vacuna no coincide con el protocolo de aplicación.

El comportamiento sexual era muy marcado antes de la aplicación de la segunda dosis y se presentaron muchas peleas entre ellos, los cerdos lastimados reducían su actividad y disminuía su consumo de alimento.

Recomendaciones

Utilizar la técnica de castración quirúrgica sin anestesia ya que es más rentable debido a su bajo costo.

Realizar una prueba en lotes más pequeños de cerdos y que la densidad de animales por corral sea menor, por lo menos de 20 cerdos por corral para mejorar el manejo, porque en este estudio se hizo de 50 cerdos por corral.

Realizar más estudios de campo en El Salvador y evaluar si es rentable esta técnica en granjas de producción semi intensivas e intensivas.

Para futuras investigaciones se recomienda incluir en el estudio cerdos de segunda (colas) y evaluar si es o no rentable el uso de la técnica de inmunocastración en ellos.

Bibliografía

ASPORC (Asociación Salvadoreña de Porcicultura). 2014. Historia de ASPORC (En línea, sitio web). Consultado 8 mar. 2015. Disponible en www.Asporc.org/

Barrios, BA. 2012. Improvac: resultados de Hacienda Rivera. San José, Costa Rica, Pfizer Inc. 5 p. Informe técnico n.01.

Corella, J. 2014. Efecto de la castración inmunológica en campo y en planta en dos explotaciones comerciales de Centroamérica. San José, Costa Rica, Zoetis. 2-3 p. Informe técnico n.01.

Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW; InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA. UNC. Córdoba, Argentina. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>

Fábrega, E; Soler, J; Cros, J; Gispert, M; Tibau, J; Velarde, A. 2009. Resultados de diversas alternativas a la castración quirúrgica de cerdos (en línea). Revista Suis N°59: 26-34. España. Consultado 26 nov. 2014. Disponible en http://www.recercat.net/bitstream/handle/2072/39477/Fabrega_2009.pdf?sequence=1

Lanferdini, E; Lovatto, PA; Melchior, L. 2010. Alimentación en cerdos con Innosure®. Revista Porcinews:3-6. México. Consultado 26 nov. 2014. Disponible en <https://porcino.info/>

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, El Salvador). 2015. Boletín Climático Anual (en línea). Boletín climático mensual, anual 2015. El Salvador. Consultado 31 mar. 2015. Disponible en <http://www.snet.gob.sv/ver/meteorologia/clima/climatico+anual/>

Padilla Sol, P. 2015. Determinación de la ganancia de peso y beneficios económicos mediante el uso de una vacuna inmunoesterilizadora como método alternativo en comparación al método de la castración quirúrgica en cerdos. Tesis MVZ. San Salvador, El Salvador, USAM. 33-54 p.

Perea, C. SF. Influencia de machos castrados, machos enteros y hembras en el comportamiento productivo (en línea). Tesis MVZ. San José de las Lajas, Cuba, CENSA. Consultado 26 nov. 2014. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos26/influencia-castracion/influenciacastracion.shtml#ixzz3KC68RDsu>

Verdezoto Carrera, MA. 2009. Desempeño productivo en campo, calidad y características sensoriales de la carne de cerdos castrados o inmunocastrados (en línea). Tesis Ing. Agr. Tegucigalpa, Honduras, Zamorano. Consultado 10 mar. 2015. Disponible en <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/400/1/T2856.pdf>

Evidencia serológica del Virus del Nilo Occidental en equinos (*Equus caballus*), en el área natural protegida laguna El Jocotal, departamento de San Miguel, El Salvador

Escalante-Hernández, M.N.
Estudiante Tesista,
Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

Quintanilla-Moreno, G.A.
Estudiante Tesista,
Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

López-Salazar, C.D.
Docente Director,
Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

Romero-Pérez, L.E.
Docente Director,
Departamento de Medicina Veterinaria,
Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de El Salvador.

Avendaño-Romero, N.O.
Docente Director,
División de Servicios Veterinarios,
Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador.

Resumen

La investigación se realizó en caballos del área natural protegida laguna El Jocotal, sitio Ramsar (incluido en la lista de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas) del departamento de San Miguel, El Salvador. El estudio fue de carácter descriptivo, se incluyó la totalidad de ejemplares, equivalente a una población de 91 caballos dispersos en 29 unidades productivas en un perímetro de hasta 5km a la redonda del humedal principal laguna El Jocotal y del cuerpo de agua permanente laguna Agua Caliente. La fase de campo se desarrolló en el período comprendido de septiembre a diciembre de 2015, las muestras sanguíneas se obtuvieron por punción en la vena yugular, se separó la sangre del suero y se conservó en refrigeración. El procesamiento de las muestras se realizó en la Red de Laboratorios Veterinarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador. Se utilizó un ensayo inmunoenzimático de bloqueo (ELISA) con el propósito de evidenciar serológicamente la presencia o ausencia de anticuerpos específicos del virus del Nilo Occidental (VNO). Se registra la primera evidencia de actividad por el VNO en caballos de un sitio Ramsar del país y una de las seroprevalencias más altas en Latinoamérica con el 89% de caballos seropositivos, 4.40% de seronegativos y 6.60% sospechosos. Se analizaron diversos factores que pudieron influir en los resultados obtenidos, entre éstos la prueba diagnóstica utilizada, la proximidad de las poblaciones equinas a las zonas identificadas de riesgo y el área geográfica en estudio. Se estableció la distribución geográfica de la población equina susceptible, mediante el uso del sistema de posicionamiento global (GPS) y por imagen de mapa mediante el software ArcGis. Además se aportaron datos epidemiológicos actualizados que podrán ser empleadas como recursos para futuras investigaciones en materia de salud pública, sanidad animal y medioambiental.

Palabras clave: Virus, Nilo, Occidental, Seroprevalencia ,VNO, caballos, Jocotal.

Abstract

The following research was carried out in horses from the natural protected area: laguna El Jocotal, Ramsar place (included in the list of the Convention on Wetlands of International Importance especially as Waterfowl Habitat) from San Miguel, El Salvador. In the descriptive study all animals were included, equivalent to a population of 91 horses located in 29 productive units within a perimeter of 5 kms around the main wetland of natural and seasonal pools of water at laguna El Jocotal and laguna Agua Caliente. The field phase took place from September to December 2015. The blood samples were obtained by puncture in the jugular vein, the blood was separated from the serum and kept refrigerated. Samples were processed at the Red de Laboratorios Veterinarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de El Salvador, analyzed by blocking immunosorbent assay (ELISA) with the purpose of serologically detection of the presence or absence of specific antibodies of West Nile virus (WNV). The first evidence of WNV activity in horses at the Ramsar site was found one of the highest seroprevalences in Latin America with 89.01% of 4.40% seronegative horses and 6.59% suspect horses. There are several factors to take into account in the finding obtained, among them the diagnostic test used, the proximity of equine populations within the identified risk areas and the geographic area of study. The geographical distribution of the susceptible equine population was established by using the global positioning system (GPS) and maps using ArcGIS software. Furthermore, the epidemiological data will be available for further research to be used as resources to attend issues on public health, animal, and environmental health.

Key words: West, Nile, Virus, WNV Seroprevalence, horses, Jocotal.

Introducción

El Virus del Nilo Occidental (VNO) es un virus aviar zoonótico transmitido por mosquitos, que puede cursar con enfermedad neurológica y eventualmente fatal en algunas especies de mamíferos incluyendo seres humanos, reptiles y aves. La mayoría de los casos clínicos se producen en humanos y caballos que son hospedadores finales del virus (CFSPH/IICAB, 2010). Las aves tienen la capacidad de transportar el virus a nuevas regiones, dándoles el título de amplificadores del virus; en las cuales el nivel y duración de la viremia varían según la especie (CFSPH/IICAB, 2010). En Norteamérica las aves que forman parte del ciclo de transmisión para el VNO son algunas especies de las familias Corvidae, Icteridae, Fringillidae y Passeridae con altos índices de competencia, Laridae, Turdidae, Charadriidae, Strigidae, y Falconidae con índices moderados y Anatidae, Columbidae, Picidae, Rallidae, Phasianidae, y Psittacidae con títulos bajos de competencia (Komar, 2003).

Desde el apareamiento de los primeros casos del virus en Norteamérica en 1999, el VNO se diseminó hacia Centroamérica, Suramérica y el Caribe (CFSPH/IICAB, 2010) convirtiéndose en un problema de salud pública al encontrarse en el continente americano tanto los vectores como los reservorios, condiciones ecológicas y hábitats propicios para la presentación de su ciclo de transmisión. Las rutas de aves migratorias favorecen la diseminación del virus en todo el continente (CFSPH/IICAB, 2010).

La transmisión a los hospedadores aviares representa un ciclo primario, enzoótico, o de amplificación, en el cual los mosquitos ornitofílicos principalmente del género *Culex* sp. Se alimentan de aves virémicas y si se dan las condiciones apropiadas de temperatura, especies de mosquitos, densidad de población de mosquitos, número de hospedadores susceptibles, etc., se producirá una epizootia en la población aviar. El ciclo secundario envuelve a artrópodos mosquitos infectados que transmiten la infección a otros hospederos finales como caballos y humanos (OPS, 2013). En algunos équidos una rápida viremia de baja titulación precede la aparición de los signos clínicos (OIE, 2013), sin embargo, el mayor porcentaje de caballos se infectan de forma asintomática (CFSPH/IICAB, 2010). Todos los equinos parecen ser igualmente susceptibles a la encefalomielitis del VNO.

Uno de los métodos diagnósticos para identificar los anticuerpos específicos para el VNO en el suero equino es mediante el enzimoimmunoanálisis ELISA con IgM o IgG. Generalmente, los anticuerpos IgM específicos de VNO

equino son detectables entre los 7-10 días hasta 1-2 meses después de la infección. Los anticuerpos neutralizantes de VNO son detectables en el suero equino dos semanas después de la infección y pueden persistir durante más de un año; en algunas pruebas serológicas, se pueden encontrar reacciones cruzadas entre los anticuerpos con flavivirus relacionados, como el virus de la encefalitis de St. Louis o los virus del serocomplejo de la encefalitis japonesa (OIE, 2013).

En El Salvador el primer reporte de VNO en equinos corresponde a diez muestras positivas por medio de la prueba de neutralización por reducción en placas en el año 2003 (Cruz, 2003); sin embargo, el mismo año, otro estudio realizado por médicos de Servicios Veterinarios del MAG, no reportó serología positiva en 116 muestras evaluadas mediante ELISA de captura. El VNO está incluido en lista de las enfermedades de declaración obligatoria de la Organización Mundial de Sanidad Animal desde el 2006, tiempo desde el cual El Salvador no ha reportado evidencia en la base de datos del sistema mundial de información zoonosaria (WAHID) de la OIE por no contar con un estudio oficial que demuestre evidencia serológica del virus.

En este estudio descriptivo se evidencia la circulación de anticuerpos para el VNO en caballos en la periferia del humedal Ramsar laguna El Jocotal, además se realizó la identificación espacial de la zona de riesgo con la distribución de la población equina y áreas rurales de población humana; conjuntamente se analizaron los factores epidemiológicos involucrados en los hallazgos de seroprevalencia frente al flavivirus del Virus del Nilo Occidental, aportando datos actualizados que servirán como un precedente para la realización de futuras investigaciones en materia de salud pública, sanidad animal y medio ambiental por parte de las entidades competentes.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica y condiciones ecológicas

El estudio se realizó en la periferia de los cuerpos de agua laguna El Jocotal y laguna Agua Caliente, ubicados a los extremos opuestos del complejo de humedales del área natural protegida laguna El Jocotal; esta cuenta con 4,279 hectáreas de extensión, posee una altitud media de 30 msnm y se encuentra ubicada en la zona oriental en los municipios de El Tránsito, San Miguel, Chirilagua y Jucuarán, los tres primeros del departamento de San Miguel y el último de Usulután (MARN, 2013).

El complejo de humedales sustenta una diversidad de comunidades ecológicas, entre las cuales se registra una población aviar que supera las 20,000 aves migratorias y residentes que encuentran en éste sitio Ramsar hábitat, refugio y alimento.

Metodología de campo

Se realizó un censo para obtener el dato de población equina, además se utilizó el instrumento de la encuesta epidemiológica para recolectar información pertinente a cada individuo y antecedentes asociados a signos evidentes de enfermedad neurológica. Se estudió una población de 91 caballos (*Equus caballus*) pertenecientes a 29 unidades productivas incluidas en un perímetro de 5km a la redonda de los dos humedales, cuatro unidades productivas se situaban en la periferia del cuerpo de agua laguna El Jocotal, con una totalidad de 39 caballos (43%) y 25 unidades productivas en la periferia de la laguna Agua Caliente, con una sumatoria de 52 caballos (57%).

Se tomaron las coordenadas geográficas de las unidades productivas en estudio, utilizando un equipo de sistema de posicionamiento global GPS con precisión de 5 m, tomando las coordenadas geográficas (latitud y longitud en grados decimales). Los datos obtenidos se ordenaron y tabularon en una tabla Excel® y se transfirió dicha información a archivos shapefile para la elaboración de modelos cartográficos utilizando el sistema de información software ArcGIS 10.3. ®

Las muestras sanguíneas se obtuvieron mediante punción en la vena yugular, extrayendo 10ml con aguja descartable doble bisel (20Gx 1½”) conectada a un tubo tapón rojo al vacío sin anticoagulante. Para la obtención de suero se colocó al tubo en reposo a temperatura ambiente para la retracción del coágulo y separación del suero. Cada muestra se identificó conforme a la unidad productiva a la cual pertenecían y su número correlativo.

El transporte al Laboratorio de ELISA de la Red de Laboratorios Veterinarios del MAG, se realizó con los tubos en posición vertical y se conservaron en hielera a 4°C. En las instalaciones del laboratorio se extrajo el suero de cada muestra con una pipeta estéril, depositándose 1.5 ml en crioviales individuales para su conservación y almacenamiento.

Ensayo inmunoenzimático de bloqueo para la detección de anticuerpos específicos del Virus del Nilo Occidental.

Se utilizó un ensayo inmunoenzimático de bloqueo que posee la capacidad de detectar títulos bajos de anticuerpos en sueros de equinos infectados.

Se realizó el procedimiento de acuerdo a las instrucciones del fabricante (INGENASA, 2010).

Se depositaron las muestras de suero sobre un soporte sólido (placa de poliestireno) que contenía el antígeno viral inactivado. Las muestras que contenían IgM e IgG específicas, se unieron al antígeno fijado en la placa. Tras eliminar el material no unido mediante lavados, se añadió un anticuerpo monoclonal específico del ectodominio de la glicoproteína E conjugado con peroxidasa. Las muestras que contenían anticuerpos impidieron la unión del conjugado, mientras que las muestras que no presentaban este tipo de anticuerpos, permitieron la unión libre del anticuerpo monoclonal conjugado con peroxidasa al antígeno de la placa (INGENASA, 2010).

Tras sucesivos lavados para eliminar el material no unido, se revelaron las reacciones acontecidas en la placa mediante la adición de un sustrato que desarrolló una reacción colorimétrica en presencia de peroxidasa. La aparición de una reacción coloreada, indicaba que la muestra ensayada no contenía anticuerpos específicos al VNO y la ausencia de color indicaba la positividad de la muestra conteniendo dichos anticuerpos (INGENASA, 2010).

Se procedió la lectura de los valores de absorbancia de 450 nm en los cinco minutos, siguientes a la adición de la solución de frenado con el espectrofotómetro Thermo Scientific Multiskan EX®. Se calculó el porcentaje de inhibición (PI) de la muestra, y posteriormente se dio lectura al resultado de cada muestra, considerándose positivas, negativas y sospechosas según las especificaciones descritas en el manual técnico del ELISA de bloqueo (INGENASA, 2010).

Metodología estadística

Una vez obtenida la información de campo y laboratorio se procesó haciendo uso de estadística descriptiva por medio de cuadros, gráficas y fórmula de prevalencia.

$$\text{Seroprevalencia} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de equinos seropositivos en un punto del tiempo}}{\text{Población de equinos en ese punto del tiempo}} \times 100$$

$$\text{Seroprevalencia} = \frac{\text{n}^\circ \text{ de equinos seropositivos en un punto del tiempo}}{\text{Población de equinos en ese punto del tiempo}} \times 100$$

Resultados y Discusión

De las 91 unidades experimentales incluidas en el perímetro de 5km a la redonda de los cuerpos de agua laguna El Jocotal y laguna Agua Caliente (Fig. 1), se obtuvo una seroprevalencia del 89.01% de anticuerpos contra el Virus del Nilo Occidental, 6.59% reflejaron una respuesta serológica sospechosa y un 4.40% resultaron seronegativos (Fig. 2). Los caballos incluidos en el estudio fueron 55 hembras y 36 machos con edades que oscilaron desde los 2 meses hasta los 30 años de edad, en su mayoría fueron equinos jóvenes, criollos, con manejo principalmente a libre pastoreo y utilizados para trabajo. No se consideraron someter a evaluación las variables edad, sexo, casta y manejo de los caballos debido a que diferentes autores han manifestado no ser factores predisponentes para la infección por el VNO (Rey y Rutledge, 2001).

Se registra la seroprevalencia más alta (89.01%) frente a anticuerpos contra el Virus del Nilo Occidental en caballos de Latinoamérica. En la región diferentes investigadores determinaron porcentajes variables de seroprevalencia; en el año 2002, México reportó el nivel más alto de seroprevalencia en la región con el 62.5% (Coahuila) diagnosticados por ELISA de bloqueo y neutralización por reducción en placas (PNRP) (Blitvich *et al.*, 2003), y el más bajo con el 1.2% (Yucatán) bajo la prueba de inhibición de la hemaglutinación (IH), y confirmado por PNRP (Loroño *et al.*, 2003). Otra investigación desarrollada en 2013, estableció una seroprevalencia de 18.6% en el estado de Guerrero (Cortés *et al.*, 2013). En Guatemala entre 2003 y 2004 se estableció una prevalencia de anticuerpos del 42.3% por ELISA de bloqueo en muestras procedentes de 19 departamentos (Morales *et al.*, 2006), mientras que, en Costa Rica en 2004, se determinó una seroprevalencia del 28% en caballos de la península de Nicoya (Hobson *et al.*, 2004).

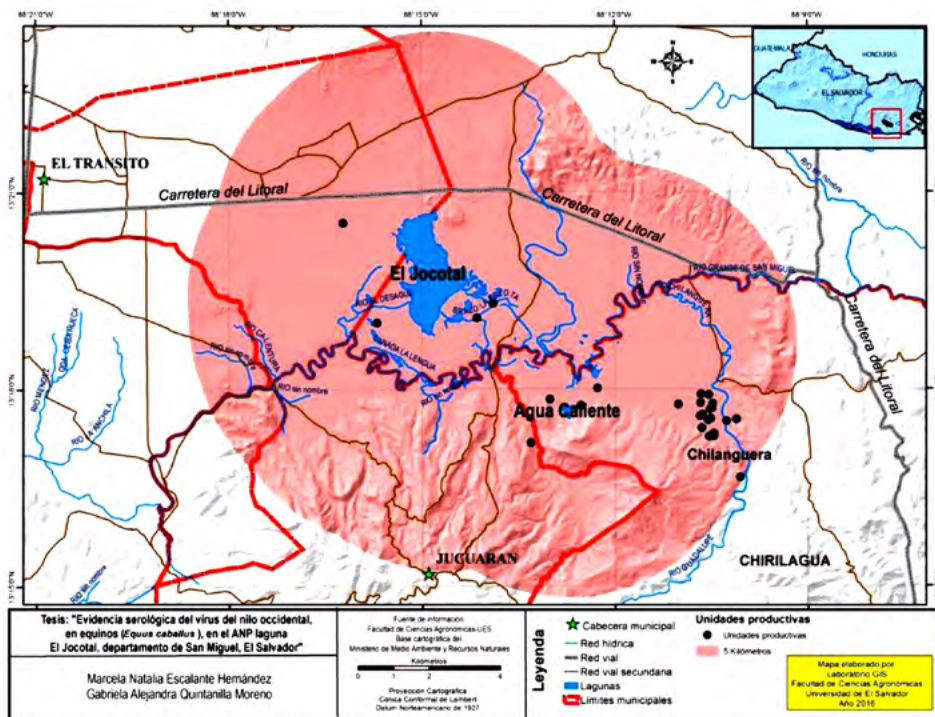


Figura 1. Ubicación geográfica de los cuerpos de agua laguna El Jocotal y laguna Agua Caliente con sus respectivas unidades productivas.

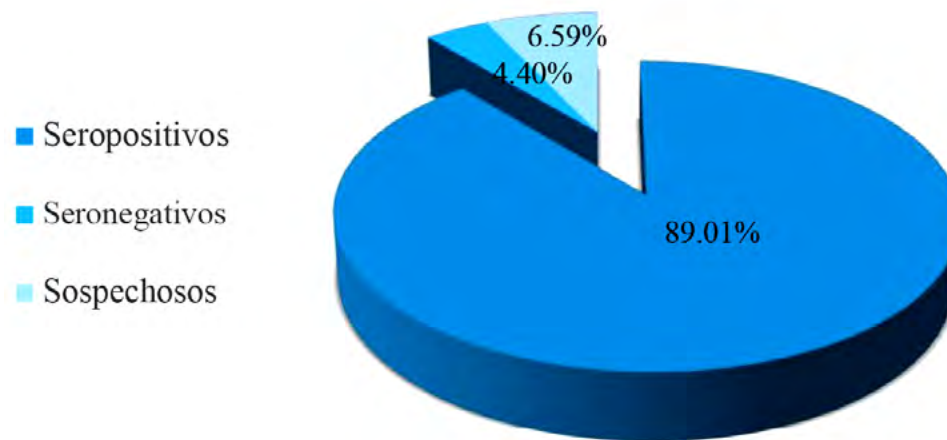


Figura 2. Resultados del diagnóstico serológico frente al virus del Nilo Occidental en caballos del área natural protegida laguna El Jocotal.

La ausencia de sintomatología reportada en los equinos en estudio, puede estar influenciada por el desconocimiento de los propietarios, pero también por la presencia de infecciones asintomáticas que puede ocurrir en zonas endémicas con altos índices de seroprevalencia (CFSPH/IICAB, 2010). La respuesta serológica establecida en la presente investigación difiere de las investigaciones realizadas en la región y se considera que pueden influir en los resultados obtenidos, entre ellos la prueba diagnóstica utilizada, la proximidad de las poblaciones equinas a las zonas identificadas de riesgo, las áreas geográficas en estudio e inmunizaciones por vacunación.

En relación a las pruebas diagnósticas, la presencia de otros flavivirus relacionados al serocomplejo de la Encefalitis Japonesa, es un factor determinante en las altas

seroprevalencias por ser asociadas a reacciones cruzadas (OIE, 2013), lo cual se ha demostrado en un estudio realizado en Guatemala entre 2003 y 2004, donde 70 muestras positivas al VNO utilizando un ELISA de bloqueo, fueron confirmadas por medio de PNRT, resultando solamente 9 muestras positivas al VNO, 33 al virus de la encefalitis de San Luis y 21 muestras a otros flavivirus (Morales *et al.*, 2006).

La prueba serológica ELISA de bloqueo empleada en esta investigación, posee la capacidad de detectar inmunoglobulinas IgM e IgG del VNO; lo que permitiría un amplio rango en el tiempo para la detección de anticuerpos, ya que, de acuerdo a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), las IgM son detectables desde los 7-10 días hasta 1 ó 2 meses después de la infección y la IgG por un tiempo superior a un año (OIE, 2013).

Es importante considerar la proximidad de los caballos que deambulan en la periferia de los humedales, ya que éstos se encontraban dispersos en una distancia no mayor a 5 km para cada uno de los cuerpos de agua; a diferencia de la mayoría de publicaciones realizadas en la región Mesoamericana, en las cuales no se consideraron áreas circunscritas a humedales para la selección de las muestras en estudio. Los humedales poseen especial importancia en la epidemiología del Virus del Nilo Occidental, ya que la dimensión de estos ecosistemas, propician la transmisión del virus y el establecimiento de la enfermedad en poblaciones de humanos y caballos. Sobre la base de las consideraciones anteriores Barriga *et al.*, (2002), refiere que los tres brotes de mayor magnitud registrados en humanos han sido: Sureste de Rumania 1996, Volgogrado 1999 y Nueva York 1999, ciudades localizadas cerca de grandes cuerpos de agua y en el paso de rutas de aves migratorias.

En el ecosistema del complejo laguna El Jocotal, existe una mayor probabilidad para la interacción entre los elementos de la triada epidemiológica: agente causal (Virus del Nilo Occidental), hospedadores (aves migratorias y caballos) y medioambiente (humedales y mosquitos). El humedal como reserva ecológica, sustenta de manera regular una población que supera las 20,000 aves acuáticas, entre ellas migratorias y residentes, identificándose siete familias de aves de alta y moderada competencia en la transmisión del virus (Corvidae, Fringillidae, Icteridae, Charadriidae, Falconidae, Laridae, Strigidae) (MARN, 2013). Los caballos evaluados durante el estudio son utilizados en actividades de transporte y trabajo, además de realizar actividades de pastoreo en la periferia de los espejos de agua; teniendo como factor determinante la exposición a densas poblaciones de mosquitos los cuales interactúan con las aves migratorias y residentes.

Aunque en el humedal laguna El Jocotal no se han establecido las especies de mosquitos presentes, en El Salvador se ha demostrado la existencia de al menos dos de las principales especies de mosquitos eficaces en la transmisión del VNO; mediante un estudio entomológico realizado en el año 2003 por el Ministerio de Salud, en el cual se identificaron larvas y adultos de las especies *Aedes aegypti*, *Culex nigripalpus*, *Culex pipiens* y *Cx. quinquefasciatus* (Cruz, 2003) siendo éstas dos últimas, reconocidas como vectores en la transmisión del VNO según el Centro para la Seguridad Alimentaria y la Salud Pública de Estados Unidos (CFSPH/IICAB, 2010). Según Clements, citado por García (2007) *Culex quinquefasciatus* es el mosquito más frecuentemente encontrado en el ambiente humano, tanto urbano como rural, está distribuido en zonas tropicales y subtropicales, frecuentando ecosistemas como humedales, lagunas y charcos temporales, presenta un rango de dispersión que no excede un radio de vuelo de más de 500m, pero excepcionalmente puede alcanzar hasta 5 kilómetros.

Se descarta que la inmunización por vacunación sea un factor responsable del alto número de caballos seropositivos, debido a que el 100% de los propietarios manifestó nunca haber utilizado vacunas contra el VNO ni contra otras enfermedades del serocomplejo de la Encefalitis Japonesa, además desconocen de ellas.

En la figura 3 se visualiza la ubicación de los equinos seropositivos distribuidos espacialmente en una distancia de hasta 5 km a la redonda de los dos cuerpos de agua en estudio, área considerada en la investigación por la capacidad de vuelo de los mosquitos involucrados en la transmisión del virus a humanos y equinos.

La mayor concentración de los equinos seropositivos se localizó en el cantón Chilanguera del municipio de Chirilagua debido a la mayor cantidad de población equina en estrecha relación y convivencia con las poblaciones humanas y en menor proporción en cascos de hacienda de la periferia del humedal El Jocotal de los municipios El Tránsito y San Miguel, en donde existen muy pocos asentamientos humanos.

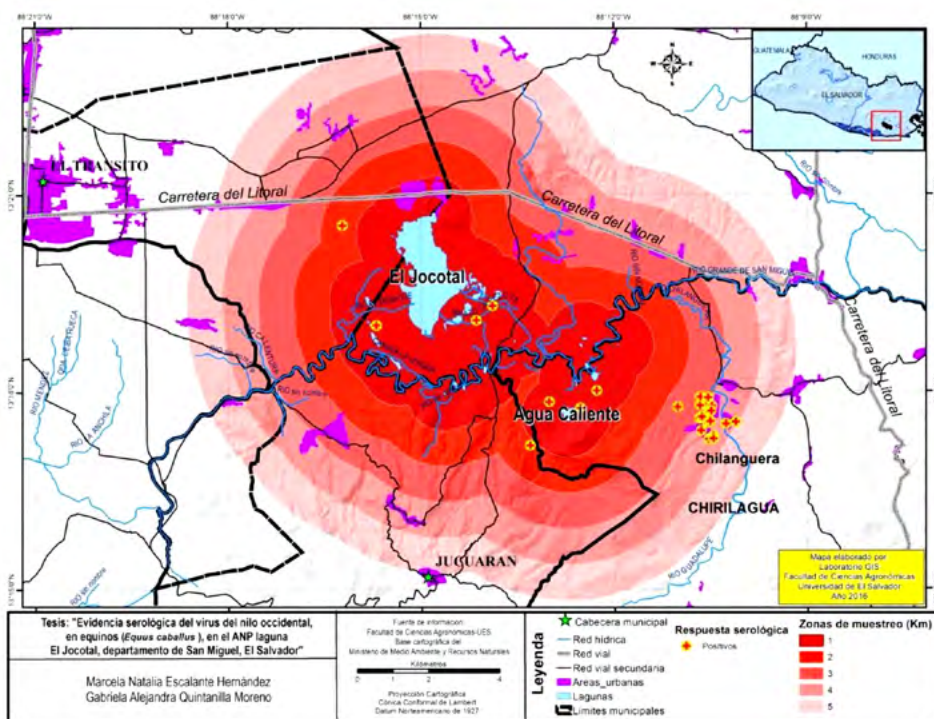


Figura 3. Distribución de equinos seropositivos a un perímetro de 5 km de los cuerpos de agua laguna El Jocotal y laguna Agua Caliente.

Conclusiones

Este estudio demuestra la circulación de anticuerpos para el Virus del Nilo Occidental en caballos en la periferia de un humedal Ramsar.

En el presente estudio se reporta una de las seroprevalencias más elevadas en equinos en Latinoamérica considerando que la prueba diagnóstica utilizada, la proximidad de las poblaciones equinas a la zona de riesgo y el área geográfica en estudio pueden influir en el resultado serológico.

Mediante el uso del kit ELISA Ingezim West Nile Compac, se estableció una seroprevalencia del 89% frente al Virus del Nilo Occidental en caballos del área natural protegida laguna El Jocotal, ubicada en los departamentos de San Miguel y Usulután; 6.59% reflejaron una respuesta serológica sospechosa, mientras que el 4.40% resultaron seronegativos.

La seropositividad no se asocia a la inmunización por vacunación contra el VNO sino a un proceso natural, ya que el 100% de los propietarios manifestaron desconocer la vacuna contra el Virus del Nilo Occidental y en consecuencia nunca la han aplicado.

El área natural protegida laguna el Jocotal se puede considerar como un área de riesgo para el VNO ya que según OPS (2013), una zona de riesgo está definida por la presencia y circulación de uno o más de los virus responsables de ocasionar encefalitis equinas o bien aquellas que presentan características ecológicas y medio ambientales propicias para el desarrollo y proliferación de los vectores responsables de estas zoonosis.

Los datos de georreferenciación de la población equina presentados en la investigación permitieron establecer por imagen de mapa la distribución espacial de los animales seropositivos frente al VNO, sus rutas de acceso y concentraciones de poblaciones humanas y equinas.

Bibliografía

- Barriga Angulo, G; Arumir Escorza, C; Mercado Gonzales, F. 2002. Actualidades sobre la fiebre del Nilo. *Revista Mexicana de Patología Clínica* 4: 203-211.
- Blitvich, BJ; Fernández, I; Contreras, J. 2003. Serologic evidence of West Nile virus infection in horses, Coahuila, Mexico. *Emerging infectious diseases*. 9(7): 853.
- CFSPH (Centro para la Seguridad Alimentaria y la Salud Pública, US); IICAB (Instituto para la Cooperación Internacional en Biología Animal, US). 2010. Enfermedades emergentes y exóticas de los animales: Fiebre del Nilo Occidental. Eds. Spickler, AR; Roth, JA; Gaylon, J; Lofstedt, J; Lenardón, MV. Primera ed. Iowa, Ames, US. P.25, 60- 62, 170-177.

- Cortés, AJ. 2013. Identificación de mosquitos vectores potenciales y seroprevalencia del virus del Oeste del Nilo en aves y equinos en el estado de Guerrero, México. Tesis Doctorado en ciencias entomológicas. México, UANL. p 22,33-46.
- Cruz, L. 2003. Epizootia de Encefalitis Equina por Virus del Nilo Occidental en El Salvador (en línea). San Salvador, SV. Consultado 19 jul. 2016. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/237480339_Epizotia_de_Encefalitis_Equina_por_Virus_del_Nilo_Occidental_en_El_Salvador_2001-2003
- García, OC; Londoño Benavidez, YL. 2007. Adaptación de *Culex quinquefasciatus* (Díptera: Culicidae) a tres diferentes pisos térmico bajo condiciones de laboratorio. Tesis Veterinaria, Bogotá Colombia. UNISALLE. p 4-25.
- Hobson-Peters, J; Arévalo, C; Cheah, WY; Blitvich, BJ. 2004. Detection of Antibodies to West Nile Virus in Horses, Costa Rica. Vector-borne and zoonotic diseases. 11(8): 1082.
- INGENASA (Inmunología y Genética Aplicada, S. A., ES). 2010. Ingezim West Nile Compac. Madrid, ES. P. 1-6.
- Komar, O. 2003. Introducción del Virus del Nilo Occidental en América. San Salvador, SV. Aves migratorias y residentes, y el Virus del Oeste del Nilo en Centroamérica. Ed. Komar, O. (Memoria). Colorado, US. P. 16.
- Loroño, MA; Blitvich, BJ; Farfán, JA. 2003 Serologic evidence of West Nile virus infection in horses, Yucatan, Mexico. Emerging infectious diseases. 9(7): 857-858.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2013. Humedales (en línea). Consultado 12 jun. 2016. Disponible en <http://www.marn.sv/temas/biodiversidad/humedales.html>
- Morales, ME; Morales, H; Blitvich, B. 2006. Virus del Nilo Occidental en los caballos. Emerging infectious diseases. 12(6): 1028.
- OIE (Organización Mundial de Sanidad Animal, FR). 2013. Manual de las Pruebas de Diagnóstico y las Vacunas para los Animales Terrestres: Fiebre del Nilo Occidental (en línea). 7ª ed. París, FR. Consultado 01 jun. 2016. PDF. Disponible en http://www.oie.int/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/2.01.20_WEST_NILE.pf
- OPS (Organización Panamericana de la Salud, US); OMS (Organización Mundial de la Salud, CH). Oficina Regional para las Américas, US; OIRSA (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria, SV). 2013. Guía para la vigilancia, detección y respuesta para las encefalitis equinas. Eds. R Montoya; M Guardo; A Clavijo; J Naranjo; LA Espinoza; A De García. New ed., Washington D.C. US. s.n.t. 8, 58-70 p. (Serie de manuales técnicos: 17).
- Petersen, LR; Hayes, EB. 2008. Virus del Nilo Occidental en el continente americano. Clínicas médicas de Norteamérica. 92(6): 1307 – 1322.
- Petracci, PF; Canevari, M; Berner, E. 2005. Guía de las aves playeras y marinas migratorias del sur de América del Sur. (En línea). Programa escuela de las aves playeras. Consultado 5 abr. 2016. Disponible en: http://awsassets.wwfar.panda.org/downloads/guia_aves_marinas_y_migratorias_sudamericanas.
- Rey,RJ; Rutledge,CR. 2001. Riesgo y prevención del Virus del Nilo Occidental en Caballos en Florida (en línea). Entomology and Nematology. Consultado 2 abr. 2016. Dispon Montecinos, JI. 2008. Análisis cualitativo de riesgo de introducción del virus Nilo Occidental en Chile. Tesis Medicina Veterinaria. Santiago, Chile, UCH. p 34-39. Disponible en <http://edis.ifas.ufl.edu>

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. agrocienza@ues.edu.sv

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