



UNIVERSIDAD DEL ZULIA REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN



MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA



REVISTA CIENTÍFICA

Fundada en 1990

Universidad del Zulia
Facultad de Ciencias Veterinarias
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

Vol.XXX (1) 2020

MIEMBROS FUNDADORES

José Faría R. (+)
Mario Pérez B.
Manuel Alvarado M.

DIRECTOR FUNDADOR
Rafael César Reátegui Cárdenas (+)

EDITOR JEFE
Mario Pérez Barrientos

EDITOR ASOCIADO
Edison Pascal-Bello

COMITÉ EDITOR
María Piñero
Disney Pino
María Elena Peña
Armando Quintero
Roger Ramírez

SECRETARIA EJECUTIVA
Marilyn Del V. Añez Davila

DISEÑO GRÁFICO
Alonso Eleazar Flores Rondón

La edición de esta revista ha sido auspiciada por el Vicerrectorado Académico LUZ, el Sistema de Servicios Bibliotecarios y de Información (Serbiluz) y Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de LUZ (CONDES)

SE AGRADECE CANJE
EXCHANGE DESIRED

DIRECCIÓN:
Revista Científica
Universidad del Zulia,
Facultad de Ciencias Veterinarias
Núcleo Agropecuario Ciudad Universitaria
Apdo.15252, Maracaibo 4005-A
Estado Zulia-Venezuela
Telf.-Fax:58-261-4126158
E-mail:revistafcv@gmail.com
<http://www.fcv.luz.edu.ve>

<http://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica>

El índice acumulado anual
aparecerá en el último
número de cada volumen. No. 4

Esta revista fue editada en formato digital
y publicada en Diciembre de 2020, por
**La Facultad de Ciencias Veterinarias
de La Universidad del Zulia**
Maracaibo - Venezuela.



**UNIVERSIDAD
DEL ZULIA**

Autoridades Universitarias

Jorge Palencia..... Rector
Judith Aular de Durán..... Vicerrectora Académica
María Artiga..... Vicerrector Administrativo
Marlene Primera..... Secretaria

Autoridades de la Facultad de Ciencias Veterinarias

José Manuel Rodríguez..... Decano
Wilfredo Bríñez..... Director Escuela
José Atilio Aranguren..... Director División Postgrado
Nidia Rojas..... Directora División Investigación
Julio Boscán..... Director División Extensión
Gustavo Prato..... Directora Policlínica Veterinaria
Decio González..... Secretario Docente
Jorge Rubio..... Coordinador del Núcleo Rural
Alexander Boscán..... Coordinador Núcleo Grano de Oro

Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico

Gilberto Vizcaíno..... Coordinador-Secretario

Portada:
**EFICIENCIA TÉCNICA EN DIFERENTES SISTEMAS
DE PRODUCCIÓN CON RUMIANTES: UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA Y UN ENFOQUE DE META-ANÁLISIS.**

(Págs. 7 - 18)

*La revista no se hace responsable
de los conceptos emitidos por sus autores*

**Prohibida la reproducción total o parcial
del contenido de esta Revista**

© REVISTA CIENTÍFICA, 2018
© FCV, Universidad del Zulia
Revista impresa
ISSN 0798-2259
Depósito Legal: pp 199102ZU46
Revista electrónica
Depósito Legal: ppi 201502ZU4665
ISSN electrónico: 2477-944X

www.luz.edu.ve



**UNIVERSIDAD
DEL ZULIA**

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN

REVISTA CIENTÍFICA

**REVISTA INTERNACIONAL ARBITRADA DEDICADA A LA DIVULGACIÓN
DE INVESTIGACIONES ORIGINALES EN EL ÁREA AGROPECUARIA**

Vol. XXX (1) 2020
MARACAIBO, ESTADO ZULIA, VENEZUELA

Indizada y registrada en:
Institute for Scientific Information (ISI): Research Alert® y Focus on:
Veterinary Science & Medicine™

Science Citation Index (SCIExpanded)

Revicyhluz. Revistas Científicas y Humanísticas de LUZ

(URL: <http://produccioncientificaluz.org/revicyhluz/>)

SWETS Blackwell Database

ELSEVIER Extended Science Direct Navigator Database

Ulrich's Periodicals International Directory

Veterinary Bulletin

Index Veterinarius

CAB Abstracts Database - UK

Base de Datos Wildlife & Ecology Studies Worldwide (EBSCO Publishing Inc.)

Base de Datos de Revistas Venezolanas de Ciencia y Tecnología (REVENCYT)

Registro de Publicaciones Científicas y Tecnológicas Venezolanas

del FONACIT - MCT

Asociación de Editores de Revistas Biomédicas Venezolanas (ASEREME)

Asociación Venezolana de Editores de Publicaciones de las Ciencias

del Agro (AVEPAGRO)

LATINDEX

Base de Datos "Informe Académico" (Thomson-Gale) USA

Base de Datos LILACS (Literatura Latinoamericana de Ciencias de la Salud)

Base de Datos LIVECS (Literatura Venezolana en Ciencias de la Salud)

Scielo Venezuela (www.scielo.org.ve)

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

(Redalyc): <http://redalyc.uaemex.mx/>

Sociedad Iberoamericana de Información Científica (SIIC Data Bases), [siicsalud.](http://siicsalud.com)

www.siicsalud.com

Citefactor Journals Citefactor.org. Director Indexing of International Research Journals

REVISTA CIENTÍFICA, es una revista internacional que representa el órgano científico de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela. La misión es publicar la mejor literatura científica tropical y subtropical relacionada a las áreas de las ciencias veterinarias, producción animal, salud pública y tecnología de alimentos de origen animal, así como, literatura científica generada en zonas templadas, pero con aplicabilidad tropical. Todos los trabajos recibidos deben seguir el formato que se presenta en las instrucciones para autores y pasar por un proceso de arbitraje anónimo.

La Revista edita 4 números anual.

Toda correspondencia debe ser enviada a:
Editor Jefe REVISTA CIENTÍFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia. Apartado 15252.
Maracaibo 4005-A, Estado Zulia, Venezuela
Teléfono-Fax: (58-0261) 4126158.
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>
<http://www.fcv.luz.edu.ve>

REVISTA CIENTÍFICA, is an international journal representing the scientific organ of the Faculty of Veterinary Sciences at the University of Zulia, Maracaibo, Zulia State, Venezuela. The aim is publishing the best tropical and subtropical scientific literature related to the fields of veterinary clinical sciences, animal production, public health, food sciences and technology of animal products as well as scientific literature generated in temperate zones but with tropical applicability. All the submitted manuscripts must follow the established editorial guidelines and go through an anonymous peer review process.

REVISTA CIENTÍFICA is published every two months.

All mail must be sent to:
Editor in Chief REVISTA CIENTÍFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia. Apartado 15252.
Maracaibo 4005-A, Estado Zulia, Venezuela
Teléfono-Fax: (58-0261) 4126158.
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>
<http://www.fcv.luz.edu.ve>

COMITÉ DE ASESORES

Pedro M. Aso Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela
Alfredo Coronado Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela
Roy D. Meléndez Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela
Héctor Soto Castellanos Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez, Caracas, Venezuela
Antonio Bretaña Nacional Experimental Simón Rodríguez, Caracas, Venezuela
Marc Desquesnes CIRAD-EMVT, Burkina Faso, West Africa
Edmundo Grisard Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil
Alexis Rodríguez Acosta Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela
Elías Sogbe Martínís Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela
Andrés Soyano Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC), Los Teques, Venezuela
William Isea Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Enrique Márquez Salas Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Nelson Huerta Leidenz Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
Eleazar Soto Belloso Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela
José Luis Ramírez Universidad de Oriente, Maturín, Venezuela



República Bolivariana de Venezuela
Universidad del Zulia
Consejo Universitario



Con el voto favorable del Consejo de la Orden y en virtud
de lo establecido en el reglamento respectivo, confiere la

Orden al Mérito Universitario
Dr. Jesús Enrique Lossada

en su Única Clase a la

Revista Científica de la Facultad de Veterinaria

Por su incansable labor al servicio de la divulgación del conocimiento científico producido desde la academia, dando cabida no sólo al producto intelectual generado desde la Facultad de Veterinaria sino también del interior y exterior del país, dejando así testimonio del prestigio y éxito de toda la comunidad científica universitaria y del funcionamiento y crecimiento generado desde la Institución.

Retrendado,

Dra. Marlene Primera Galué
Secretaria



Dr. Jorge Palencia Piña
Rector-Presidente

Maracaibo, 1 de octubre de 2012



República Bolivariana de Venezuela
Universidad del Zulia
Consejo Universitario



Orden al Mérito Universitario
Dr. Francisco Ochoa

Que en su Única Clase se le confiere a la
Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias

Por decisión del Consejo Universitario y cumplidos los requisitos establecidos en el respectivo Reglamento, cuyos Artículos 1º y 2º indican lo siguiente:

Artículo 1: La Orden al Mérito Universitario Dr. Francisco Ochoa es la máxima distinción honorífica que confiere la Universidad del Zulia a las personas e instituciones por los excepcionales méritos en sus labores científicas, culturales y profesionales.

Artículo 2: La Orden al Mérito Universitario Dr. Francisco Ochoa se propone identificar, ponderar, valorar y premiar:

- a.- Aquellas personas e instituciones que se hayan destacado por acciones filantrópicas, científicas, humanísticas, profesionales, sociales, políticas o de cualquier naturaleza que le hayan dado prestigio a la Universidad del Zulia.
- b.- La labor realizada por insignes científicos, tratadistas, estadistas, por ser referencia de particular notoriedad e influencia en los programas curriculares y de investigación, por los aportes en el desarrollo y establecimiento de nuevos enfoques en la ciencia, educación y cultura.-

En Maracaibo al primer día del mes de octubre de dos mil once. Años: 201º y 152º.-

Dr. Jorge Valencia Piña
Rector



Dra. Marlene Primera Galué
Secretaria

REVISTA CIENTÍFICA

REVISTA INTERNACIONAL ARBITRADA DEDICADA A LA DIVULGACIÓN DE INVESTIGACIONES ORIGINALES EN EL ÁREA AGROPECUARIA

Vol.XXX (1)

2020

Pág.

EDITORIAL

6

Produccion Animal/Animal Production:

TECHNICAL EFFICIENCY IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS WITH RUMINANTS: A
SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS APPROACH

**EFICIENCIA TÉCNICA EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON RUMIANTES: UNA
REVISIÓN SISTEMÁTICA Y UN ENFOQUE DE META-ANÁLISIS.**

Rafaela Dios-Palomares¹, Martiña Morantes^{2*} y David Alcaide-López de Pablo³..... 17

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA PRODUCCIÓN DE OVINOS EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS, CUBA
EXPLORATORY ANALYSIS OF SHEEP PRODUCTION IN THE THE TUNAS MUNICIPALITY, CUBA

Javier Herrera¹ y Oscar Carménate² 19

Medicina Veterinaria / Veterinary Medicine:

EFFECTO DE CRIOPRESERVACIÓN SOBRE LA MORFOMETRÍA DE LA CABEZA ESPERMÁTICA EN
SEMEN DE CAPRINOS

EFFECTS OF CRYOPRESERVATION ON THE SPERMES HEAD MORPHOMETRY IN GOAT SEMEN

Leonardo Hernández-Corredor¹⁻²⁻³, Jorge Rubio-Parada¹⁻²⁻³ y Armando Quintero-Moreno^{1*}..... 27

USO DE LA TÉCNICA DE TINCIÓN GIEMSA MODIFICADA PARA EVALUAR LA INTEGRIDAD
ACROSOMAL EN EPZS DE MAMÍFEROS (NOTA TECNICA)

**USE OF THE MODIFIED GIEMSA STAINING TECHNIQUE TO EVALUATE ACROSOMAL INTEGRITY IN
MAMMALIAN SPERMES (TECHNICAL NOTE)**

Adrian Emmanuel Iglesias-Reyes¹, Jesús Alberto Guevara-González², Osvaldo López-Díaz², Alda
Rocío Ortiz-Muñiz³, Rubén Huerta-Crispín⁴, María de Lourdes Juárez-Mosqueda⁵ y Alejandro Córdova-
Izquierdo^{2*}..... 34

AUMENTO DE LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS PELIBUEY SINCRONIZADAS CON FGA
E INYECCIÓN DE BST Y ECG

**INCREASE OF FERTILITY AND PROLIFICITY IN FGA SYNCHRONIZED PELIBUEY SHEEP, WITH BST
AND ECG INJECTION**

Netzi Naidí Méndez-Palacios¹, Joel Hernández-Cerón², Néstor Méndez-Palacios¹, Felicitas Vázquez-
Flores¹, Maximino Méndez-Mendoza¹ y Alejandro Córdova-Izquierdo^{3*}..... 38

Vida Silvestre / Wild Life:

USE OF BIOFLOC TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF THE *Colossoma macropomum* x *Piaractus*
brachypomus HYBRID WITH A LOW PROTEIN DIET

**UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE BIOFLOC EN LA PRODUCCIÓN DEL HÍBRIDO DE *Colossoma*
macropomum X *Piaractus brachypomus*, CON UNA DIETA BAJA EN PROTEÍNA**

José Gregorio Rodríguez¹, Zuhelen Cristina Valencia² and Germán Antonio Poleo^{3*} 42

EDITORIAL

Durante el cierre del año 2019 las empresas, instituciones, institutos, centros y particulares realizaban un balance de sus logros, cumplimientos de objetivo y metas, a la vez que visualizaban y preparaban sus proyecciones para el venidero 2020.

Algunos especialistas vaticinaban el 2020 como un “año de inicio de nuevas energías, de equilibrio, de buscar un perfecto balance haciendo cambios radicales”.

Culminado el primer trimestre de 2020 se puede decir sin lugar a dudas que el año 2020 marcará una nueva era en la historia del mundo. Una nueva pandemia que azota a todo el planeta y causa estragos en todos los ámbitos del quehacer cotidiano, paralizando con creces casi toda actividad educativa, cultural, comercial e industrial. La humanidad ha tenido que someterse a un confinamiento y distanciamiento social a fin de resguardar su vida.

SARS-CoV2 (en inglés, Severe Acute Respiratory Syndrome coronavirus 2), el nuevo virus que se manifestó, descubrió y aisló por primera vez en Wuhan, China, es el responsable de la COVID-19 (en inglés Coronavirus Disease 2019). Desde entonces, este virus se constituye en el nuevo reto de biólogos moleculares, médicos, virólogos, inmunólogos, epidemiólogos y todo aquel profesional dedicado a la investigación científica relacionada al mecanismo de acción del virus, el curso y entorno de la enfermedad.

A la fecha, reconocidos institutos de investigación de las universidades de todo el mundo, hacen sus mayores esfuerzos en plasmar en el menor tiempo, la historia y evolución de este virus en artículos científicos que contribuirán a superar esta pandemia. A pesar de las limitaciones que se imponen con la cuarentena y el distanciamiento social, la Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de La Universidad del Zulia, sigue comprometida en el recibimiento, evaluación y publicación de los productos científicos generados por los investigadores de la localidad, el país e internacionales.

La Revista Científica-FCV enaltece la ardua labor que siguen llevando a cabo los investigadores en las áreas de Ciencias Veterinarias, así como la de las autoridades, personal docente y administrativo de esta dependencia académica quienes contribuyen día a día a mantener la calidad y posicionamiento de la Revista Científica en los diferentes índices editoriales del mundo

La pandemia causada por este nuevo Coronavirus está cobrando miles de vidas humanas a nivel mundial, pero también está sembrando millones de enseñanzas y reflexiones en la forma como el hombre ha venido desarrollando su vida sobre el planeta y en la forma de aprovechar y potenciar las funcionalidades que nos ofrecen las Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación (NTIC's) en el avance y continuidad de la investigación y el conocimiento científico.

*Profesora Titular FCV-LUZ Dra. Evelin Rojas
Profesora Titular FCV-LUZ*

TECHNICAL EFFICIENCY IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS WITH RUMINANTS: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS APPROACH

EFICIENCIA TÉCNICA EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON RUMIANTES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y UN ENFOQUE DE META-ANÁLISIS.

Rafaela Díos-Palomares¹, Martiña Morantes^{2} y David Alcaide-López de Pablo³*

¹ETSIAM. Universidad de Córdoba. España. ²Instituto – Departamento de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. *Email: mymorantes@gmail.com. ³Departamento de Matemática, Estadística e Investigación Operativa. Universidad de La Laguna. España.

ABSTRACT

This paper provides the results of a systematic research and a meta-analysis performed with studies published around the world about technical efficiency in production systems (PS) with ruminants, covering the period of years 1993–2015 and all the geographical areas in the world. From the total of studies collected, 58 were extracted. The overall estimate found was 81.85 %, lying into a 95 % confidence interval defined by the limits 79.23 and 84.48 %. The meta-regression analysis conducted supports as heterogeneity factors in the efficiency studies the following variables: sample size, approach, methodology, orientation, continent, and PS. Dairy cattle and beef cattle showed the highest levels of efficiency. The results obtained indicate that this economic sector could improve its efficiency reducing the consumption of resources around 15 % in overexploited systems, or by increasing the production about 23.6 % in PS with limited resources.

Key words: Ruminant production system; meta-analysis; meta-regression; technical efficiency; sources of heterogeneity

RESUMEN

Este trabajo proporciona los resultados de una investigación sistemática y un meta-análisis realizado con estudios publicados en todo el mundo sobre eficiencia técnica en sistemas de producción (SP) con rumiantes, cubriendo el período de años 1993–2015 y todas las áreas geográficas del mundo. Del total de estudios considerados, 58 fueron seleccionados. La estimación encontrada fue 81,85 %, incluida en un intervalo de confianza al 95 % definido por los límites 79,23 y 84,48 %. La meta-regresión realizada señala como factores de heterogeneidad en los estudios de eficiencia a las siguientes variables: tamaño muestral, enfoque, metodología, orientación, continente, y SP. Los SP de leche y carne mostraron los mayores niveles de eficiencia. Los resultados obtenidos indican que este sector económico podría mejorar su eficiencia reduciendo el consumo de recursos en torno a un 15 % en sistemas sobreexplotados, o incrementando la producción en un 23,6 % en SP con recursos limitados.

Palabras clave: Sistemas de producción con rumiantes; meta-análisis; meta-regresión; eficiencia técnica; fuentes de heterogeneidad

INTRODUCTION

This paper deals with the assessment of technical efficiency (TE) in production systems (PS) with ruminants *Ovis aries*, *Capra hircus*, *Bos indicus*, *Bos taurus* around the world. This issue has been extensively researched until today and a large amount of specific and scientific literature has been published. A meta-analysis (MA) is also performed to condense the published results.

During the last decades, the livestock economic sector has been deeply transformed and it is today still in evolution. The world areas with faster growing economies have experienced an increasing demand of all types of food derived from the animals.

Technology innovations and structural changes in this economic sector have contributed to a substantial increasing of the production of the livestock systems (LS). In the years (y) 1961–2014, the Food and Agriculture Organization of the United State [30] data showed that the world mean number of heads of livestock integrated in PS was 1,370.59 million.

Livestock PS provide the 40% of the value of the total agricultural-world production, and support the living means and food safety of almost 1,300 million people. The world production of meat coming from cattle (*Bos indicus*), sheep (*Ovis aries*), and goat (*Capra hircus*), has grown from 33.71 million metric tonnes (MMT) in 1961 to 77.94 MMT in 2013. The milk production has been increased from 325.69 MMT in 1961 to 663.68 MMT in 2013 [30].

The growing and transformation of this crucial economic sector make easier the agricultural development, the food safety and the poverty reduction. In many developing countries, LS are a multifunctional activity. However, million people in rural areas still continue to grow up livestock with traditional PS, which support their way of living and the food safety of their families. Therefore, all the efforts, directed towards improving efficiency and productivity, are welcome.

These systems produce milk and/or meat and require resource consumption. These resources are labour, equipment, ground, infrastructure, livestock and capital. TE analyses compare the firms of this economic sector. TE level of each firm was obtained, useful information about which inputs could be reduced and their reduction percentages was also found, this implies a reduction of the resource consumption and an increase in production. Relevant factors involved in the efficiency were also detected.

The survey provided by the present paper becomes interesting because it offers an opportunity to draw, from the large amount of studies considered, a general conclusion regarding the efficiency levels of the PS with ruminants around the world, it also provides relevant information to detect the inefficiency reasons. Moreover, the application of the MA methodology to the estimations reported by the different studies lends support for estimating the overall efficiency considering the variance of each one of such estimations.

The studies published examine PS with different characteristics. Therefore, production technology (PT) was not homogeneous. In

the present systematic bibliographical review a large dispersion of the efficiency estimates, varying from 50 to 99 % was found. As regards the temporal aspects of the studies, two options have been considered; Cross Sectional (CS) refers to a sample of n enterprises in a given season, for example, in one y. On the other hand, Panel Data (PD) analyses refer to studies of n enterprises during T periods of time. Sample size could also influence the assessed efficiency levels.

The PT available, weather conditions, and the cultural characteristics of the diverse world areas were different, and they could influence the efficiency level of the decision making units (DMUs). The studies surveyed cover a wide geographical region, in the five continents.

The applied efficiency analysis methods, stochastic frontier methods [11] or non-parametric [9, 22], and the orientation approach, can also incorporate heterogeneity.

Nevertheless, the comparison of the efficiency among the PS (dairy cattle, beef cattle, dual purpose (DP) cattle, small ruminant, or mixed) stimulates this research. As different technologies are applied to the contrasting PS, overall estimates of the efficiency and the reasons of the efficiency levels achieved must be studied separately.

Therefore, it is very compelling to determine whether there is heterogeneity among the varied efficiency studies separately conducted on these PS. On this basis, overall efficiency was assessed for each homogeneous group to get conclusions and make decisions for correcting the inefficiency.

MA methodology allows the analysis of a set of previously published studies and assesses a measure to condense them [14]. This methodology has been mainly applied to medical research.

There are MA studies about the prevalence of diseases [8], where a measure to summarize all the previously published studies of the same disease is estimated. In addition, meta-regression (MR) was applied to better analyze the influence on the objective variable, i.e., the prevalence, of the different heterogeneity sources [7]. This method applies a non-conventional regression model that considers the precision of each observation [14, 67] provide a solid methodological basis on this matter, and Veroniki *et al.* [74] present a very interesting survey of the available methods and software developed concerning these issues.

Regarding the applications to economic matters, Knell and Stix [48] used meta-analytic (MA) methods to investigate possible sources for the large variation in empirical findings about the income elasticity of money demand. Longhi *et al.* [51] performed a MA assessment of the effect of immigration on wages. Bom and Ligthart [13] also used MR analysis in their research on the private output elasticity of public capital.

As far as it known, in the analysis of TE there are no studies where MA has been applied. In the papers of Bravo-Ureta *et al.* [15], Moreira and Bravo-Ureta [58], and Thiam *et al.* [71], a regression model is used to determine factors of influence on the TE of the agricultural sector based on the results of previous

studies.

The aim of this study was to carry out a systematic and quantitative review of TE in PS ruminants, to provide the joint estimate of TE and to examine the consistency of these estimates between published studies, which will provide useful information for making appropriate decisions to improve efficiency.

MATERIALS AND METHODS

This paper is based on previous papers, where the TE of livestock PS was estimated. A systematic literature search was performed and different sources of variation are pointed out. After the literature search, a MA using the method of DerSimonian and Laird [26] was conducted to estimate the overall efficiency. Heterogeneity was also tested by MR.

Literature search

MA of already published studies requires an effort of searching and organizing the existing literature. This paper provides a systematic literature search using the Internet, the University Library services, and the data bases of the JCR (Journal Citation Report index) and other prestigious indexes. The search performed includes the studies collected in papers published in the important scientific journals covering the period of 1993–2015.

Variables

The sources of variation related to the efficiency analysis pointed out by this paper were the following: sample size, PS, continent, approach, methodology and orientation. In the MA conducted in this paper, it was needed to know the mean efficiency and the standard deviation. Therefore, from the total of 99 papers containing 223 studies collected, eventually 58 studies were extracted for the MA and MR studies. These 58 studies were classified into several categories according to the different values of the sources of variation. The values of the PS considered were dairy cattle, beef cattle, small ruminants, DP cattle and mix. Regarding the continent the values were Europe, America and rest of the world. The categories of the approach were cross sectional and panel data. Finally, the categories for the methodology were no parametric and stochastic studies, while the analyses were classified according to the orientation into input oriented and output oriented studies.

TABLE I condenses the different sources of variation considered and their categories. Frequencies and percentages over the 58 studies finally selected were also included in TABLE I.

Meta-analysis

The present work develops a MA under the random-effects model. The random-effects model proposed by DerSimonian and Laird [26] has been applied.

As a result of the MA conducted, for each group of studies it was assessed:

1. Overall efficiency of the whole set of firms included into the group.

TABLE I
CHARACTERISTIC VARIABLES FOR THE META-ANALYSIS AND META-REGRESSION ANALYSES

Variable	Categories	Frequency	Percentage
Approach	Panel Data	19	32.8
	Cross Sectional	39	67.2
Methodology	Stochastic	23	39.7
	No parametric	35	60.3
Orientation	Output	36	62.1
	Input	22	37.9
Continent	Europe	21	36.2
	America	21	36.2
	Rest of the world: Africa, Asia and Oceania	16	27.6
Production System	Dairy cattle	37	63.79
	Beef cattle	7	12.07
	Small ruminants, dual purpose cattle and mix	14	24.14

2. Measures for heterogeneity detection.
3. Pictures called “Forest Plot”, which show the variance of each single study and the global variance.

Let Y be the value of the estimated mean efficiency for each study, and let $se(Y)$ be the value of its standard deviation. Then, regarding the random-effects model, and for the sake of estimate the overall efficiency, the weights were given by

$$w_i^* = \frac{1}{se(Y_i)^2 + \hat{\tau}^2}, \text{ being the between-study variance, } \tau^2.$$

Thus, the pooled efficiency was given by $Y_{DL} = \frac{\sum w_i^* Y_i}{\sum w_i^*}$, and

$$se(Y_{DL}) = \frac{1}{\sqrt{\sum w_i^*}}$$

Therefore, firstly, it was necessary to estimate τ^2 , which was based on the value of the Cochran's Q statistics. And then the heterogeneity measures were initially calculated.

Heterogeneity was analyzed with the Cochran's Q statistics and the value I^2 of Higgins [43, 44].

For the computation of Q , it was assigned a weight for each

value of Y . This weight was $w_i = \frac{1}{se(Y_i)^2}$. And then the value of

$$Q \text{ was given by } Q = \sum_{i=1}^n w_i Y_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i Y_i\right)^2}{\sum_{i=1}^n w_i}.$$

The value I^2 of Higgins was then estimated with $I^2 = \frac{Q-df}{Q} \times 100\%$, being Q the Cochran's Q , and $df = n - 1$ the degrees of freedom, where n was the number of studies. The estimate of the between-

$$\text{study variance, } \tau^2, \text{ was given by } \tau^2 = \max \left\{ \frac{Q-(n-1)}{\sum w_i - \frac{(\sum w_i)^2}{\sum w_i}}, 0 \right\}.$$

In addition to the heterogeneity test, a meta-regression was needed for an accurate identification of the sources of heterogeneity.

Forest plot

In each Forest Plot (FIGS. 1, 2 and 3), each horizontal entry describes the results from a single study. The study number, the efficiency estimate ("te" column), the standard deviation ("sd" column) and the weight assigned to the study were also reported. The length of the horizontal line represents the 95 % confidence interval (CI) for the efficiency for the individual study.

In the plots, the center of the circle marks the efficiency estimate for the study, and the area of such circle was proportional to the weight assigned to such study. The vertical dashed line in these pictures indicates the overall efficiency for the studies included in each specific group.

Meta-regression

Meta-regression aims to investigate whether heterogeneity among results of multiple studies was related to specific characteristics of the studies. With this purpose, a regression model was estimated where the variable of interest was the TE of each study Y_i , and the explanatory variables were the factors which could influence the lack of homogeneity of the studies.

These are: sample size, temporal aspects, applied method, orientation approach, zone, and PS. All these explanatory variables were categorical except sample size. Temporal Aspect factor includes a coded variable which considers Cross Sectional Approach and omits Panel Data.

About Orientation Approach, Output orientation was omitted; about Zone the omitted value was Europe group; and, finally, regarding PS, the omitted value was Dairy System.

Meta-regression model differs from general lineal models usually applied, mainly because it estimates with methods which utilize not only the value of the variable of interest (Y_i), but also its standard deviation (Y_i).

The proportion of the between-study variance explained by the

covariates (adjusted R -squared) was $R_a^2 = \frac{\hat{\tau}_0^2 - \hat{\tau}^2}{\hat{\tau}_0^2}$, where $\hat{\tau}^2$ and $\hat{\tau}_0^2$ were the estimates of the between-study variance in models with and without the covariates, respectively.

Once τ^2 has been estimated, the estimated coefficients, $\hat{\beta}_{j,j} = 1, \dots, k$, were obtained by a weighted least-squares regression

of Y on X with the weights $w_i^* = \frac{1}{se(Y_i)^2 + \hat{\tau}^2}$. The estimate of

the variance-covariance matrix of coefficients is $(X' \hat{V}^{-1} X)^{-1}$,

where $\hat{V} = \text{diag}(\sigma_1^2 + \hat{\tau}^2, \sigma_2^2 + \hat{\tau}^2, \dots, \sigma_n^2 + \hat{\tau}^2)$. A statistical test for evidence of effect of a particular covariate was available

$$t_j = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)}, j = 1, \dots, k.$$

via a Wald test using the statistic t_j , $j = 1, \dots, k$. If the value of this statistic was not significantly different from 0, then the corresponding variable does not generate heterogeneity in the MA. After the identification of the heterogeneity sources with the MR, a MA was carried out for each homogeneous group.

Therefore, separate MA was developed for the orientation groups: output and input oriented. And also for the three diverse groups regarding the PS: dairy cattle, beef cattle, and the rest. The specific software for MA included in the Stata package [68] has been used for applying the methodology [62].

RESULTS AND DISCUSSION

Efficiency and its characteristic parameters on the basis of the published studies

The efficiency levels of the PS with ruminants have been obtained firstly from the results and conclusions reported by the 58 published studies and this paper was also a survey of them.

TABLE II shows the main characteristics of the 58 studies included in the MA, with the corresponding Forest Plot shown in FIGS. 1, 2 and 3.

The mean value of the efficiency indexes estimated was 77.24 % with standard deviation of 11.48, and all the estimates lie between the values 50.10 and 99.23.

On the other hand, it was also observed a great variability of the sample size of the different studies selected.

This variability lies from studies with a sample size of 21 decision making units to studies with a sample size of 3,351 units. The mean of decision making units considered in the studies selected was 285.69 units with a standard deviation of 512.59 units.

TABLE II
MAIN CHARACTERISTICS OF THE CONSIDERED STUDIES

Author	PS	Zone	Sample	Approach	Method	Orientation	Efficiency	Standard Deviation
[1]	Dairy	Asia	66	CD	Stochastic	Output	78	14
[2]	Dairy	Europe	74	PD	Stochastic	Output	86.5	5.2
[2]	Dairy	Europe	86	PD	Stochastic	Output	93.1	3.1
[4]	Dairy	C-S America	35	CD	N-Param	Output	78.2	13
[5]	Dairy	C-S America	21	PD	N-Param	Input	93.2	10
[6]	SR	C-S America	40	CD	N-Param	Input	77	19
[6]	SR	C-S America	40	CD	N-Param	Output	74	21
[10]	Dairy	Europe	38	CD	N-Param	Input	67	19
[12]	Mix	Africa	252	CD	Stochastic	Output	61.61	23.28
[16]	Dairy	C-S America	147	PD	Stochastic	Output	81.1	10.9
[17]	Dairy	N-America	3351	PD	Stochastic	Output	92	12
[18]	Dairy	N-America	273	CD	Stochastic	Output	88	8
[19]	Dairy	C-S America	875	CD	Stochastic	Output	82.58	8.03
[20]	Beef	Europe	50	CD	N-Param	Output	73.5	21.67
[21]	Dairy	N-America	1593	CD	N-Param	Input	57.7	18
[23]	Dairy	N-America	1151	PD	Stochastic	Output	90	5.6
[24]	Dairy	Africa	34	CD	N-Param	Input	95.1	35.1
[25]	Dairy	Asia	100	CD	N-Param	Input	59	24
[27]	Mix	Europe	112	CD	N-Param	Output	74.17	17.6
[29]	Mix	C-S America	53	CD	N-Param	Output	68.8	26.2
[31]	Dairy	Oceania	50	PD	N-Param	Input	85.5	11.9
[31]	Dairy	Oceania	50	PD	N-Param	Output	89	11
[32]	DP	C-S America	71	CD	N-Param	Input	59.76	23.25
[32]	DP	C-S America	71	CD	N-Param	Output	72.23	23.9
[33]	Mix	Europe	69	CD	N-Param	Input	70	21.1
[35]	Beef	C-S America	648	CD	Stochastic	Output	53.44	20.4
[35]	Beef	C-S America	305	CD	Stochastic	Output	99.23	1.0
[36]	Beef	Asia	70	CD	N-Param	Input	67.66	24.34
[37]	Dairy	Europe	507	PD	N-Param	Output	85.4	16.4
[38]	Dairy	Europe	209	PD	N-Param	Input	87.7	12.3
[39]	Dairy	Europe	507	PD	N-Param	Input	86.5	14.8
[40]	Dairy	Europe	361	PD	N-Param	Input	71	14.7
[41]	Dairy	Asia	58	CD	Stochastic	Output	76	12.3
[41]	Dairy	Asia	58	CD	Stochastic	Output	86	14.7
[42]	Dairy	C-S America	30	PD	N-Param	Output	69	13
[45]	Mix	Africa	252	CD	N-Param	Input	50.1	21.2
[46]	Dairy	Oceania	264	CD	N-Param	Input	83	14
[47]	Dairy	Europe	190	CD	N-Param	Input	78.51	17.82
[49]	Dairy	Europe	187	PD	Stochastic	Input	68	3
[50]	Dairy	Europe	230	PD	Stochastic	Output	79.6	6.2
[52]	Beef	Europe	381	PD	N-Param	Input	75	10

[53]	Dairy	Europe	1212	PD	Stochastic	Output	86	5
[54]	SR	Europe	61	CD	N-Param	Input	64.2	22.6
[55]	Beef	Africa	90	CD	Stochastic	Output	91	8
[56]	SR	Europe	137	CD	N-Param	Output	83	13
[58]	Dairy	C-S America	92	PD	Stochastic	Output	81.1	10.9
[59]	Dairy	Africa	39	CD	Stochastic	Output	79.3	15.4
[60]	Dairy	N-America	103	PD	Stochastic	Output	68.2	11.4
[61]	Beef	Africa	66	CD	Stochastic	Output	76.3	9.9
[63]	DP	C-S America	83	CD	N-Param	Output	79.01	17.59
[65]	Dairy	Europe	200	CD	N-Param	Input	82.9	2.3
[65]	Dairy	Europe	200	CD	N-Param	Output	82.9	2.2
[66]	Dairy	Europe	122	CD	N-Param	Input	66.4	15.4
[69]	Dairy	N-America	395	CD	N-Param	Input	74	15
[72]	SR	Europe	31	CD	Stochastic	Output	66.7	17.9
[73]	DP	C-S America	144	CD	N-Param	Output	54	20
[75]	Dairy	Oceania	315	CD	N-Param	Output	85.98	10.96
[75]	Dairy	Oceania	315	CD	Stochastic	Output	96	11.83

PS: Production systems, SR: Small ruminant, DP: Dual purpose cattle, C-S: Centro-South, N: North, CD: Cross Sectional, PD: Panel Data, N-Param: Non parametric

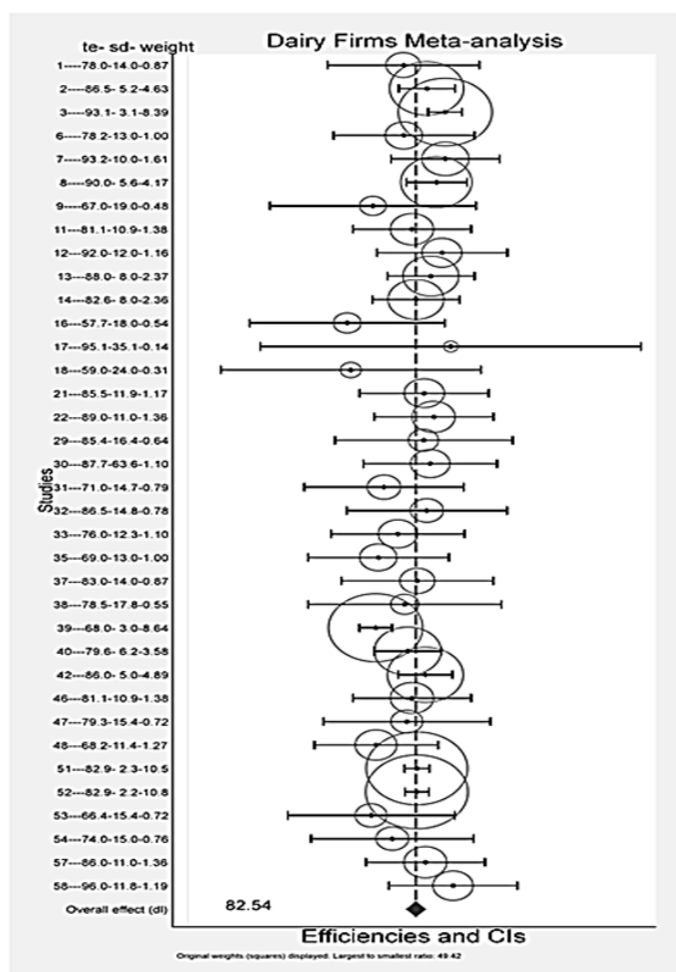


FIGURE 1. FOREST PLOT OF THE DAIRY CATTLE PRODUCTION SYSTEM, EFFICIENCIES, WEIGHTS AND OVERALL EFFICIENCY

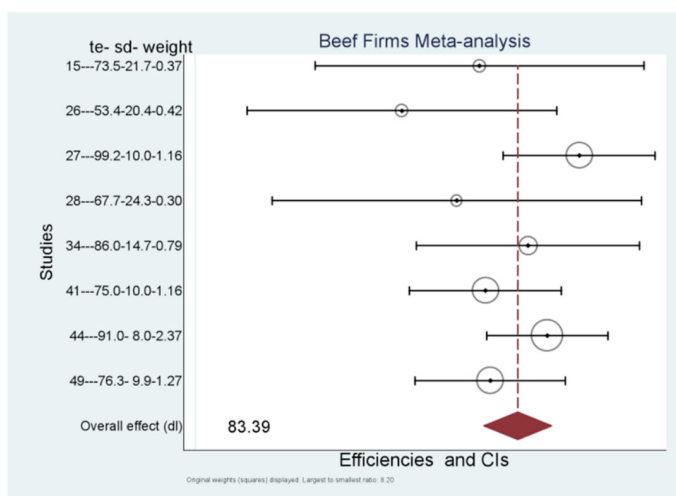


FIGURE 2. FOREST PLOT OF THE BEEF CATTLE PRODUCTION SYSTEMS, EFFICIENCIES, WEIGHTS AND OVERALL EFFICIENCY

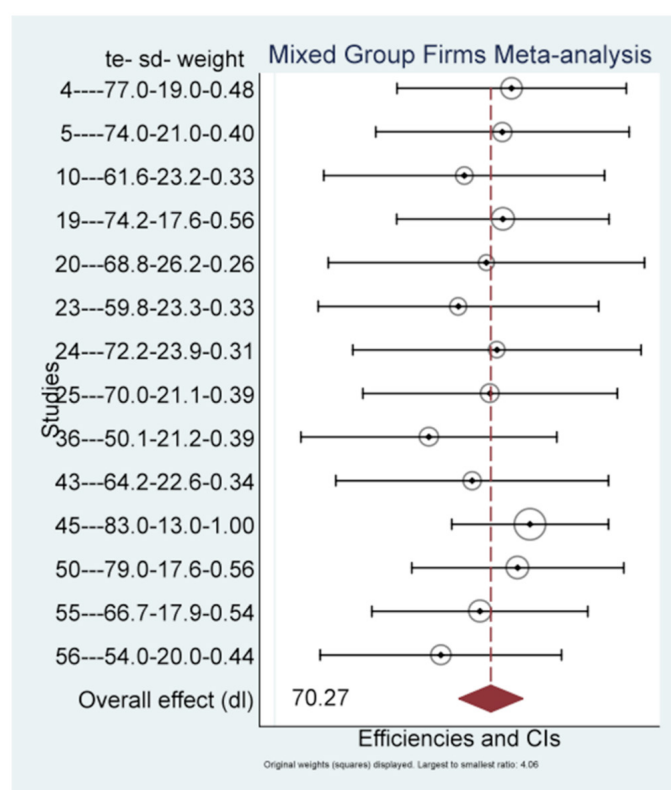


FIGURE 3. FOREST PLOT OF THE SMALL RUMINANTS, DUAL PURPOSE CATTLE AND MIX PRODUCTION SYSTEMS, EFFICIENCIES, WEIGHTS AND OVERALL EFFICIENCY

Efficiency in dairy production systems

The mean value of the efficiency reported by the considered studies dealing with milk (dairy cattle) is 80.8 % with a minimum of 57.7 % and a maximum of 96 %. The management strategies and best-practices concerning health, feed and animal reproduction show positive influence on efficiency [23, 25, 31, 59, 75]. Farmer's decisions of analyzing forage and cereal fodder, in feeding portions for milk cows were relevant for the efficiency [4, 5, 39]. In milk farms of Wisconsin, the intensification of the systems improves the TE [18], and the farmers on the efficiency frontier had a relatively higher milk production, milk production per cow, and land surface [24, 66]. In addition, Álvarez-Pinilla and del Corral [2] have found that the intensive livestock farms were more efficient and productive than the extensive ones, in South America the least efficient farms were operating at a sub-optimal size [16]. Others studied the effect of the quota system and subsidy [49, 50].

Other papers considered the environmental impact. They concluded that the firms, with a more efficient use of the inputs, reduce their greenhouse gas emissions for each liter of milk [3, 65]. On the other hand, Mukherjee *et al.* [60] deduced that the global warming could increase the heat stress of the animals, and the milk production was affected.

Hansson *et al.* [40] analyzed with logistic regression the effects of mastitis prevention measures. Their results show that taking actions, as contact a vet and perform hygiene general test routines, led every firm to increase significantly its probability to be totally efficient. In addition, Barnes *et al.* [10] concluded that the farmers must try to reduce the laminitis below the 10% level for an efficient use of the resources. Studies showed that several farmers characteristics as agriculture training, household labor, farm management experience, study group participation, the help of advisers as important information sources, and accounting control, aid considerably for improving the farm TE [17, 19, 21, 37, 69]. Hazneci and Ceyhan [41] proposed new strategies such as providing better agricultural extension services and farmer training programs to increase the educational level of farmers, and providing farmers with the opportunity of accessing loan to enhance their technical efficiency.

The research of Hansson [38] in dairy cattle systems in Sweden deduced that greater farms were technically better regarding the use of their inputs. The management of the herd influences the quality of the produced milk, and quality improvements lead to quantity reduction. In Turkey, the results illustrate that animals with high genetic quality must be numbered in the herds [1, 42, 47].

Efficiency in beef production systems

The mean value of the reported efficiency of the beef cattle studies was 76.59 %, the minimum value was 53.44 % and the maximum 99.23 %.

Under the approach of input saving, several farms in Sweden and Brazil were analysed. As a result, the most efficient farms were farms which involve all the actions of breeding, rearing and fattening livestock [52]. Castillo-Quero [20] deals with the farms in Spanish pasture. It concludes that intensification, measured by stocking density and mechanization index, influences the efficiency. Similar results were proposed in feedlot systems, where in a smaller area of the field could lead to a better TE [36].

Gatti *et al.* [35], in beef systems cattle in Argentina, compared different areas of La Pampa, grouping them on the basis of partial productivity indexes. They pointed out significantly differences in efficiency among these areas, mainly due to several characteristics as the existence of electric lighting, artificial insemination, contribution of technical advisers, and supplementary food. A similar approach was applied in Kenya by Otieno *et al.* [61], regarding pastoralism systems, agrarian grazing and ranches. They found out differences of efficiency due to native breeds, mating control, specialization, age, and presence farmer. Mlote [55] in Tanzania pointed out the socio-economic determinants of the respondents' technical efficiency were age, education, experience, extension services and ethnicity.

Efficiency in small ruminant, DP cattle, and mixed production systems

The mean value of efficiency reported in the studies of these livestock PS is 68.18 %. The minimum value was 50.10 % and the maximum is 83 %.

Most of these small-ruminant systems were characterized by a high dependency from the pastureland, and from the restricted access to suitable resources and production methods. These were significant structural limitations, nevertheless, the ovine and goat production was still a matter of the greatest importance to economic, environmental and social issues in Mediterranean Countries [28].

In several Countries, as Syria and Greece, the traditional systems have been studied by Shomo *et al.* [64]. These systems have been classified on the basis of livestock and people movements, and regarding the use of natural resources. The sedentary PS was the most efficient, and the migratory one the less efficient. The main reasons of inefficiency were a high abortion rate, low fertility, high lamb mortality, and the long distances to water sources and markets. Other results indicated that the European Union subsidies have a significant impact in the technical efficiency of farms with low levels of efficiency and small size. In ovine farms in Chios, Greece, it has been observed that big size farms are positively correlated with technical efficiency. These results showed that the farms could be associated in order to achieve an optimal size and increase their production. The estimation of the scale efficiency shows that scale economies could be profitable for productivity [46, 53, 70]. Arzubi *et al.* [6] concludes that the specialized systems in ovine-wool and ovine-meat production have more technical and economic efficiency than the mixed systems.

The efficient and sustainable managements were compared in the region of Villuerca-Ibores (Spain). It was observed that the big farms devoted to both sheep and goat flocks, and which were not in the Protected Designation of Origin, were the most sustainable and, in several issues, the most efficient [54]. In addition, they deduce that, for improving the competitiveness of the less efficient farms, supplementary food and an increasing of the production capacity of the sheep were required. This conclusion coincides with the results of the research of Morantes [56], Morantes *et al.* [57] and Toro-Mujica *et al.* [72] where the ovine production in Castilla-La Mancha (Spain) was studied, and the management and productivity levels were related. As a result, if the functions of organization, planning, direction and control were well performed in the farm, the farm was more efficient. Regarding this result, it is also possible to mention the paper of Gaspar *et al.* [34], who pointed out that the economic results in the ovine farms in the Spanish pastureland were connected with the labour management of the owners of the farms.

Urdaneta *et al.* [73] deal with DP cattle in Venezuela. Their results showed different efficiencies among agro-economic zones, and that the supplementary food has a determinate effect in these livestock, and Peña [63] pointed out the managerial performance of farmers. Gamarra [32] studied DP cattle in Colombia. The use of organic fertilizers and insecticides (ha), and the livestock density (animals/ha) were factors which affect efficiency.

A crucial aspect in mixed systems was the definition of the outputs. The high heterogeneity of the produced outputs helps the different authors to unify the measure units with monetary or weight units [27, 29]. The papers of Hussein [45] and Beshir *et al.* [12] coincide with the conclusion that the implementation of new technologies was a determinate factor in the efficiency of these

TABLE III
META-REGRESSION RESULTS

Explanatory variable	Coefficient	Standard error	T (statistic)	p-value ($P> t $)
Sample size	-0.004	0.009	-0.43	0.673
Approach Cross Sectional	0.978	3.928	0.25	0.804
Methodology N-Parametric	-2.432	3.914	-0.62	0.537
Orientation Input	8.854	3.730	2.37	0.022
America	-0.250	3.633	-0.07	0.945
Rest	-0.278	4.675	-0.06	0.953
Beef cattle	0.575	5.369	0.11	0.915
Mix	-13.389	6.189	-2.16	0.035
Constant	70.885	8.596	8.25	0.000

systems.

Gaspar *et al.* [33], in their research of the farms of the Spanish pasture, study the effect of the funding coming from the Common Agricultural Policy (CAP) of the European Union. The farms with pigs (*Sus scrofa domesticus*) were the most efficient. It has been suggested that several modification in the livestock density should be performed, in order to use suitably the natural resources to achieve better efficiency levels in the farms of the pasture.

Efficiency with meta-analysis

The total efficiency mean was 77.24, which does not take into account the accuracy of the computation of the different estimates.

The overall efficiency, found out by the MA of all the 58 studies, is 81.85 with a 95 % CI defined by the extremes 79.23 and 84.48. The Forest Plot of the whole sample was not presented due to space reasons and because it would provide redundant information (FIGS. 1, 2 and 3). These three pictures, respectively, illustrate the Forest Plots of the separate MA for the three groups of PS considered: dairy cattle, beef cattle, and mixed group. The information of each study does not changed and it keeps invariant when the study was taken into an overall sample or into a specific group of studies MA. For instance, the information of the study number 1 shown in FIG. 1 (dairy firms MA) was just the same of the information of such study number 1 in an overall sample MA.

Heterogeneity was also analyzed with the Q-Cochran test. The Cochran's Q was 67.74 with $P = 0.156$. Another heterogeneity measures were given by I^2 , with a value of 15.86, and τ^2 , which is equal to 11.83. Therefore, for better understanding the heterogeneity reasons, a MR analysis was applied. To perform the MR, the variable to be explained was the efficiency (with its standard deviation S.D.), and the explanatory variables were the sources of heterogeneity.

The MR results were condensed in TABLE III with τ^2 equal to 20.01. These results show that two explanatory *orientation* (O) and PS variables were significant, in addition to the constant, with a significance level of $\alpha < 0.05$. As regards O, the value of the coefficient of the explanatory variable was 8.85 with positive sign. It suggests that the efficiency of the input oriented studies was around 8.85 % larger than the output oriented studies (default

category).

Regarding PA, it was significant the coefficient of the set of mix PS. This mix PS group comprises small ruminants, DP and mix. These PS showed an efficiency level around 13.38 % lower than the efficiency levels of dairy cattle PS (default category). The MR results proved that O and PS were sources of heterogeneity, additional separate MA of the different groups were performed.

Firstly, the overall efficiency of the groups studied separately by their PS (i.e., dairy firms, beef firms and mixed group firms) was estimated with the corresponding MA. The results of these additional MA were depicted by the Forest Plots (FIGS. 1, 2 and 3).

The overall efficiency for the dairy cattle PS was 82.54 (FIG. 1), in the beef PS 83.39 (FIG. 2) and in the mixed group was 70.27 (FIG. 3). These values lie, respectively, in the 95 % CI defined by the limits 79.34 and 85.73 (dairy cattle, FIG. 1), 74.77 and 92.00 (beef cattle, FIG. 2), and 59.99 and 80.55 (mix group, FIG. 3).

Finally, the overall efficiency of the groups studied separately by their orientation was also estimated with their corresponding additional MA. These two additional MA performed separately by O confirm the previous results provided by the MR. The overall estimated efficiency in *output oriented* studies (76.39, lying in a 95 % CI with limits 71.35 and 81.44) was lower than the overall efficiency of *input oriented* studies (84.9, lying in a 95 % CI with limits 82.52 and 87.44).

As a result of the performed MA of the whole sample, the overall efficiency of the sector was estimated to be 81.85 % with a 95 per cent CI with limits 79.23 and 84.48. This overall efficiency level was large, but it also means that improvement strategies could be implemented to enhance efficiency between 15.5 and 21 % in some of the two directions: increasing production or decreasing resource consumption. Besides, by comparing the overall efficiency estimated by the MA (81.85), with the sample arithmetic mean (77.24), it could be concluded that this methodology was quite suitable. In fact, the consideration of the accuracy of the efficiency estimates of the different studies leads to modify the overall efficiency estimate, avoiding incorrect and misleading conclusions. The output O studies had lower efficiency than input orientation studies. These results agree with the results obtained

by Bravo-Ureta *et al.* [73].

Improving measures could be taken to achieve better efficiency levels, and these actions must be based on the factors which influence efficiency. These relevant factors pointed out by the varied published papers regarding the different PS are similar.

CONCLUSIONS

The systematic survey conducted has been useful for identifying the determinant factors of the efficiency of the PS analyzed. In addition, it has been the basis for performing a MA. MA and MR provide a well-founded and supported comparison among PS. As a result of this comparison, it was concluded that small ruminant PS were less efficient than dairy or cattle PS.

In summary, the most relevant and crucial aspects to be considered in order to improve efficiency levels in PS with ruminants were the following: management training and more attention must be paid to livestock, particularly looking after their management, health and well-being. It also entails intensifying new technologies usage to achieve the required levels of sustainability.

ACKNOWLEDGEMENTS

Corresponding author research is partially supported by Spanish Government Research Project MTM 2017-84150-P.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- [1] ALEMDAR, T.; BAHADIR, B.; NECAT-OREN, M. Cost and return analysis and technical efficiency of small scale dairy production: a case study for Cukurova Region. **J. Anim. Vet. Advan.** 9: 844–847. 2010.
- [2] ÁLVAREZ-PINILLA, A.; DEL CORRAL-CUERVO, J. Identifying different technologies using a latent class model: extensive versus intensive dairy farms. **Europ. Rev. Agricult. Econom.** 37: 231–250. 2010.
- [3] AREAL, F.J.; TIFFIN, R.; BALCOMBE, K.G. Provision of environmental output within a multi-output distance function approach. **Ecol. Econom.** 78: 47–54. 2012.
- [4] ARZUBI, A.; BERBEL, J. Un análisis no paramétrico de eficiencia en explotaciones lecheras de Argentina. **Estud. Agrosoc. Pesq.** 193: 119–142. 2001.
- [5] ARZUBI, A.; BERBEL, J. Determinación de índices de eficiencia mediante DEA en explotaciones lecheras de Buenos Aires. **Invest. Agrar. Prod. San. Anim.** 17: 103–123. 2002.
- [6] ARZUBI, A.; MC CORMICK, M.; SIMONETTI, L.; LYNCH, G. Análisis de eficiencia técnica y económica de explotaciones ovinas en la provincia de Buenos Aires. **Rev. Asoc. Arg. Econom. Agr.** XI: 115–126. 2009.
- [7] ASHMARE, K.; KRONTVEIT, R.I.; AYELET, G.; SIBHAT, B.; GODFROID, J.; SKJERVE, E. Meta-analysis of Brucella seroprevalence in dairy cattle of Ethiopia. **Trop. Anim. Health Prod.** 46: 1341–1350. 2014.
- [8] BANGAR, Y.C.; SINGH, B.; DOHARE, A.K.; VERMA, M.D. A systematic review and meta-analysis of prevalence of sub-clinical mastitis in dairy cows in India. **Trop. Anim. Health Prod.** 47: 291–297. 2015.
- [9] BANKER, R.; CHARNES, A.; COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Manag. Sci.** 30: 1078–1092. 1984.
- [10] BARNES, A.P.; MORAN, D.; TOPP, K. The scope for regulatory incentives to encourage increased efficiency of input use by farmers. **J. Environm. Manag.** 90: 808–814. 2009.
- [11] BATTESE, G.E. Frontier production functions and technical efficiency: a survey of empirical applications in agricultural economics. **Agricult. Econom.** 7: 185–208. 1992.
- [12] BESHIR, H.; EMANA, B.; KASSA, B.; HAJI, J. Economic efficiency of mixed crop-livestock production system in the north eastern highlands of Ethiopia: the stochastic frontier approach. **J. Agricult. Econom. Develop.** 1: 10–20. 2012.
- [13] BOM, P.R.D.; LIGTHART, J.E. What have we learned from three decades of research on the productivity of public capital? **J. Econom. Surv.** 28: 889–916. 2014.
- [14] BORENSTEIN, M.; HEDGES, L.V.; HIGGINS, J.P.T.; ROTHSTEIN, H. 2. Why perform a meta-analysis. In: **Introduction to meta-analysis**. Wiley, Chichester, UK. Pp. 9–14. 2009.
- [15] BRAVO-URETA, B.E.; SOLÍS, D.; MOREIRA-LOPEZ, V.H.; MARIPANI, J.F.; THIAM, A.; RIVAS, T. Technical efficiency in farming: a meta-regression analysis. **J. Prod. Analys.** 27: 57–72. 2007.
- [16] BRAVO-URETA, B.E.; MOREIRA, V.H.; ARZUBI, A.A.; SCHILDER, E.D.; ÁLVAREZ, J.; MOLINA, C. Technological change and technical efficiency for dairy farms in three countries of South America. **Chilean J. Agricult. Res.** 68: 360–367. 2008.
- [17] BYMA, J.P.; TAUER, L.W. Exploring the role of managerial ability in influencing dairy farm efficiency. **Agricult. Resour. Econom. Rev.** 39: 505–516. 2010.
- [18] CABRERA, V.E.; SOLÍS, D.; DEL CORRAL, J. Determinants of technical efficiency among dairy farms in Wisconsin. **J. Dairy Sci.** 93: 387–393. 2010.
- [19] CAMPANA-NASCIMENTO, A.C.; DE LIMA, J.E.; BRAGA, M.J.; NASCIMENTO, M.; GOMES, A.P. Eficiência técnica da atividade leiteira em Minas Gerais: uma aplicação de regressão quantílica. **Rev. Brasil. Zoot.** 41: 783–789. 2012.
- [20] CASTILLO-QUERO, M. Eficiencia técnica de la producción de vacuno de carne de la dehesa. **Rev. Españ. Estud. Agrosoc. Pesq.** 212: 139–54. 2006.
- [21] CHANG, H.H.; MISHRA, A.K. Does the dairy income loss contract program improve the technical efficiency of US dairy farms?. **J. Dairy Sci.** 94: 2945–2951. 2011.
- [22] CHARNES, A.; COOPER, W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **Europ. J. Operat. Res.** 2: 429–444. 1978.

- [23] CHIDMI, B.; SOLÍS, D.; CABRERA, V.E. Analyzing the sources of technical efficiency among heterogeneous dairy farms: a quantile regression approach. **Anim. Prod.** 13: 99–107. 2011.
- [24] D'HAESE, M.; SPEELMAN, S.; ALARY, V.; TILLARD, E.; D'HAESE, L. Efficiency in dairy production on Reunion Island: dealing with land scarcity. **J. Dairy Sci.** 92: 3676–3683. 2009.
- [25] DAGISTAN, E.; BESIR, K.; GUL, M.; PARLAKAY, O.; GOKSEL-AKPINAR, M. Identifying technical efficiency of dairy cattle management in rural areas through a non-parametric method: a case study for the East Mediterranean in Turkey. **J. Anim. Vet. Advan.** 8: 863–867. 2009.
- [26] DERSIMONIAN, R.; LAIRD, N. Meta-analysis in clinical trials. **Contr. Clin. Trials.** 7: 177–188. 1986.
- [27] DIMARA, E.; PANTZIOS, C.J.; SKURAS, D.; TSEKOURAS, K. The impacts of regulated notions of quality on farm efficiency: A DEA application. **Europ. J. Operat. Res.** 161: 416–431. 2005.
- [28] DUBEUF, J.P.; RUIZ-MORALES, F. de A.; CASTEL-GENIS, J.M. Initiatives and projects to promote the Mediterranean local cheeses and their relations to the development of the livestock systems and activities. **Small Rum. Res.** 93: 65–75. 2010.
- [29] FLORES, J.; ZAMBRANO, C. La eficiencia técnica de explotaciones agrarias mixtas con producción ovina en el Municipio Guanarito, Estado Portuguesa, Venezuela. **Rev. Unellez Cien. Tecnol.** 29: 23–33. 2011.
- [30] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO 2014 databases. On line: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. 22-04-2020.
- [31] FRASER, I.; CORDINA, D. An application of data envelopment analysis to irrigated dairy farms in Northern Victoria, Australia. **Agric. Syst.** 59: 267–282. 1999.
- [32] GAMARRA, J. Eficiencia técnica relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe. En: Documentos de trabajo sobre economía regional. Banco de la República, Centros de Estudios Económicos Regionales (CEER). N. 53. Cartagena de Indias, Colombia. 71 pp. 2004.
- [33] GASPAR, P.; ESCRIBANO, M.; MESÍAS, F.J.; PULIDO, F.; MARTÍNEZ-CARRASCO, F. La eficiencia en explotaciones ganaderas de dehesa: una aproximación DEA al papel de la sostenibilidad y de las subvenciones comunitarias. **Rev. Españ. Estud. Agropec. Pesq.** 215–216: 185–209. 2007.
- [34] GASPAR, P.; ESCRIBANO, M.; MESÍAS, F.J.; RODRIGUEZ DE L, A.; PULIDO, F. Sheep farms in the Spanish rangelands (dehesas): Typologies according to livestock management and economic indicators. **Small Rum. Res.** 74: 52–63. 2008.
- [35] GATTI, N.; LEMA, D.; BRESCIA, V. Brechas tecnológicas, eficiencia y productividad en la ganadería argentina: estimación por metafrontera de producción. Sitio Argentino de Producción Animal, **XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria**. Corrientes 9-11 de octubre, Argentina. Pp. 87–110. 2012.
- [36] GHORBANI, A.; MIRMAHDAVI, S.A.; RAHIMABADI, E. Economic efficiency of Caspian cattle feedlot farms. **Asian J. Anim. Sci.** 3: 25–32. 2009.
- [37] HANSSON, H. How can farmer managerial capacity contribute to improved farm performance? a study of dairy farms in Sweden. **Food Econom. – Act. Agric. Scand.** Section C. 5: 44–61. 2007.
- [38] HANSSON, H. Are larger farms more efficient? A farm level study of the relationships between efficiency and size on specialized dairy farms in Sweden. **Agr. Food. Sci.** 17: 325–337. 2008.
- [39] HANSSON, H.; ÖHLMÉR, B. The effect of operational managerial practices on economic, technical and allocative efficiency at Swedish dairy farms. **Livest. Sci.** 118: 34–43. 2008.
- [40] HANSSON, H.; SZCZENZA-RUNDBERG, M.; NIELSEN, C. Which preventive measures against mastitis can increase the technical efficiency of dairy farms? **Anim.** 5: 632–640. 2011.
- [41] HAZNECI, E.; CEYHAN, V. Measuring the productive efficiency and identifying the inefficiency determinants of dairy farms in Amasya province, Turkey. **J. Agricult. Environm. Sci.** 4: 100–107. 2015.
- [42] HERRERA, J.A.; BARRIOS, G.; FLORES, J.O. Eficiencia técnica en unidades lecheras por medio de análisis envolvente de datos. **Rev. Cub. Cien. Agríc.** 47: 137–142. 2013.
- [43] HIGGINS, J.P.T.; THOMPSON, S.G. Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. **Statist. Med.** 21: 1539–1558. 2002.
- [44] HIGGINS, J.P.T.; THOMPSON, S.G.; DEEKS, J.J.; ALTMAN, D.G. Measuring inconsistency in meta-analysis. **BioMed. J. (BMJ).** 327: 557–560. 2003.
- [45] HUSSEN, H.B. Performance of mixed crop-livestock production system: the Data Envelopment approach. 2011. *Livest. Res. Rur. Develop.* 23 (200). On line: <http://www.lrrd.org/lrrd23/9/besh23200.htm>. 18-10-2018.
- [46] JAFORULLAH, M.; WHITEMAN, J. Scale efficiency in the New Zealand dairy industry: a non-parametric approach. **Austr. J. Agricult. Res. Econom.** 43: 523–541. 1999.
- [47] KELLY, E.; SHALLOO, L.; GEARY, U.; KINSELLA, A.; WALLACE, M. Application of data envelopment analysis to measure technical efficiency on a sample of Irish dairy farms. **Irish J. Agricult. Food Res.** 51: 63–77. 2012.
- [48] KNEEL, M.; STIX, H. The income elasticity of money demand: a meta-analysis of empirical results. **J. Econom. Surv.** 19: 513–533. 2005.
- [49] KOVÁCS, K. Dairy farms efficiency analysis before the quota system abolishment. **Appl. Stud. Agribusiness. Commerc.** 8: 147–157. 2014.

- [50] KUMBHAKAR, S.; TSIONAS, E.; SIPILÄINEN, T. Joint estimation of technology choice and technical efficiency: an application to organic and conventional dairy farming. **J. Product. Analys.** 31: 151–161. 2009.
- [51] LONGHI, S.; NIJKAMP, P.; POOT, J. A meta-analytic assessment of the effect of immigration on wages. **J. Econom. Surv.** 19: 451–477. 2005.
- [52] MANEVSKA-TASEVSKA, G.; HANSSON, H.; RABINOWICZ, E. Input saving possibilities and practices contributing to more efficient beef production in Sweden. **Agricult. Food Sci.** 23: 118–134. 2014.
- [53] MARZEC, J.; PISULEWSKI, A. Technical efficiency measurement of dairy farms in Poland: an application of Bayesian VED model. **Quantit. Method. Econom.** XIV: 78–88. 2013.
- [54] MESÍAS, F.J.; GASPAS, P.; ESCRIBANO, A.; PULIDO, F.; ESCRIBANO, M.; PULIDO, Á.F. Evaluación de la eficiencia en las explotaciones caprinas en zonas de montaña de Extremadura. **7th Workshop APDR, XXXVI Reunión de Estudios Regionales AEER.** Badajoz 17–19 November, Spain. 18 pp. 2010.
- [55] MLOTE, S.N.; MDOE, N.S.Y.; ISINIKA, A.C.; MTENGA, L.A. Estimating technical efficiency of small scale beef cattle fattening in the lake zone in Tanzania. **J. Develop. Agricult. Econom.** 5: 197–207. 2013.
- [56] MORANTES, M. Análisis de la gestión y eficiencia en los sistemas de producción con ovinos en Castilla-La Mancha, España. University of Córdoba. Córdoba, Spain. PhD Thesis. 197 pp. 2014.
- [57] MORANTES, M.; DIOS-PALOMARES, R.; PEÑA, M.E.; RIVAS, J.; PEREA, J.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A. Management and productivity of dairy sheep production systems in Castilla-La Mancha, Spain. **Small Rum. Res.** 140: 62–72. 2017.
- [58] MOREIRA, V.H.; BRAVO-URETA, B.E. Technical efficiency and metatechnology ratios for dairy farms in three southern cone countries: a stochastic meta-frontier model. **J. Product. Analys.** 33: 33–45. 2010.
- [59] MUGAMBI, D.K.; MAINA, M.; WAMBUGU, S.K.; GITUNU, A.M. Evaluation of technical efficiency of dairy farms in Eastern Central Highlands, Kenya. **Intern. J. Innovat. Res. Developm.** 3: 482–487. 2014.
- [60] MUKHERJEE, D.; BRAVO-URETA, B.E.; DE VRIES, A. Dairy productivity and climatic conditions: econometric evidence from South-eastern United States. **Austr. J. Agricult. Resour. Econom.** 57: 123–140. 2012.
- [61] OTIENO, D.J.; HUBBARD, L.; RUTO, E. Determinants of technical efficiency in beef cattle production in Kenya. **International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference.** Foz do Iguacu, 18–24 August, Brazil. Pp. 1–25. 2012.
- [62] PALMER, T.M.; STERNE, J.A.C. Meta-analysis in Stata: metan, metacum, and metap. In: **Meta-analysis in Stata: an updated collection from the Stata Journal**, 2nd. Ed. Stata Press, College Station, TX, USA. Pp. 1–70. 2016.
- [63] PEÑA, M. Análisis de la gestión empresarial en bovinos doble propósito y su relación con la eficiencia técnica. Caso Municipios Catatumbo y Colón, Estado Zulia. University of Córdoba. Córdoba, Spain. Ph.D. Thesis. 279 pp. 2012.
- [64] SHOMO, F.; AHMEDA, M.; SHIDEEDA, K.; AW-HASSANA, A.; ERKAN, O. Sources of technical efficiency of sheep production systems in dry areas in Syria. **Small Rum. Res.** 91: 160–169. 2010.
- [65] SHORTALL, O.K.; BARNES, A.P. Greenhouse gas emissions and the technical efficiency of dairy farmers. **Ecol. Indic.** 29: 478–488. 2013.
- [66] SILVA, E.; ARZUBI, A.; BERBEL, J. An application of data envelopment analysis (DEA) in Azores dairy farms. In: **Efficiency measures in the agricultural sector with applications.** Mendea, A.B.; Silva, E.; Acevedo, J. (Eds.). Springer Science + Business Media, Dordrecht, The Netherlands. Pp. 73–81. 2013.
- [67] STANLEY, T.D.; COLLEGE, H.; JARRELL, S.B. Meta-regression analysis: a quantitative method of literature surveys. **J. Econom. Surv.** 19: 299–308. 2005.
- [68] STATA. Stata Statistical software, Release 12. Texas Stata Corporation. 2009.
- [69] TAUER, L.W. Short-run and long-run efficiencies of New York dairy farms. **Agricult. Res. Econom. Rev.** 22: 1–9. 1993.
- [70] THEODORIDIS, A.; RAGKOS, A.; ROUSTEMIS, D.; GALANOPOULOS, K.; ABAS, Z.; SINAPIS, E. Assessing technical efficiency of Chios sheep farms with data envelopment analysis. **Small Rum. Res.** 107: 85–91. 2012.
- [71] THIAM, A.; BRAVO-URETA, B.E.; RIVAS, T. Technical efficiency in developing country agriculture: a meta-analysis. **Agricult. Econom.** 25: 235–243. 2001.
- [72] TORO-MUJICA, P.; GARCÍA-MARTÍNEZ, A.; GÓMEZ-CASTRO, A.G.; ACERO, R.; PEREA, J.; RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ, V.; AGUILAR, C.; VERA, R. Technical efficiency and viability of organic dairy sheep farming systems in a traditional area for sheep production in Spain. **Small Rum. Res.** 100: 89–95. 2011.
- [73] URDANETA, F.; PEÑA, M.E.; GONZÁLEZ, B.; CASANOVA, Á.; CAÑAS, J.A.; DIOS-PALOMARES, R. Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito en la cuenca del lago de Maracaibo, Venezuela. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XX (6): 649–658. 2010.
- [74] VERONIKI, A.A.; JACKSON, D.; VIECHTBAUER, W.; BENDER, R.; BOWDEN, J.; KNAPP, G.; KUSS, O.; HIGGINS, J.P.T.; LANGAN, D.; SALANTI, G. Methods to estimate the between-study variance and its uncertainty in meta-analysis. **Res. Synth. Method.** 7: 55–79. 2016.
- [75] WEI, X. Efficiency measurement of New Zealand dairy farms. Auckland University of Technology, Auckland, New Zealand. Thesis of Grade. 45 pp. 2014.

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA PRODUCCIÓN DE OVINOS EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS, CUBA

EXPLORATORY ANALYSIS OF SHEEP PRODUCTION IN THE THE TUNAS MUNICIPALITY, CUBA

Javier Herrera¹ y Oscar Carménate²

*¹Instituto de Ciencia Animal, ²Facultad de Ciencias Técnicas Universidad de las Tunas Vladimir Ilich Lenin.
E-mail: j.herrera@ica.co.cu*

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue caracterizar los escenarios de producción de ovinos del municipio de las Tunas y su periferia en Cuba, como paso previo a un proceso de tipificación. Se analizaron variables del comportamiento productivo y reproductivo, del manejo, alimentación, estructurales, sociales y edafoclimáticas de 49 escenarios productivos, lo que implicó que se examinaran 68, de ellas 22 cuantitativas y 46 cualitativas. Se ejecutó un análisis descriptivo para cada grupo de variables, el cual sirvió como el primer criterio para la reducción de las mismas. La información poco relevante y redundante se descartó. Se ejecutaron de manera iterativa hasta llegar a los mejores ajustes en los modelos, los análisis de componentes principales ordinarios y componentes principales categóricos para las variables cuantitativas y cualitativas, respectivamente. Desde un enfoque cuantitativo, las variables: total de animales, total de reproductoras, reproductoras gestantes anuales, nacimientos totales y corderos destetados constituyeron el factor más importante en la diferenciación entre las fincas. En el caso de las variables cualitativas resultaron ser factores el tipo de pastoreo, prioridad de la actividad ovina, condición de la vivienda, y formas de comercialización. Con la presente investigación se logró determinar las características particulares y promedios de la totalidad de las fincas y del entorno referente a la producción de ovinos en municipio Las Tunas, Cuba y su periferia, lo que constituye información clave para desarrollar estrategias tecnológicas y de gestión.

Palabras clave: Ovinos; variables; fincas; productores; análisis exploratorio

ABSTRACT

The objective of the investigation was to characterize the scenarios of production of sheep of the periphery of the Municipality of the Las Tunas in Cuba and its periphery, like previous step to a classification process. Variables of the productive and reproductive performance, of the handling, feeding, structural, social and soil climatic were analyzed of 49 productive scenarios, what implied that 68 were examined, of them 22 quantitative and 46 qualitative. A descriptive analysis was executed for each group of variables, which was good as the first approach for the reduction of the same ones. The not very outstanding and redundant information was discarded. There were executed repetitive until the best adjustments were made in the models, the analyses of ordinary main components and categorical main components for the quantitative and qualitative variables respectively. With the variables of higher discriminating power, several analysis of hierarchical conglomerates were performed. From a quantitative approach, the variables: total of animals, total of breeder, annual pregnant breeder, total births and weaned lambs constituted the most important factor in the differentiation among the ranches. In the case of the qualitative variables, the factors were the grazing type, priority of the sheep activity, condition of the housing, and commercialization forms. In the case of the qualitative variables, the factors were the grazing type, priority of the sheep activity, condition of the housing, and commercialization forms. With the present investigation it was possible to determine the particular characteristics and averages of the entirety of the properties and of the environment with respect to the sheep production, in Municipality Las Tunas, Cuba and their periphery, what constitutes key information to develop technological strategies and of administration.

Key words: Sheep; variables; ranches; producers; exploratory analysis.

INTRODUCCIÓN

La carne procedente de animales rumiantes es fuente natural de ácido linolénico conjugado, destacando los niveles elevados en el caso del ovino (*Ovis aries*). La carne de ovino es clasificada como una de las más nutritivas y sanas, por lo que debe jugar un rol cada día mayor en la nutrición de los seres humanos, sobre todo en las personas con algunos padecimientos de salud [16].

El municipio de Las Tunas se encuentra ubicado en la parte este de Cuba en una de las zonas más secas, en la cual se ha presentado históricamente un comportamiento inestable de las lluvias, con un 70 % de éstas concentradas en el período junio – octubre. Los valores promedio de precipitación y temperatura en los últimos 10 años fueron 1.038 milímetros(mm) y 34 °C, respectivamente, aún en esas condiciones se logran en la producción ovina aceptables resultados en los indicadores reproductivos, no así en los relacionados con las ganancias de pesos.

Por otra parte en Cuba, la mayoría de los sistemas de alimentación de ovinos se clasifican como extensivos o de bajos insumos, y el 95 % de los rebaños están en poder de los productores privados, los cuales presentan indicadores productivos discretos con respecto al potencial de la raza que es explotada con mayor frecuencia, la cual se corresponde con la Pelibuey [9].

Otra característica importante de los sistemas de producción de ovinos es la lenta e insuficiente asimilación de las novedades científico - técnicas ya que, entre otros factores las tecnologías generadas mediante los procedimientos convencionales de investigación agropecuaria, muchas veces no son apropiadas a las condiciones físico - biológicas, entornos socioculturales y económicos de los pequeños productores.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue caracterizar y determinar las variables de mayor poder discriminante en los escenarios de producción de ovinos del municipio de Las Tunas y su periferia en Cuba, como paso previo a un proceso de tipificación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio Las Tunas, provincia Las Tunas, Cuba situado en la LN; 20° 57' 25", LO; 76° 57' 13", con una altitud sobre el nivel del mar de 90 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). El período analizado fue el comprendido entre los años 2016 a 2017. El comportamiento promedio de las principales variables climáticas se correspondió con un clima tropical seco y mostraron valores de precipitación 700 mm, temperatura 28°C y humedad relativa 76 %. La información se recabó a nivel de rebaño, con los diagnósticos realizados en las áreas productivas en cada finca. Se analizaron indicadores del desempeño productivo, reproductivo, de manejo, alimentación, estructurales, sociales y edafoclimáticos de 49 escenarios productivos, que representó el 58 % de un total de 85.

Las variables climáticas fueron tomadas en la estación meteorológica del municipio Las Tunas y se utilizaron únicamente con fin descriptivo.

Manipulación de las variables

Se examinaron 68 variables: 22 cuantitativas y 46 cualitativas

Cuantitativas: área agrícola, área con forraje, total de animales, total de reproductoras, reproductoras gestantes, nacimientos totales, corderos destetados, corderos vendidos, peso de venta o ceba, edad de los animales, cantidad de productores, mujeres, mortalidad, edad promedio de los productores, promedio anual de capacitaciones, años de experiencia, cantidad de instalaciones, cantidad de cuarterones, tiempo de pastoreo diario, precipitaciones anuales acumuladas, temperatura promedio y humedad relativa promedio.

Cualitativas: Relieve, tipo de suelo, tipo de mano de obra, tiempo disponible, conformidad con los precios de venta, cercanía de la vivienda respecto a la finca, condiciones de la vivienda, losa sanitaria, tipo de vías de acceso, condiciones de las vías de acceso, acuartonamiento, suplementación, disponibilidad de agua, fuentes de agua en la finca, genotipo predominante, recursos locales, otras especies, sacrificio de hembras, venta de los animales, producción agrícola, producciones pecuarias, prioridad de la actividad ovina, destino de la producción, existencias de controles, utilización de heno y silo, disponibilidad de maquinaria, equipo para moler, cercado perimetral, presencia de árboles en el pastoreo, tipo de pastoreo, castración, sistema de monta, período de monta, grado en que la producción de ovinos cubre sus necesidades, tipo de instalación, condición de las instalaciones, manejo de residuales, manejo diferenciado de las categorías, disponibilidad de electricidad, sujeto a contratos, intermediarios, afiliación, nivel educacional, comercio, organización y crédito.

Análisis estadísticos

Análisis descriptivo: Se ejecutó un análisis descriptivo para cada grupo de variables, el cual sirvió como el primer criterio para la reducción de las mismas. Las variables cuantitativas que presentaron un coeficiente de variación inferior al 30 %, y las cualitativas que presentaron valores relativos de frecuencia superiores al 70% se clasificaron como variables con escaso poder discriminante, por tanto, se excluyeron de los análisis posteriores. El tipo de suelo se categorizó según la clasificación de Hernández y col. [8].

Análisis factoriales: Posteriormente al descarte de la información poco relevante y redundante se ejecutaron de manera iterativa hasta llegar a los mejores ajustes en los modelos, los análisis de componentes principales ordinarios (CP) y componentes principales categóricos (CATPCA) para las variables cuantitativas y cualitativas, respectivamente. Se verificó en el análisis de componentes principales ordinario el cumplimiento de los supuestos básicos para la prueba: Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (0,794) y prueba de esfericidad de Bartlett (0,000) [7].

El método de extracción fue Análisis de Componentes Principales y el de rotación Normalización Varimax con Kaiser. En el caso del Análisis de CATPCA, se utilizó el método de normalización principal por variable. El nivel de escalamiento en todas las variables fue ordinal [7].

Software: Los datos se procesaron por medio del paquete estadístico SPSS versión 16.0 (Visauta 1998) [17].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se presentan los resultados del análisis descriptivo en las variables cuantitativas, con el cual se obtuvo una perspectiva general de las características de la muestra utilizada desde ese enfoque. La mayoría de los indicadores mostraron un coeficiente de variación superior al 20 % y un rango amplio, lo cual reveló que existieron diferencias marcadas en torno a los mismos en las fincas analizadas. Por consiguiente, es lógico asumir que fueron atributos que se comportan como variables, lo que demostró su importancia para ulteriores análisis. El anterior comportamiento no se presentó en los siguientes indicadores: peso de venta, edad de los animales cebados, tiempo de pastoreo diario y cantidad de cuartones.

En este sentido cabe destacar la alta frecuencia de valores superiores a un 80 % en el coeficiente de variación, lo que evidenció que en dichas variables existió una acentuada dispersión, patrón que es característico en investigaciones de sistemas agropecuarios [4].

El tamaño de las explotaciones y su situación en la base alimentaria se estudió con las 4 primeras variables de la TABLA 1, las cuales se clasifican en su mayoría, como variables de escala productiva y son determinantes en la dimensión de las fincas. En este sentido se constató que, las fincas como promedio fueron

pequeñas en extensión, con poca área dedicada a los forrajes y escasos animales, principalmente hembras reproductoras.

En cuanto a las variables productivas que indicaron los resultados, principalmente en la natalidad y el desarrollo de la masa desde el nacimiento hasta la comercialización los valores fueron discretos, lo que pudiera ser debido fundamentalmente a dos factores, el sistema de encaste el cual fue libre con período de monta continuo y el plano alimentario [6]. Esto provocó la ocurrencia de pocos partos por año y alargamiento significativo del período de ceba, ambos factores están estrechamente relacionados con una dependencia del primero con el segundo, lo que demuestra que el manejo reproductivo dirigido a la gestación de las ovejas en las zonas tropicales depende de la intensificación de los sistemas de producción [6].

Por otro lado, la situación que se observó en los indicadores referentes a la ganancia de peso constituye un reflejo de las deficiencias en la base alimentaria, la cual se basó principalmente en pastos naturalizados y al bajo nivel de complementación y suplementación, por tanto, los aportes de nutrientes resultaron insuficientes para lograr mayores ganancias de peso vivo [1].

En el tema de las variables sociales, el análisis arrojó que la cantidad de productores para manejar a los animales en las fincas por lo general fueron dos, con muy poca presencia de mujeres, aspecto que debe ser más aprovechado pues el ovino es un pequeño rumiante, idóneo para ser manejado por féminas.

TABLA I
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS

Variable	Media	Mínimo	Máximo	CV
Área Agrícola	7,49	0,8	30,50	90,28
Área con forraje	0,43	0,00	4,00	26,00
Total de animales	32,47	5,00	110,00	76,98
Total de reproductoras	18,14	2,00	83,00	87,44
Reproductoras gestantes	14,18	2,00	50,00	86,12
Nacimientos totales	20,31	2,00	66,00	94,82
Corderos destetados	14,86	0,00	66,00	98,40
Corderos vendidos	8,57	0,00	70,00	143,68
Peso de venta o ceba	28,37	13,00	35,00	13,63
Edad de los animales cebados	10,51	8,00	14,00	15,67
Cantidad de productores	1,96	1,00	6,00	59,81
Mujeres	0,33	0,00	2,00	169,91
Mortalidad	6,49	0,00	35,00	131,21
Edad promedio de los productores	47,92	27,00	73,00	21,00
Promedio anual de capacitaciones	0,45	0,00	2,00	187,79
Años de experiencia	15,45	1,00	68,00	92,55
Cantidad de instalaciones	1,47	0,00	5,00	8,89
Cantidad de cuartones	1,94	0,00	6,00	12,75
Tiempo de pastoreo diario	7,27	4,35	12,00	10,62

Desde el punto de vista etario predominaron los productores de mediana edad con experiencia considerable en el manejo de la especie. No obstante, la información reflejó deficiencia en los aspectos de capacitación [11].

En lo concerniente a las variables tocantes a la salud y las condiciones de manejo, la mortalidad fue inferior a los valores reportados en investigaciones precedentes efectuadas en zonas cercanas [3], por lo que pueden ser considerados de aceptable si se tienen en cuenta las condiciones de manejo y alimentación. Las fincas se caracterizaron por presentar un mínimo de instalaciones y en algunos casos prescinden de las mismas, asimismo se apreció un bajo nivel de divisiones en los potreros, lo que evidencia la rusticidad de los sistemas productivos.

Otro aspecto deficiente que se advierte en la base de datos fue el insuficiente tiempo de pastoreo, el cual estuvo comprendido aproximadamente entre 9:00 AM – 3:00 PM que apenas cubrió un tercio del día, lo que unido a la falta de oferta de suplementos alimenticios agravó aún más la situación alimentaria de los animales. Lo anterior constituye un elemento decisivo en la producción animal, ya que la ingestión de alimento es el factor más importante en la manifestación del potencial productivo de toda especie animal y es una de las principales limitaciones de la producción animal en el trópico. Además, se desaprovechó las últimas horas del pastoreo vespertino, uno de los dos momentos donde los animales realizan mayor consumo de pasto.

Los primeros resultados del análisis en las variables cualitativas (TABLA II) mostraron que las fincas se encuentran mayoritariamente sobre un relieve llano, lo que constituye una ventaja topográfica además de contar con tres tipos de suelos favorables para la actividad agrícola y pecuaria [8].

La mano de obra fue preferentemente familiar, lo que coincidió con los reportes de La O y col. [13] quienes señalaron ese aspecto en los sistemas de crianzas caprinos en una localidad vecina al lugar donde se realizó la investigación. Otros elementos del contexto social demostraron que, la mayor parte de los productores se dedican a tiempo completos a la atención de la finca, tienen conformidad con los precios de ventas de la producción ovina y ninguno vive alejado de la finca, lo que es una señal de las condiciones favorables que existen en la zona desde el punto de vista social para la producción ovina.

En algunos de los aspectos de infraestructura investigados se comprobó la ausencia de condiciones higiénicas para el sacrificio de los animales, elemento muy relacionado con el tipo de comercialización, destino de las producciones y poder económico de los productores. Las vías de acceso estuvieron mayormente no asfaltadas, aunque en buen estado por lo regular, elemento determinante en el desarrollo de la comercialización y la intensificación de actividad agropecuaria [5].

En los tópicos referentes al manejo y alimentación de los animales se comprobó que existe precariedad y diversidad en las estrategias en los diferentes predios. Ejemplo de esto fue la pobre aplicación de conocimientos científicos técnicos elementales, que provocó a su vez escasa aplicación de la innovación científica técnica en cuestiones importantes tales como: utilización de divisiones en los potreros, suplementación estratégica, manejo

de las hembras reproductoras, conservación de alimentos entre otros, resultados que coinciden con la mayoría de las investigaciones realizadas en el análisis de sistemas ovinos en el contexto latinoamericano [3].

La disponibilidad de agua es un aspecto vital para el desarrollo de los procesos productivos y fue considerada suficiente mayoritariamente y en menor cuantía abundante, en este sentido se constató que dichas fuentes se encuentran en mayor porcentaje en la propia finca.

Desde el punto de vista genético, la raza predominante fue el Pelibuey autóctono de Cuba y plenamente adaptado a las condiciones de la isla [9], aunque existió en menor medida mestizaje con otros genotipos principalmente con Suffolk.

Otras características del sistema se presentan en la TABLA III. En este sentido se constató que no se utilizaron los controles técnicos, elemento clave para la mejora genética y el manejo reproductivo. La investigación indicó que no se hizo un adecuado uso de los recursos locales disponibles en la zona, a no ser los pastos naturales, a pesar de estar disponibles diferentes recursos: vinazas de destilerías, carbonato de calcio, cloruro de sodio y otros que pueden ser sembrados y cultivados [12].

En lo referente al sacrificio de los animales se detectó una deficiencia importante, ya que casi el 50% de los productores sacrifican indiscriminadamente a las hembras sin un esquema lógico, lo cual es una de las causas principales de las deficiencias e inestabilidad en los indicadores reproductivos. Igualmente, la venta de los animales se efectúa con el animal vivo, lo que influye negativamente en el aprovechamiento del valor agregado de las producciones [14].

Desde el punto de vista de la diversificación se observó frecuentemente la presencia de otras especies de animales de granja: (*Bos taurus*), (*Capra aegagrus hircus*), (*Gallus gallus domesticus*), (*Sus scrofa domesticus*) y del reino vegetal: (*Manihot esculenta*), (*Ipomoea batatas*), (*Cucurbita pepo*) etc., lo que denotó en la mayoría de las fincas alto grado de diversificación, aspecto que fue determinante en la alternancia en la prioridad de la actividad ovina, situación que es típica de los sistemas agropecuarios mixtos de bajos insumos, que son el soporte de la producción de cerca de 50 % de los alimentos a nivel mundial. En lo relativo a las variables logísticas y al resto de infraestructura, el estudio reveló el bajo nivel de utilización de maquinaria agrícola y la insuficiente tenencia por parte de los productores de equipamiento para procesar los alimentos para el ganado, a pesar de disponer de energía eléctrica una buena parte de las fincas; lo anterior se relaciona con la rusticidad y las condiciones de las instalaciones pecuarias y evidenció que la inversión en la agricultura es una de las formas más eficaces de promover la productividad agrícola, reducir la pobreza y mejorar la sostenibilidad ambiental [2].

En lo concerniente al pastoreo, sus características cualitativas también se corresponden con el bajo grado de intensificación de las entidades: alta repetición en el uso del cercado únicamente para fijar límites de propiedad, lo que implicó el predominio de sistemas de pastoreo continuo, así mismo se apreció en las fincas un bajo porcentaje de árboles en el pastoreo, aspecto que

TABLA II
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS

Variables	Categorías	Frecuencia %	Variables	Categorías	Frecuencia %
Relieve	Llano	99,97	Condiciones de las vías de acceso	En buen estado	26,53
	Ondulado	2,04		Aceptable	44,87
Tipo de suelo	Pardos	81,63	Cuarterones	En mal estado	28,60
	Fersialíticos	12,25		Si	0,00
	Ferralíticos	6,12		No	100,00
Tipo de mano de obra	Contratada	12,24	Suplementación	Si	0,00
	Familiar	87,76		No	100,00
Tiempo disponible	Completo	81,63	Heno y silo	Si	0,00
	Limitado	18,36		No	100,00
Conformidad con los precios de venta	Conforme	67,34	Disponibilidad de agua	Abundante	12,25
	Inconforme	32,65		Suficiente	67,76
Cercanía de la vivienda respecto a la finca	Cerca	18,36	Fuentes de agua en la finca	Escasa	19,99
	En la finca	81,63		No	6,00
Condiciones de la vivienda	En buen estado	36,73		Si	94,00
	Aceptable	55,10	Genotipo predominante	Mestizo	16,33
	En mal estado	8,16		Pelibuey	81,63
Losa sanitaria	Si	2,04		Suffolk	2,04
	No	97,95			
Tipo de vías de acceso	Asfaltada	16,32			
	No asfaltada	83,67			

tiene múltiples perjuicios para el agroecosistema y los animales.

Los últimos aspectos cualitativos abordados descriptivamente se presentan en la TABLA IV, lo que permitió comprobar entre otras cosas que, los métodos de reproducción evaluados desde un enfoque cualitativo denotaron de la misma manera que el cuantitativo la rusticidad del sistema.

Desde el punto de vista medioambiental se detectaron deficiencias en lo relacionado con el no manejo de los residuales, que unido a lo que se analizó anteriormente referido a la pobre presencia de árboles, constituyen dos elementos que deben ser mejorados y que pudieran hacer una contribución importante a la disminución en la emisión de contaminantes al medio y a la captación de gases de efecto invernadero [15].

En cuanto al contexto social y comercial se observó que la mayor parte de productores estuvieron sujetos a contratos con entidades estatales y afiliados a distintas formas cooperativas, lo que facilita la incorporación de los campesinos a programas y

proyectos subvencionados por entidades externas. En el aspecto de la participación de intermediarios en la comercialización de la producción ovina la mayoría de los productores prescindieron de éstos, aunque un porcentaje no despreciable si utilizó ese tipo de actor, en este asunto es necesario realizar estudios de cadenas productivas para determinar la conveniencia o no de terceros en los procesos de comercialización, factor perjudicial para la economía de los productores primarios y también para los consumidores.

Los resultados anteriores tienen relación con el tipo de comercialización y los destinos de la producción, ya que generalmente los productores independientes tienen la tendencia a destinar buena parte de sus producciones al consumo familiar, a participar en el mercado informal y a prescindir de los intermediarios. Por otra parte, un aspecto fundamental para lograr el desarrollo en el sector agropecuario es el acceso de los productores a los créditos o a programas subvencionados [2], en este sentido fueron pocos los que contaron con este tipo de ayuda. Un dato interesante que constituye un aspecto importante para

TABLA III
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES CUALITATIVA

Variables	Categorías	Frecuencia %	Variables	Categorías	Frecuencia %
Controles	Si	0,00	Equipo para moler	No	73,46
	No	100,00		Si	26,53
Recursos locales	No	57,14	Disponibilidad de electricidad	Si	97,95
	Si	42,86		No	2,04
Sacrificio de hembra	Si	42,86	Tipo de instalación	No rústica	2,04
	No	57,14		Semi rústica	14,28
Venta de los animal	En pío	87,76		Rústica	83,67
	Mixto	12,24	Condición de las instalaciones	Adecuada	12,24
Producción agrícola	No	32,65		Regular	55,10
	Si	67,34		No adecuada	32,65
Producciones pecuaria	No	28,57	Cercado perimetral	No	6,13
	Si	71,43		Si	93,88
Prioridad de la actividad ovina	Primaria	42,86	Presencia de árboles en el pastoreo	No	87,75
	Secundaria	57,14		Si	12,24
Disponibilidad de maquinaria	No	89,79	Tipo de pastoreo	Continuo	75,51
	Si	10,21		Nómada	22,48
				Rotacional	2,01

facilitar la ejecución de programas de capacitación y transferencia tecnológica fue que, una gran parte de los campesinos tienen nivel educacional medio.

Análisis de componentes principales

La TABLA V muestra los resultados del Análisis de Componentes Principales ordinario, con el que se logró explicar el mayor porcentaje de la varianza (71,91 %) de los datos con tres componentes, ya que presentaron valores propios superiores a 1, los cuales se etiquetaron según las variables de mayor correlación con las mismos, dichos componentes representan las dimensiones subyacentes o los aspectos que constituyen factores discriminantes en el funcionamiento del sistema investigado, por lo que son utilizadas generalmente en posteriores análisis [11]. En cuanto a la preponderancia de cada variable, se destacan los coeficientes de correlación superiores a 0,65; al respecto, es importante subrayar las cargas factoriales de dichas variables, en la primera componente, lo que evidenció su papel en el desempeño productivo de las fincas analizadas [10].

La primera componente, la cual fue etiquetada como rebaño explicó el 41,66 % de la varianza, los signos en dichas variables indicaron una correlación positiva con la componente además de sugerir que las fincas de mayor cantidad de animales presentaron por lo general mayores valores en dichas variables. Las variables que mayores correlaciones presentaron con la componente fueron en orden decreciente: reproductoras gestantes anuales,

total de animales, total de reproductoras, nacimientos totales y corderos destetados anuales. Cabe enfatizar la baja correlación que existió entre las variables área de forraje y área agrícola, lo que demostró que la conformación del rebaño y los resultados en las principales variables productivas estuvieron poco influenciadas por las estas.

La componente II explicó el 16, 66 % de la variabilidad en los datos y se nombró adiestramiento ya que las cargas factoriales significativas correspondieron a la variable: capacitaciones recibidas. En la componente III fue la experiencia en la actividad ovina la variable de mayor preponderancia por lo que se denominó experiencia, con la cual se explicó un 13,57 % de la varianza. Es importante señalar la baja correlación de estos factores con indicadores productivos importantes, lo que constituye una deficiencia a solucionar en la región que se estudió.

En el análisis de CATPCA se obtuvo que las variables se agruparon en dos dimensiones, que explicaron un porcentaje significativamente elevado de la varianza total 97,00 con la característica de que con la primera se cubrió aproximadamente el 97,73; esta componente por tanto presentó los valores más elevados en los estadígrafos del modelo, el Alfa de Cronbach que es una medida de la fiabilidad de este y los autovalores que expresan la cantidad de la varianza total que está explicada por cada dimensión [7] (TABLA VI).

En la primera dimensión se observó una correlación positiva con valores significativos en todas las variables incluidas en el

TABLA IV
ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS.

Variables	Categorías	Frecuencia %	Variables	Categorías	Frecuencia %
Castración	No	93,88	Nivel educacional	Superior	2,04
	Si	6,12		Medio	81,63
Sistema de monta	Controlado	2,04		Primario	16,32
	Libre	97,95	Comercio	Formar	59,18
Período de monta	Continuo	97,95		Informar	40,82
	Por época	2,04	Destino de la producción	Auto consumo	38,77
Manejo diferenciado de las categorías	Si	0,00		consumo	
	No	100,00		Mercado	28,57
Manejo de residuales	Si	0,00		Mixto	32,66
	No	100,00	Organización	CCSF	30,20
Sujeto a contratos	Si	53,06		CPA	16,32
	No	46,94		UBPC	10,20
Intermediarios	Si	42,86	Crédito	Ninguna	43,28
	No	57,14		Si	26,53
Afiliación	Si	48,97	Grado en que la producción de ovinos cubre sus necesidades	No	73,47
	No	51,03		Alto	10,20
				Medio	63,27
				Bajo	26,53

CCS: Cooperativa de créditos y servicios, CCSF: Cooperativa de créditos y servicios fortalecida, CPA: Cooperativa de producción agropecuaria, UBPC: Unidad básica de producción cooperativa.

TABLA V
ESTADÍSTICOS DEL ANÁLISIS DE COMPONENTE PRINCIPAL ORDINARIO

Variables	Componentes		
	Rebaño	Adiestramiento	Experiencia
Área Agrícola	0,113	0,485	0,576
Área con forraje	0,063	0,418	0,038
Total de animales	0,927	-0,015	0,039
Total de reproductoras	0,908	0,184	-0,029
Reproductoras gestantes anuales	0,940	-0,015	0,047
Nacimientos totales	0,848	-0,128	0,348
Corderos destetados anuales	0,687	-0,021	0,547
Corderos vendidos	0,616	0,213	0,363
Capacitaciones recibidas	-0,143	0,817	-0,218
Años de experiencia promedio	0,005	-0,262	0,742
Mortalidad	0,638	-0,312	-0,068
Valor propio	4,885	1,832	1,194
Porcentaje de la varianza	41,666	16,666	13,578
Varianza acumulada (%)	41,666	58,332	71,910

modelo, contrariamente en la segunda fueron insignificantes, por lo que no se consideró pertinente etiquetar las dimensiones. Estos valores y el resto de las operaciones que se mencionaron en acápites anteriores permitieron determinar de un total de 45 variables cualitativas las que ejercieron una influencia significativa en la diferenciación de las fincas, por tanto, son atributos que pueden ser utilizados eficazmente en modelos de clasificación o de evaluación [10].

CONCLUSIONES

Con la presente investigación se logró determinar las características particulares y promedios de un porcentaje importante de los escenarios de producción de ovinos del municipio de Las Tunas y su periferia en Cuba, lo que constituye información clave para trazar estrategias tecnológicas y de gestión que deberán estar dirigidas principalmente a: la siembra de pastos y forrajes, innovación en algunos aspectos zootécnicos (utilización de los sistemas de control técnico, implementación de monta dirigida, manejo diferenciado de las categorías, adecuación de las instalaciones), capacitación y asistencia técnica. Los principales factores desde el punto de vista cuantitativo para realizar un proceso de tipificación o ulteriores acciones tecnológicas fueron: rebaño, adiestramiento y experiencia de los productores. En el caso de las variables cualitativas resultaron ser el tipo de pastoreo, prioridad de la actividad ovina, condición de la vivienda y formas de comercialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] CHAY - CANUL, A. J.; MAGAÑA-MONFORTE, J. G.; CHIZ-ZOTTI, M. L. Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de Latinoamérica. Revisión. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 7 (1): 105 -125. 2016
- [2] ESCALANTE, R.; CATALÁN, H.; BASULTO, S. Determinantes del crédito en el sector agropecuario mexicano: un análisis mediante un modelo Probit. **Cuad. Desarr. Rural.** 10: 101-124. 2013.
- [3] GARCÍA, A; SOTO, V.; TAMAYO, Y.; ROSALES, A.; SAN MARTÍN, C. Indicadores parasitarios, de salud y productivo en ovinos Pelibuey mantenidos en pastoreo continuo. **Rev. Elect. Gran Cien.** 13: 2. 2009.
- [4] GASPAR, P.; ESCRIBANO, A.J.; MESÍAS, F.J.; ESCRIBANO, M.; PULIDO, A.F. Goat systems of Villuercas-Ibores area in SW Spain: Problems and perspectives of traditional farming systems. **Small. Rum. Res.** 97: 1 -11. 2011.
- [5] GIRALDO, P. Aplicación del modelo de sistemas de producción y medios de vida a un caso rural del departamento de Risaralda. **Rev. Lun . Azu.** 28: 68-85. 2009.
- [6] GONZÁLEZ, R.; TORRES, G.; ARECE, J. Comportamiento productivo y reproductivo de ovinos Pelibuey en un sistema de pariciones aceleradas con tres épocas de empadre al año. **Rev. Zoot. Trop** 28: 1. 2010.
- [7] HAIR, J; ANDERSON, R; TATHAM, R; BLACK, W. Análisis Factorial. Análisis multivariante. 5ta.Ed. Madr: Prentice Hall Iberia. Pp 1- 779. 1999.
- [8] HERNÁNDEZ, J. A.; PÉREZ, J. J. M.; BOSCH, I. D.; CASTRO, S. N. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. **Cult Trop.** 40:1. 2019.
- [9] HERRERA, J.; JORDÁN, H.; SENRA, A. Management and feeding aspects of the Pelibuey Sheep in Cuba. **Cuban J. Agric. Sci.** 47: 211 - 219. 2010.
- [10] HERRERA, J. Caracterización cualitativa de unidades lecheras en la Empresa Pecuaria Valle del Perú, Mayabeque, Cuba. **Rev. Cien. Tecnol. Gan.** 9:1. 2015.
- [11] HERRERA, J; FLORES, O. Caracterización y clasificación de vaquerías en la empresa pecuaria valle del Perú, Cuba. **Multicien.** 15: 149 - 155. 2015.
- [12] HERRERA, J; CARMENATE, O. Selección de recursos locales para la alimentación de ovinos en el municipio Las Tunas, Cuba. **Past. Forraj.** 41 (3): 176-182. 2018.
- [13] LA, O. M.; GUEVARA, F.; RODRÍGUEZ, A; PINTO, R; NAHED, J; LEY, A; REYES, L. Evolución de los sistemas de crianza de cabras Criollas Cubanas en el Contexto de la conservación del genotipo. **Rev. Mex. Cien. Pec.** 9: 68 – 85. 2018.
- [14] LUCCHETTI, C. Valor agregado en la comercialización de la carne. Primer Jornada Nacional de Forrajes Conservados, INTA Manfredi, Córdoba, 10.03.10. 2010. Sitio argentino de Producción Animal. En Línea: www.produccion-animal.com.ar. 20/10/2017.
- [15] MILENA, M. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. **Avan. Invest. Agrop.** 17: 7-24. 2013.
- [16] SANTALIESTRA, A.; MESANA, M.; MORENO, L. La carne en la alimentación española: importancia de la carne de cordero **Nutr. Clín. Diet. Hosp.** 30: 42-48. 2010.
- [17] VISAUTA, B. Análisis estadísticos con SPSS para Windows. Mc Graw-Hill interamericana de España, S.A.V. 2: 358. 1998.

EFFECTO DE CRIOPRESERVACIÓN SOBRE LA MORFOMETRÍA DE LA CABEZA ESPERMÁTICA EN SEMEN DE CAPRINOS

EFFECTS OF CRYOPRESERVATION ON THE SPERMES HEAD MORPHOMETRY IN GOAT SEMEN

Leonardo Hernández-Corredor¹⁻²⁻³, Jorge Rubio-Parada¹⁻²⁻³ y Armando Quintero-Moreno^{1*}

¹ Laboratorio de Andrología, Unidad de Investigación en Producción Animal (UNIPA)/ Facultad de Ciencias Veterinarias, Apdo. 15252, Maracaibo 4005-A. Universidad del Zulia (LUZ). ² Doctorado en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía. ³ Profesor catedrático Universidad Francisco de Paula Santander-Cúcuta-Colombia.

lhdezco@gmail.com , rubioparada@fa.luz.edu.ve , *armando.quintero@fcv.luz.edu.ve

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los cambios de temperatura durante el proceso de criopreservación sobre las dimensiones y la forma de la cabeza espermática en semen de caprinos. Se evaluaron 56 eyaculados de 7 machos cabríos de reconocida fertilidad utilizando el sistema de Análisis Computarizado de la Morfometría Espermática (ASMA), determinando: Longitud (L), Ancho (W), Área (A), Perímetro (P), Elipticidad (E), Rugosidad (R), Elongación (El), Regularidad (RE) y el factor de forma de la cabeza espermática (P2A). Los parámetros obtenidos se analizaron mediante el procedimiento FASTCLUS para obtener las subpoblaciones espermáticas (SP) y su porcentaje en cada fase del proceso. En semen recién colectado, la SP1 estuvo representada por los espermatozoides (SPZ) de mayor longitud (35,12%), la SP2 con espermios de mayor anchura y menor elipticidad (36,81%), la SP3 obtuvo medidas promedio (9,58%), mientras que SP4 contenía los espermios más pequeños (18,48%). Durante el proceso de refrigeración, la SP1 (32,93%) mostró SPZ de mayor longitud, la SP4 (18,54%) pequeños, no obstante, la SP3 (12,88%) es más parecida a la SP1, y la SP2 (35,66%) presenta espermios no hidrodinámicos (muy anchos). Al descongelar, la SP2 (33,12%) presentó espermios de mayor anchura, la SP1 (30,92%) espermios de mayor longitud y elípticos (hidrodinámicos), la SP3 (14,43%) es parecida a la SP1 y la SP4 (21,53%) se caracteriza por presentar células pequeñas. Se observaron efectos mínimos del proceso de criopreservación sobre la morfometría espermática en el semen caprino, hecho comprobado al observar la frecuencia de distribución de espermios y las características de sus formas para cada SP. La estructura de la SP se mantuvo relativamente constante después del periodo de refrigeración y del almacenamiento en nitrógeno líquido. En conclusión, la criopreservación no modificó sustancialmente los parámetros específicos como la distribución de los SPZ dentro de las SP (menos del 5% de cambios).

Palabras clave: Morfometría; espermatozoide; caprino; subpoblación

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of temperature changes during cryopreservation process on the sperm head morphometry in the goat semen. Fifty six ejaculates of 7 male goats of recognized fertility were evaluated by using the Sperm Morphology Analysis (ASMA) to determine the sperm head size and shape: Length (L), Width (W), Area (A), Perimeter (P), Ellipticity (E), Rugosity (R), Elongation (El), and Regularity (RE). FASTCLUS procedure was done to classify the spermatozoa (SPZ) of the data set into a reduced number of subpopulations (SP). Fresh: Subpopulation 1 (SP1) consisted of long and wide spermatozoa (35.12%), SP2 with SPZ of lower ellipticity (36.81%), SP3 in SPZ of average measurements (9.58%) and SP4 in small (18.48%). Cooling: SP1 (32.93%) are SPZ long, SP4 (18.54%) small, SP3 (12.88%) are similar to SP1, SP2 (35.66%) SPZ not hydrodynamic (very wide). Post thawing: SP2 (35.66%) wide SPZ, SP1 (30.92%) long and elliptical (hydrodynamic), SP3 (14.43%) similar to SP1, SP4 (21.53%) they are small cells. The minimal effects of the sperm cryopreservation process on the morphometry in goat semen were observed in the frequency of SPZ distribution in SPs and the characteristics of their forms for each subpopulation; the structure of the SP was maintained after the period of refrigeration and cold storage. In conclusion, cryopreservation did not modify specific parameters such as SPZ distribution within SPs (less than 5% of changes).

Key words: Morphometry; sperm; goat; subpopulation

INTRODUCCION

La morfometría espermática es un tópico de actualidad, de gran discusión y que se ha venido estudiando con gran ahínco como un predictor de la fertilidad en humanos y animales [17, 24, 27]. En este contexto, la determinación rutinaria de las dimensiones de la cabeza y forma del espermatozoide (SPZ) como rutina en la valoración de la calidad seminal reviste de gran importancia e impacto. Un buen número de estudios en varias especies han abordado este tema, clasificando los eyaculados evaluados en óptimos o no en función del tamaño y forma de la célula espermática [8].

La criopreservación seminal (CS) es una herramienta útil para la mejora genética inmediata, el mantenimiento de la biodiversidad y la conservación de especies en peligro de extinción [7, 39]. En caprinos (*Capra aegagrus hircus*), la cantidad de estudios realizados sobre este tópico es minoritario si se le compara con el número encontrado en otras especies: bovinos (*Bos taurus*), porcinos (*Sus scrofa*), equinos (*Equus caballus*) e incluso ovinos (*Ovis aries*); no obstante, se han planificado investigaciones relevantes utilizando diferentes fórmulas y protocolos para asegurar el almacenamiento exitoso de muestras seminales en nitrógeno líquido, además de tratar de comprender los cambios morfológicos y de función celular que ocurren durante la CS [7, 18, 22, 25, 38, 39]. Estos estudios se han centrado en monitorear los cambios acaecidos en parámetros como la motilidad individual progresiva, la morfometría de los SPZ, la integridad estructural y funcional de la membrana de los SPZ o estado del ácido desoxirribonucleico (ADN), entre otros [7, 37]. Hasta ahora se conoce con certeza que la deshidratación progresiva durante la CS induce una alta proporción de células con daño acrosomal, cambios drásticos en la distribución de enzimas en las membranas o su efecto notable sobre la estructura de la cromatina [29]. La asociación entre las dimensiones de la cabeza espermática (CA) y el proceso de criopreservación en semen caprino ha sido valorada anteriormente, no obstante los resultados no han sido concluyentes.

En función de incrementar el conocimiento en esta área del saber se propuso investigar cómo afecta el proceso de criopreservación las dimensiones y forma de la CA y la distribución de las subpoblaciones durante los tres estados del proceso: recién colectado, durante los procesos de enfriamiento y congelación-descongelación.

MATERIALES Y METODOS

Unidades experimentales

Se colectaron y evaluaron 56 eyaculados de 7 machos cabríos adultos puros de raza alpina, con edades comprendidas entre los 18 y 36 meses de edad y de fertilidad conocida. Los animales fueron sometidos a un ritmo de recogidas 2 veces por semana (sem).

Colecta y evaluación seminal

Se recolectaron 56 eyaculados (8 eyaculados por macho) mediante vagina artificial (VA) (Walmur®, Porto Alegre, RS, Brasil) durante un periodo experimental de tres meses. Inmediatamente

tras la recogida de semen, las muestras fueron diluidas 1:1 en Biladyl® (Fracción A) y mantenidas a 37°C hasta su valoración. Con un microscopio (KRUS/ optronic, GmbH, Alemania) de luz blanca a 400X, evaluando 100 células por eyaculado, se determinaron los parámetros convencionales de valoración seminal durante el protocolo de enfriamiento y congelación seminal para garantizar que el proceso sea óptimo y asegurar que los cambios de dimensiones de la CE sean producto de la criopreservación y no de errores inherentes al procesamiento. Se determinó el volumen (mililitros (mL), el pH mediante tiras reactivas, la motilidad masal (%), individual (%) y morfología espermática por tinción vital mediante la observación por un operario entrenado y la concentración espermática (SPZ/ mL) por medio de un espectrofotómetro (Accuread®, IMV, EUA).

Tras la evaluación rutinaria, el semen procesado se centrifugó a 800 x G durante 5 minutos (min) (Centrifuga Dynac III®, Becton Dickinson, EUA). A continuación, se retiró el sobrenadante y el pellet de SPZ fue re-diluido en alícuotas con un diluyente que contiene lecitina de soya (Glycine max) (LS), citrato de sodio, fructosa y glicerol al 7%. Las muestras se refrigeraron por 2 h a 5°C, luego el semen fue vertido en pajuelas y sellado por ultrasonido (MRS1, IMV, EUA). Las pajuelas se congelaron a vapores de nitrógeno líquido (NL) a -115°C por 15 min y almacenadas en NL a -196°C, hasta su evaluación.

Evaluación morfométrica

Se realizó sobre el semen recién colectado (sin diluir), refrigerado y sobre el semen descongelado. Las muestras fueron teñidas y fijadas con la tinción de Diff quick® (Jorgensen laboratories, Loveland CO, 80538, EUA), utilizando la metodología descrita por Hidalgo y col. [21] y Hernández-Corredor y col. [19]. En el portaobjetos se colocó 10 microlitros (µL) de semen (fresco, refrigerado y descongelado) luego se colocó en la platina de calentamiento (Osaka, OK 51, España) a 38°C por 20 min, se tomó el portaobjetos y se hicieron cinco inmersiones (rápidas) en la tinción fijadora (#1) Diff quick, seis inmersiones (rápidas) en la solución de tinción (#2) Diff quick, siete inmersiones (rápidas) en la tinción de contraste (#3) Diff quick, en esta última parte se hace un lavado con agua estéril, hasta que el portaobjetos de un color rosado transparente; al cabo de 30 min de secado se almacenan para su posterior evaluación morfométrica.

La evaluación de la morfometría espermática fue realizada mediante el módulo de morfometría de un software disponible comercialmente (ISAS® V 1.2, Proiser, Barcelona, España). Este sistema consta de un microscopio (KRUS/ optronic, GmbH, Alemania) con un objetivo de campo claro y una cámara de vídeo (Sony/CCD AVC-D7CE, Sony Corporation, Tokyo, Japón), conectada a un computador (Acer, ZQK, Core i3, China). La intensidad de la fuente de iluminación y el desplazamiento de la cámara fueron iguales para todas las muestras. Las dimensiones morfométrica para el largo (L), ancho (W), área (A), perímetro (P) y la forma (elipticidad, rugosidad, elongación, regularidad y angulosidad) y el factor de forma de la cabeza espermática, conocido como p2a (relación P-A: $P^2/(4 \times \pi \times A)$), que toma un valor de 1, cuando la cabeza espermática es circular; incrementando su valor a medida que la célula experimenta elongación) (FIG 1). Se tomaron 200 imágenes por frotis; lo cual asegura un mínimo de 150 siluetas (cabezas) capturadas de manera efectiva,

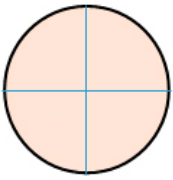
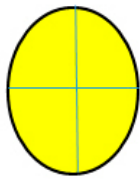
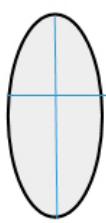
Cabeza circular	Cabeza ligeramente alargada	Cabeza alargada
		
Largo (L)= 1	Largo (L)=8,96	Largo=9,98
Ancho (W)= 1	Ancho (W)= 4,41	Ancho= 4,62
Área (A)= $\pi \cdot r^2$	Área (A)=34,83	Área =37,57
Perímetro (P)= $2\pi \cdot r$	Perímetro= 24,25	Perímetro= 27,20
P2a= $P^2/4\pi A = 1$	P2a= 1,34	P2a= 1,56

FIGURA 1. DESCRIPCIÓN DEL FACTOR DE FORMA. Si la cabeza espermática fuese circular, el valor de p2a sería es igual a 1 (cuadrante izquierdo). a medida que aumenta el valor de p2a, la forma de la cabeza será más alargada (cuadrantes medio y derecho) [39, 43].

desechando aquellas medidas inapropiadas que fueron excluidas del análisis. Las células espermáticas se seleccionaron al azar, para el análisis biométrico. Las medidas de cada CA de cada reproductor, fueron guardadas en una base de datos.

Metodología estadística

Los datos obtenidos (dimensiones de la cabeza y forma del SPZ) del sistema ASMA (Assisted Sperm Head Morphometry Analysis) son almacenados por el programa en una hoja de cálculo Excel®. Luego se realizó un traslado a un archivo TXT®, posteriormente a Word® y finalmente se concretó el análisis mediante el programa "Statistical Analysis System", software 8.2 (SAS Inst. Inc.; Carry, NC. EUA. 2002), para Windows. Para identificar la presencia de subpoblaciones (SP) en los eyaculados, las dimensiones y forma de la CA fueron sometidas a un análisis multivariado de agrupamiento jerárquico, el cual ha sido utilizado anteriormente para agrupar los SPZ en SP (Procedimiento FASCLUS, $P < 0,05$) según sus patrones de movilidad [32-34] y morfometría [35, 42], haciendo posteriormente una distribución de frecuencias mediante la técnica de ji-cuadrado, asociando las SP obtenidas versus el estado del semen durante proceso de criopreservación (recién colectado, refrigerado y descongelado). Para cada evaluación se realizaron 3 réplicas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I se agrupan los valores de las dimensiones de la CA en SP, además de incluir el porcentaje de cada SP en cada uno de los procesos o etapas de la criopreservación (semen recién colectado, refrigerado y descongelado).

Las SP1, representada por espermatozoides con la mayor longitud, perímetro y regularidad, la cual disminuye ligeramente desde su recolección (35,12%) hasta completar su refrigeración/estabilización (32,93%) incluyendo su descongelación (30,92%), totalizando un cambio de 4,21% debido a los procesos de refrigeración, congelación-descongelación.

La SP2, representada con el 34,58% de SPZ con mayor ancho, área, perímetro y rugosidad, no obstante, posee la menor elipticidad y por ende es menos hidrodinámica. Esta población solo disminuye 1,15% durante la fase de refrigeración y 2,54% entre esta fase y la descongelación, totalizando un porcentaje de cambio de 3,69%.

La SP3, se caracteriza por ser la SP minoritaria (12,93%) y cuenta con SPZ pequeños y muy elípticos (por mayor hidrodinámica), menos anchos, de menor área y menos angulosos; sin embargo, son los más elongados y de mayor P2a. En el semen recién colectado representa una población de 9,58%, que incrementa durante en proceso de enfriamiento (12,88%) y congelación-descongelación (14,43%). Esta situación podría deberse a la pérdida de dimensiones de la SP1 y/o SP2 durante el proceso de criopreservación.

La SP4 consta el 20,11% de SPZ de menor longitud, área y perímetro, por ende la población de cabezas más pequeñas, lo cual se complementa al tener los espermios con formas menos elongadas, es decir más circulares y de menor regularidad. Durante el proceso de refrigeración solo una muy pequeña población de células espermáticas incrementan (18,48 a

TABLA I
SUBPOBLACIONES ESPERMÁTICAS DE LA MORFOMETRÍA DE LA CABEZA DURANTE
LOS TRES DIFERENTES PROCESOS DE CRIOPRESERVACIÓN SEMINAL

Parámetros	Subpoblaciones			
	SP1	SP2	SP3	SP4
Largo (µm)	9,96±0,41 ^a	9,52±0,33 ^c	9,64±0,28 ^b	9,05±0,26 ^d
Ancho (µm)	4,98±0,19 ^b	5,10±0,15 ^a	4,66±0,12 ^c	4,78±0,13 ^b
Área (µm ²)	41,29±2,85 ^b	42,53±1,88 ^a	39,10±2,05 ^c	38,10±1,64 ^d
Perímetro (µm)	26,52±1,01 ^a	26,52±0,69 ^a	25,89±0,72 ^b	25,08±0,61 ^c
Elípticidad	2,00±0,10 ^b	1,86±0,07 ^d	2,06±0,04 ^a	1,89±0,07 ^c
Rugosidad	0,73±0,03 ^b	0,76±0,02 ^a	0,73±0,02 ^b	0,76±0,02 ^a
Elongación	0,33±0,02 ^b	0,30±0,01 ^c	0,34±0,01 ^a	0,30±0,01 ^c
Regularidad	0,94±0,02 ^a	0,89±0,02 ^c	0,90±0,02 ^b	0,89±0,02 ^c
Angulosidad	0,50±0,02 ^c	0,53±0,02 ^a	0,48±0,01 ^d	0,52±0,02 ^b
p2a	1,35±0,06 ^b	1,31±0,04 ^c	1,36±0,04 ^a	1,31±0,03 ^c
Total de la muestra, N (%)	2715 (32,36)	2901 (34,58)	1087 (12,96)	1687 (20,11)
Fresco, N (%)*	667 (35,12)	699 (36,81)	182 (9,58)	351 (18,48)
Refrigerado, N (%)*	675 (32,93)	731 (35,66)	264 (12,88)	380 (18,54)
Descongelado, N (%)*	1373 (30,92)	1471 (33,12)	641 (14,43)	956 (21,53)
Fresco Vs. Descongelado (%)	-4,21	-3,69	4,85	3,04

Diferentes letras en los valores de las filas (superíndices: a, b, c, d) denota diferencias significativas (P≤0,01).

18,54%), pero durante la fase de congelación-descongelación el incremento es mayor, no obstante, insignificante sin superar el 3% (21,53%).

En esta investigación, los cambios en las SP durante las diferentes fases del proceso de criopreservación fueron mínimos (menos del 5%), sin embargo, los valores medios morfométricos obtenidos en las subpoblaciones durante todo el proceso de criopreservación fueron superiores a los reportado por la mayoría de los trabajos revisados [4, 9, 13, 15, 21, 25, 44, 45, 47]. Es importante destacar que esta investigación fue realizada bajo condiciones tropicales y la comparativa se realizó con trabajos realizados en países de clima templado, lo cual apertura una línea de investigación que determine si los SPZ de caprino u otras especies poseen mayores dimensiones debido al efecto medioambiental del trópico. En un trabajo previo [36] se aseveró que, las diferencias en dimensiones entre cada investigación podrían explicarse por la tinción usada, no obstante, en esta investigación se utilizó la tinción de Diff quick®, la cual fue utilizada en algunas de las investigaciones referidas donde las dimensiones fueron inferiores a las obtenidas en este ensayo; este hecho descarta que los valores obtenidos sean debido a la tinción utilizada.

La dinámica biométrica de las subpoblaciones espermáticas sometidas a estrés térmico con frío es muy cambiante debido a que la célula adopta su forma dependiendo del medio donde se encuentre. Este cambio de forma y dimensión se debe al deterioro de la membrana acrosomal, lo cual afecta sustancialmente las dimensiones del SPZ. Este hecho se

produce debido a que la asociación entre el estrés por frío y el diluyente de congelación que se utiliza de manera rutinaria causa una deshidratación progresiva de los SPZ, que comienza con la reacción del acrosoma producto del cambio en la distribución de enzimas en las membranas [29] y termina con los cambios de estructura del ADN; para algunos autores el efecto final es la fragmentación del ADN y para otros la sobre condensación. Es conocido que, después de la adición del medio crio protector (lo cual ocurre antes de la congelación) las células funcionales se deshidratan y disminuyen de dimensión debido al agua que fluye al exterior de la célula, no obstante, al descongelarse los SPZ que no se les han deteriorado sus membranas se hidratan de nuevo y recuperan “parcialmente” sus dimensiones porque el agua y el crioprotector entran al interior de la célula, debido a la recuperación del equilibrio osmótico [2].

El uso del parámetro p2a utilizado en este experimento explica que durante el proceso de refrigeración las células espermáticas caprinas tienden a hincharse, no obstante, una vez descongelada la muestra seminal los SPZ adquieren parcialmente su tamaño original [23, 39, 43]. Cuando los espermios contenidos en una muestra seminal han experimentado pérdida sustancial de sus dimensiones y forma es porque el proceso de criopreservación ha propiciado una mortalidad espermática acentuada. Los SPZ muertos han modificado la función de la membrana y han perdido parte de su contenido intracelular como resultado de la degeneración [16]. Esto explica el daño incurrido en las células espermáticas frente a los cambios físico-químicos y de adaptación fisiológica de las células a los diferentes estresores criobiológicos. Se ha enfatizado que la vitalidad espermática

en semen criopreservado depende de muchos factores como: la técnica de congelación, la composición de los diluyentes, la dilución en sí, los lapsos de tiempos adecuados entre la refrigeración y la congelación y el método de descongelación [1]. También es sumamente importante congelar muestras seminales que tengan un 80% de SPZ normales para lograr tasas más altas de fecundación [6].

El efecto de la criopreservación sobre la morfometría de la CA ha sido estudiado en caprinos [20, 25]. Estos estudios han referido una reducción importante de las dimensiones de la cabeza e incluso variación en su forma. Diferentes hipótesis han sido propuestas para explicar la causa de la reducción de las dimensiones del SPZ debido al proceso de criopreservación, que incluyen los cambios osmóticos [5, 10], alteración de los compartimientos celulares [5, 16], daño o pérdida del acrosoma [30, 46] y un aumento de la condensación de la cromatina espermática [3, 40].

Es conocido también que pueden existir respuestas variadas al proceso de criopreservación, entre individuos e incluso entre eyaculados de un mismo individuo [28]. Este hecho se ha utilizado para realizar una clasificación de buenos o malos congeladores basándose en el porcentaje de pérdida de su calidad seminal entre el semen recién colectado y descongelado, siendo la morfometría espermática una herramienta óptima para lograr este objetivo. Este hecho se fundamenta en trabajos previos [28]. Hidalgo y col. [20] observaron en espermios de caprinos, que los cambios morfométricos fueron menores en muestras de excelente calidad en semen recién colectado, mientras que, en muestras de peor calidad, la pérdida de dimensiones debido al choque por frío fue muy superior. Estesio y col. [12] observaron que los SPZ con mayor resistencia al proceso de criopreservación se caracterizan por tener menor área de la cabeza e incremento del factor de forma de cabeza (definido como la relación longitud / anchura). Aunado a esto se observan cambios mínimos en las dimensiones de los SPZ. Ramon y col. [38] han avanzado un poco más en la predicción de la crio-resistencia de SPZ. Si bien un estudio general de las características morfométricas de la CA de carnero en cada etapa del proceso de congelación no permitió una identificación adecuada de los machos con mejor potencial, condujo a la identificación de diferentes patrones claramente definidos que propician su crio-conservación. Además, estos autores demostraron que cada macho conservaba su patrón de respuesta para todos los eyaculados examinados, y que los machos que compartían el mismo patrón de respuesta estaban estrechamente relacionados, lo que sugiere la posibilidad de un control genético de la respuesta.

Es importante destacar que, la mayoría de los estudios sobre el efecto de la crio-conservación en la morfología de los SPZ se han centrado en la evaluación de las características de la CA, sin embargo, recientemente se demostró que ciervos (*Cervus elaphus*) que no diferían en las dimensiones de la cabeza de sus SPZ mostraron diferencias significativas en la crio-resistencia de los SPZ, relacionado la respuesta al volumen de la pieza principal [41]. Este estudio indica un papel clave del flagelo del SPZ durante la crio-conservación y sugiere nuevos enfoques para la caracterización de los SPZ con buena crio-resistencia [28].

Actualmente, el estudio de muestras seminales agrupadas

en subpoblaciones de acuerdo a la biometría espermática en caprinos [11, 22] y otras especies [14, 15, 26, 31, 42] están establecidas, no obstante, el origen de estas diferencias grupales no ha sido dilucidado aún, y se han planteado algunas hipótesis bien fundamentadas que atribuye al proceso de maduración en el epidídimo como posible explicación a las diferencias en la morfología. [14, 31].

CONCLUSIÓN

Al observar los efectos de la criopreservación, sobre la morfometría espermática en el semen caprino, se puede concluir que las CE de los SPZ se adaptan muy bien al estrés por frío, propiciando un cambio sutil en el porcentaje de las subpoblaciones espermáticas desde el proceso de recolección y durante la refrigeración y congelación- descongelación.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] ABOAGLA, E.; TERADA, T. Effects of egg yolk during the freezing step preservative on the viability of goat spermatozoa. **Theriogenol.** 62:1160-1172. 2004.
- [2] AGCA, Y.; GILMORE, J.; BYERS, M.; WOODS, E.; LIU, J.; CRITSER, J. Osmotic characteristics of mouse spermatozoa in the presence of extenders and sugars. **Biol. Reprod.** 67:1493-1501. 2002.
- [3] ÁLVAREZ, M.; GARCIA-MACIAS, V.; MARTINEZ-PASTOR, F.; MARTINEZ, F.; BORRAGAN, S.; MATA, M.; GARDE, J.J.; ANEL, L.; DE PAZ, P. Effects of cryopreservation on head morphometry and its relation with chromatin status in brown bear (*Ursus arctos*) spermatozoa. **Theriogenol.** 70:1498-1506. 2008.
- [4] ARAGÃO, F. Otimização da criopreservação seminal e fertilização assistida em cyprinus carpio (Actinopterygii) no semiárido brasileiro. Universidade Estadual Do Ceará. Tese (Doctourado). 93 pp. 2016.
- [5] ARRUDA, RP.; BALL, BA.; GRAVANCE, CG.; GARCIA, RP.; LIU, IK. Effects of extenders and cryoprotectants on stallion sperm head morphometry. **Theriogenol.** 58:252-256. 2002.
- [6] ATTIA, S.; KATILA, T.; ANDERSSON, M. The effect of sperm morphology and sire fertility on calving rate of Finnish Ayrshire AI bulls. **Reprod. Domest. Anim.** 51:54-58. 2016.
- [7] BENSON, JD.; WOODS, EJ.; WALTERS, EM.; CRITSER, JK. The cryobiology of spermatozoa. **Theriogenol.** 78:1682-1699. 2012.
- [8] CASEY, P.J.; GRAVANCE, CG.; DAVIS, RO.; CHABOT, DD.; LIU, IK. Morphometric differences in sperm head dimensions of fertile and subfertile stallions. **Theriogenol.** 47:575-582. 1997.
- [9] CAVALCANTE, T. Plasma concentrations of testosterone and fertility of bucks of the Alpine and Boer breed during breeding and nonbreeding season. Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, UNESP, Jaboticabal-SP. Thesis of Grade. 77pp. 013.

- [10] CURRY, MR.; KLEINHANS, FW.; WATSON, PF. Measurement of the water permeability of the membranes of boar, ram, and rabbit spermatozoa using concentration-dependent self-quenching of an entrapped fluorophore. **Cryobiol.** 41:167-73. 2000.
- [11] DORADO, J. Respuesta a la congelación-descongelación del esperma de macho cabrío. Universidad de Córdoba. Facultad de Veterinaria. Tesis Doctoral. 203pp. 2003.
- [12] ESTESO, MC.; SOLER, AJ.; FERNÁNDEZ-SANTOS, MR.; QUINTERO-MORENO, A.; GARDE, JJ. Functional significance of the sperm head morphometric size and shape for determining freezability in Iberian red deer (*Cervus elaphus hispanicus*) epididymal sperm samples. **J. Androl.** 27:662-670. 2006.
- [13] ESTESO, M.; RODRÍGUEZ, E.; TOLEDANO-DÍAZ, A.; CASTAÑO, C.; PRADIEE, J.; LÓPEZ-SEBASTIÁN, A.; SANTIAGO-MORENO, J. Descriptive analysis of sperm head morphometry in Iberian ibex (*Capra pyrenaica*): optimum sampling procedure and staining methods using Sperm-Class Analyzer®. **Anim. Reprod. Sci.** 155:42-49. 2015.
- [14] GONZÁLEZ, D.; QUINTERO-MORENO, A.; GARDE, J.; ESTESO, M.; FERNÁNDEZ-SANTOS, M.; RUBIO-GUILLÉN, J.; MEJÍA, W.; GONZÁLEZ, Y.; LEÓN, G.; BOHÓRQUEZ, R. Caracterización morfométrica de la cabeza del espermatozoide porcino mediante análisis computarizado (resultados preliminares). **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** XVIII (5): 570-577. 2008.
- [15] GRAVANCE, C.; WHITE, C.; ROBERTSON, K.; CHAMPION, Z.; CASEY, P. The effects of cryopreservation on the morphometric dimensions of caprine sperm beads. **Anim. Reprod. Sci.** 49:37-43. 1997.
- [16] GRAVANCE, C.; VISHWANATH, R.; PITT, C.; GARNER, D.; CASEY, P. Effects of cryopreservation on bull sperm head morphometry. **J. Androl.** 19:704-709. 1998.
- [17] GRAVES, JE.; HIGDON, HL.; BOONE, WR.; BLACKHURST, DW. Developing techniques for determining sperm morphology in today's andrology laboratory. **J. Assisted Reprod. Genet.** 22: 219-225. 2005.
- [18] HERNÁNDEZ-CORREDOR, L.; NIVIA-OSUNA, A.; HERNÁNDEZ-VILLAMIZAR, D.; RUBIO-PARADA, J.; QUINTERO-MORENO, A. Evaluación de la movilidad espermática de semen caprino criopreservado bajo diferentes medios diluyentes a través del sistema CASA. **Rev. Respuesta** 2: 16-27. 2013.
- [19] HERNÁNDEZ-CORREDOR, L.; DORADO, J.; QUINTERO-MORENO, A.; ORTIZ, I.; BUZÓN A.; CORZO, M.; HIDALGO, M. Efecto de dos diluyentes a base de lecitina de soya sobre parámetros morfométricos en semen caprino. **Rev. SENNOVA** 1(1): 30-43. 2014.
- [20] HIDALGO, M.; RODRIGUEZ, I.; DORADO, J.M. The effect of cryopreservation on sperm head morphometry in Florida male goat related to sperm freezability. **Anim. Reprod. Sci.** 100: 61-72. 2001.
- [21] HIDALGO, M.; RODRÍGUEZ, I.; DORADO, J.M. Influence of staining and sampling procedures on goat sperm morphometry using the Sperm Class Analyzer. **Theriogenol.** 66: 996-1003. 2006.
- [22] HIDALGO, M.; RODRÍGUEZ, I.; DORADO, J. The effect of cryopreservation on sperm head morphometry in Florida male goat related to sperm freezability. **Anim. Reprod. Sci.** 100: 61-72. 2007.
- [23] JIMÉNEZ-RABADÁN, P.; GARCÍA-ÁLVAREZ, O.; VIDAL, A.; MAROTO-MORALES, A.; INIESTA-CUERDA, M.; RAMÓN, M.; DEL OLMO, E.; FERNÁNDEZ-SANTOS, R.; GARDE, J.J.; SOLER, A.J. Effects of vitrification on ram spermatozoa using free-egg yolk extenders. **Cryobiol.** 71: 85-90. 2015.
- [24] LASIENE, K.; GEDRIMAS, V.; VITKUS, A.; GLINSKYTE, S.; LASYS, V.; VALANCIUTE, A.; SIENKIEWICZ, W. Evaluation of morphological criteria of sperm quality before in vitro fertilization and intracytoplasmic sperm injection. **Pol. J. Vet. Sci.** 16:773-785. 2013.
- [25] MARCO-JIMENEZ, F.; VIUDES-DE C, M.; BALASCH, S.; MOCE, E.; SILVESTRE, M.; GOMEZ, E.; VICENTE, J. Morphometric changes in goat sperm heads induced by cryopreservation. **Cryobiol.** 52:295-304. 2006.
- [26] MAROTO-MORALES, A. Evaluación objetiva de la morfometría de los espermatozoides de ovino (*Ovis aries*). Relaciones con la fertilidad. Universidad de Castilla-La Mancha. Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos. Tesis Doctoral. 112pp. 2012.
- [27] MAROTO-MORALES, A.; RAMÓN, M.; GARCÍA-ÁLVAREZ, O.; MONTORO, V.; SOLER, AJ.; FERNÁNDEZ-SANTOS, MR.; ROLDAN, ERS.; PÉREZ-GUZMÁN, MD.; GARDE, JJ. Sperm head phenotype and male fertility in ram semen. **Theriogenol.** 84:1536-1541. 2015.
- [28] MAROTO-MORALES, A.; GARCIA-ALVAREZ, O.; RAMÓN, M.; MARTINEZ-PASTOR, F.; FERNANDEZ-SANTOS, MR.; SOLER, J.; GARDE, JJ. Current status and potential of morphometric sperm analysis. **Asian J. Androl.** 18: 863-870. 2016.
- [29] MARTI, J.; APARICIO, I.; GARCÍA-HERREROS, M. Head Morphometric changes in cryopreserved ram spermatozoa are related to sexual maturity. **Theriogenol.** 75: 473-481. 2011.
- [30] PEÑA, AI.; LUGILDE, LL.; BARRIO, M.; HERRADON, PG.; QUINTELA, LA. Effects of Equex from different sources on post thaw survival, longevity and intracellular Ca2+concentration of dog spermatozoa. **Theriogenol.** 59: 1725-1739. 2003.

- [31] PEÑA, F.; SARAVIA, F.; GARCÍA-HERREROS, M.; NUÑEZ-MARTÍNEZ, I.; TAPIA, J.; JOHANNISSON, A.; WALLGREN, M.; RODRIGUEZ-MARTÍNEZ, H. Identification of sperm morphometric subpopulations in two different portions of the boar ejaculate and its relation to post thaw quality. **J. Androl.** 26(6): 716-723. 2005.
- [32] QUINTERO-MORENO, A.; MIRÓ, J.; RIGAU, T.; RODRÍGUEZ-GIL, J.E. Identification of sperm subpopulations with specific motility characteristics in stallion ejaculates. **Theriogenol.** 59: 1973-1990. 2003.
- [33] QUINTERO-MORENO, A.; RIGAU, T.; RODRÍGUEZ-GIL, J.E. Regression analyses and motile sperm subpopulation structure study as improving tools in boar semen quality analyses. **Theriogenol.** 61:673-690. 2004.
- [34] QUINTERO-MORENO, A.; RIGAU, T.; RODRÍGUEZ-GIL, J.E. Multivariate cluster analysis regression procedures as tools to identify motile sperm subpopulations in rabbit semen and to predict semen fertility and litter size. **Reprod. Domest. Anim.** 42:312-319. 2007.
- [35] QUINTERO-MORENO, A.; GONZÁLEZ, D.; GARDE, J.J.; ESTESO, M.; FERNÁNDEZ-SANTOS, M.; CARVALHO, J.L.; MEJÍA, W.; LEÓN, G. Valoración morfométrica de la cabeza del espermatozoide del cerdo doméstico según su edad. **Rev. Cientif. FVC-LUZ.** XIX (2): 153-156. 2009.
- [36] QUINTERO-MORENO, A.; RAMÍREZ, M.; NAVA-TRUJILLO, H.; HIDALGO, M. Comparison of two histologic stains in the evaluation of sperm head morphometric measurements in frozen-thawed bull semen. **Acta Microscop.** 24(2): 103-110. 2015.
- [37] RAMÓN, M.; MARTÍNEZ-PASTOR, F.; GARCÍA-ÁLVAREZ, O.; MAROTO-MORALES, A.; SOLER, J.; JIMÉNEZ-RABADÁN, P.; FERNÁNDEZ-SANTOS, M.R.; BERNABÉU, R.; GARDE, J. Taking advantage of the use of supervised learning methods for characterization of sperm population structure related with freezability in the Iberian red deer. **Theriogenol.** 77:1661-1672. 2012.
- [38] RAMÓN, M.; PÉREZ-GUZMÁN, MD.; JIMÉNEZ-RABADÁN, P.; ESTESO, MC.; GARCÍA-ÁLVAREZ, O.; MAROTO-MORALES, A.; ANEL-LÓPEZ, L.; SOLER, AJ.; FERNÁNDEZ-SANTOS, R.; GARDE, JJ. Sperm Cell Population Dynamics in Ram Semen during the Cryopreservation Process. **PLoS ONE** 8(3): e59189. 2013a.
- [39] RAMÓN, M.; SOLER, A.; ORTIZ, J.; GARCÍA-ÁLVAREZ, O.; MAROTO-MORALES, A.; ROLDAN, E.; GARDE, J.J. Sperm population structure and male fertility: an intraespecific study of sperm design and velocity in red deer. **Biol. Reprod.** 89:110. 2013b.
- [40] RIJSSELAERE, T.; VAN SOOM, A.; HOFACK, G.; MAES, D.; DE KRUIF, A. Automated sperm morphometry and morphology analysis of canine semen by the Hamilton Thorne analyzer. **Theriogenol.** 62: 1292-1306. 2004.
- [41] ROS-SANTAELLA, JL.; DOMINGUEZ-REBOLLEDO, AE.; GARDE, JJ. Sperm flagellum volume determines freezability in red deer spermatozoa. **PLoS One** 9: e112382. 2014.
- [42] RUBIO-GUILLÉN, J.; GONZÁLEZ, D.; GARDE, J.J.; ESTESO, M.; FERNÁNDEZ-SANTOS, M.; RODRÍGUEZ-GIL, J.E.; MADRID-BURY, N.; QUINTERO-MORENO, A. Effects of cryopreservation on bull spermatozoa distribution in morphometrically distinct subpopulations. **Reprod. Domest. Anim.** 42: 354-357. 2007.
- [43] SAILER, BL.; JOST, LK.; EVENSON, DP. Bull sperm head morphometry related to abnormal chromatin structure and fertility. **Cytometry** 24:167-173. 1996.
- [44] SINHA, C.; YADAV, S.; YADAV, B.; KUMAR, J.; SINGH, K. Objective assessment of sperm morphometry of Barbari Bucks. **Ind. J. Small Rumin.** 20(2): 129-131. 2014.
- [45] TABAREZ, A. Optimización del protocolo de criopreservación de semen caprino de la raza autóctona en peligro de extinción Blanca de Rasquera. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Tesis Doctoral. 264 pp. 2014.
- [46] THOMAS, C.; GARNER, D.; DEJARNETTE, J.; MARSHALL, C. Fluorometric assessments of acrosomal integrity and viability in cryopreserved bovine spermatozoa. **Biol. Reprod.** 56: 991-998. 1997.
- [47] VICENTE-FIEL, S.; PALACIN, I.; SANTOLARIA, P.; YANIZ, J. A comparative study of sperm morphometric subpopulations in cattle, goat, sheep and pigs using a computer-assisted fluorescence method (CASMA-F). **Anim. Reprod. Sci.** 139: 182-189. 2013.

USO DE LA TÉCNICA DE TINCIÓN GIEMSA MODIFICADA PARA EVALUAR LA INTEGRIDAD ACROSOMAL EN ESPERMATOZOIDES DE MAMÍFEROS (NOTA TECNICA)

USE OF THE MODIFIED GIEMSA STAINING TECHNIQUE TO EVALUATE ACROSOMAL INTEGRITY IN MAMMALIAN SPERMES (TECHNICAL NOTE)

Adrian Emmanuel Iglesias-Reyes¹, Jesús Alberto Guevara-González², Osvaldo López-Díaz², Alda Rocío Ortiz-Muñoz³, Rubén Huerta-Crispín⁴, María de Lourdes Juárez-Mosqueda⁵ y Alejandro Córdova-Izquierdo^{2*}

¹Maestría en Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. ²Departamento de Producción Agrícola y Animal. AM-Xochimilco. ³Departamento de Ciencias de la Salud UAM-Iztapalapa. ⁴Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. ⁵Departamento de Morfología. FMVZ-UNAM.

Autor de correspondencia: *acordova@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Es importante diseñar técnicas eficientes, prácticas y fáciles de realizar para valorar la integridad acrosomal (VIA) de los espermatozoides (EPZ). El objetivo fue evaluar la modificación de la técnica de tinción Giemsa para valoración de VIA en EPZ de mamíferos. Se evaluaron 140 laminillas con EPZ de 4 diferentes mamíferos (bovinos, ovinos, porcinos y humanos), se dividieron en dos grupos (70 laminillas por grupo). El primer grupo, evaluó VIA con la técnica clásica de tinción Giemsa y el segundo, con la técnica modificada de Giemsa. Se compararon las medias de VIA y los tiempos de cada una de las técnicas. No hubo diferencia entre las medias de VIA en ambas técnicas; la técnica modificada redujo en 90 minutos el tiempo de realización y mejor claridad de la imagen. En conclusión, la técnica de tinción modificada disminuye el tiempo de valoración de VIA y muestra una mejor nitidez de la imagen.

Palabras clave: Espermatozoides de mamíferos; espermatozoides ; Giemsa; integridad acrosomal; valoración

ABSTRACT

It is important to design efficient, practical, and easy-to-perform techniques to assess the acrosomal integrity (AAI) of sperm antes de SPERM (SPZ). The objective was to evaluate the modification of the Giemsa staining technique for AAI assessment in mammalian SPZ. One hundred forty SPZ flakes from 4 different mammals (cattle, sheep, pigs and humans) were evaluated, they were divided into two groups (70 flakes per group). In the first group, AAI was evaluated with the classical Giemsa staining technique and the second with the modified Giemsa technique. The AAI means and the times of each of the techniques were compared. There was no difference between the AAI means in both techniques; the modified technique reduced the execution time and improved image clarity by 90 minutes. In conclusion, the modified staining technique decreases the AAI assessment time and shows better image sharpness.

Key words: Acrosomal integrity; assessment; Giemsa; mammalian sperm; sperm

INTRODUCCIÓN

La conservación de semen puede causar daños en la estructura de los espermatozoides (EPZ) o cambios en la distribución de enzimas en las membranas, disminuyendo su capacidad fecundante [8]. Para conocer esto se han creado diversas pruebas en el laboratorio que están basadas exclusivamente en la evaluación de la estructura celular, permitiendo valorar adecuadamente una muestra seminal y así poder predecir la fertilidad del macho [4, 14]. Las pruebas ideales son aquellas que de forma sencilla y eficaz permiten realizar pruebas diagnósticas para evaluar la capacidad fecundante de un eyaculado [13].

El acrosoma es una estructura ubicada en la parte apical de la cabeza espermática, juega un papel fundamental en la fecundación, ya que los daños en la misma generan la liberación de enzimas de su interior, perdiendo la capacidad de fecundación de los EPZ [1, 13, 18]. La determinación de la valoración de integridad acrosomal (VIA) es uno de los parámetros espermáticos de mayor importancia debido a su papel en la reacción acrosomal (RA) para la fecundación del ovocito, observándose una relación entre el VIA y la tasa de fecundación, por lo que conviene realizar pruebas específicas para la valoración de VIA como una forma de predicción de fertilidad [3, 14].

Existen diversas técnicas que permiten realizar la valoración de VIA, entre las que destacan los métodos fluorescentes, donde se conjugan diversas sustancias de alto costo y complicadas de conseguir, con equipo especializado, haciendo a estas técnicas poco comunes de realización [11, 16]. Debido a esto, se han diseñado otras pruebas utilizadas habitualmente en los laboratorios como práctica de rutina y que son más accesibles, en donde solo se requiere un microscopio de contraste de fases, entre las que se pueden mencionar: Eosina-Nigrosina, Eosina-Verde rápido, Tinción triple, Tinción *Spermac* y Tinción de Giemsa (TG), posiblemente siendo esta última la técnica de tinción más utilizada [2, 3, 15]. El objetivo fue evaluar la modificación de la técnica de tinción Giemsa para valoración de VIA en EPZs de mamíferos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fueron valoradas por una sola persona especializada la VIA de 140 laminillas con EPZ de 4 diferentes especies de mamíferos: bovinos (*Bos taurus*), ovinos (*Ovis aries*), porcinos (*Sus scrofa domesticus*) y humanos (*Homo sapiens*). En bovinos y ovinos, las muestras fueron obtenidas de semen descongelado, para las muestras de porcinos fue de semen diluido y para el semen de humanos, estas fueron de semen fresco.

Las laminillas se dividieron en dos grupos con 70 laminillas cada uno. El primer grupo, fue teñido con la metodología clásica de TG para valorar VIA, propuesta por Watson y Martín [19]. El segundo grupo, una vez seco el frotis de EPZ, el proceso de fijación se llevó a cabo mediante la adición de alcohol etílico de 96°, el cual se adicionó con una inclinación en la laminilla de 35° a chorro lento y continuo durante 5 segundos (seg). (FIG. 1) y se dejó secar en un agitador de placa calentadora de cerámica (marca y fabricante Wigger Hauser, modelo MSC-400 Magnetic stirrer, Alemania) a 36 °C hasta que el alcohol se deshidrató por completo. Posteriormente, se agregó la TG (Sigma-Aldrich)

previamente preparado con 0,6 gramos(g) de Giemsa, en 20 mililitros (mL) de agua destilada y se mantuvo durante 15 minutos (min), posteriormente se enjuagó con agua destilada, a chorro lento y continuo con una inclinación de la laminilla de 35°, procurando que el chorro no toque la porción donde se encuentra el frotis de EPZ FIG. 1 dejándose secar en una platina durante 2 min a 36 °C. La evaluación de VIA se realizó, al microscopio óptico (marca OPTISUM, modelo: MIC440 fabricante DESEGO, México) en el objetivo de 1000X con aceite de inmersión. Para ambos, se contaron 200 EPZ por laminilla y se obtuvo el porcentaje de VIA, observando si existían diferencias en la nitidez de las estructuras acrosomales.

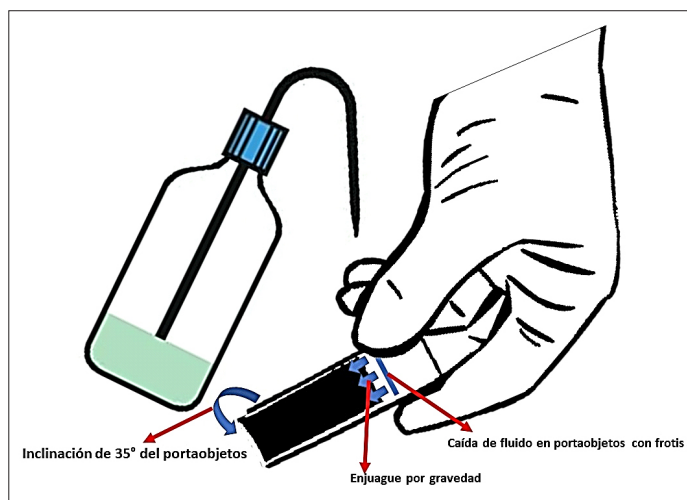


FIGURA 1. TÉCNICA DE COLOCACIÓN DE ALCOHOL DE 96° PARA FIJACIÓN DEL FROTIS Y ENJUAGUE CON AGUA DESTILADA

Se compararon las medias de porcentajes de VIA y se valoró el tiempo de realización de la técnica en ambos grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a VIA, no hubo diferencia entre ambos grupos, lo cual significa que se puede utilizar la técnica de TG modificada, obteniendo buena medición de VIA; por otro lado, también se pudo observar que la técnica modificada reduce en 90 min el tiempo de tinción de VIA, al no colocarse durante 90 min en la TG y 15 min en el formaldehído al 5%, como se debe hacer en la técnica original (TABLA I); se puede decir que la técnica de TG modificada, es eficiente, rápida y sencilla de realizar, cumpliendo las características que indicaron [13] de las técnicas de laboratorio para evaluación de semen.

La modificación de la técnica de TG no es afectada por los diluyentes de congelación, lo cual puede ser observado en las FIGS. 2 (2-B y 3-B), en las cuales se utilizó semen de bovino y ovino descongelado, obteniendo mejor nitidez de la imagen del acrosoma con la técnica de TG modificada; así como lo indicaron Muño y col. [12], quienes mencionan que la mayoría de las tinciones empleadas para microscopía óptica, no son adecuadas para la evaluación de semen, ya que requieren el uso de fijadores, como formaldehído o glutaraldehído, que suelen interferir con los diluyentes utilizados para la congelación, dificultando de manera

TABLA I
PARÁMETROS COMPARATIVOS DE AMBAS TÉCNICAS DE TINCIÓN GIEMSA

Parámetros	Técnica De Tinción Con Giemsa	
	Clásica	Modificada
Media	90, 157%	90, 928%
Desviación Estándar	5.1404%	4.8434%
Primer Cuartil	88%	89%
Segundo Cuartil	91%	91%
Tercer Cuartil	94%	94%
Tiempo De Realización	115 Min	25 Min

importante el análisis.

En las FIGS. 2 (1-B, 2-B, 3-B y 4-B) se puede observar que al utilizar la técnica de TG modificada se tiene una mejor nitidez de la imagen de VIA, a comparación de los EPZ teñidos con la técnica original (FIG. 2 (1-A, 2-A, 3-A y 4-A)), por lo que el alcohol de 96° utilizado, cumple un papel sumamente importante al permitir la fijación de EPZ en el frotis para su tinción; esto puede ser debido al uso del alcohol de 96° como fijador del frotis, como lo indicaron González y col. [6, 7] los cuales mostraron que el alcohol de 96° es un buen fijador que conserva sin alterar componentes celulares, pero con escasa penetración, por lo que se utiliza para fijar extendidos citológicos, en los cuales se utiliza en spray durante pocos segundos (seg) y se deja secar al aire, permitiendo fijar la muestra obtenida y posteriormente colocar la tinción [10], coincidiendo con Juárez y col. [9], que utilizaron alcohol de 70° en conjunto con alcohol de 96° y su combinación con otros reactivos para la evaluación de la morfología normal del EPZ, mientras que varios autores [5, 17] utilizaron el alcohol de 96° para fijar muestras de EPZ humanos, poder observar el grado de madurez nuclear y morfología espermática obteniendo buenos resultados.

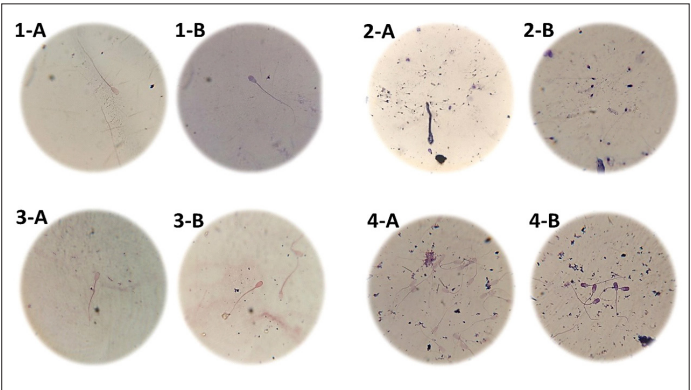


FIGURA 2. FOTOGRAFÍA DE NAR CON EPZS DE BOVINOS, PORCINOS, HUMANOS Y OVINOS OBSERVADO CON MICROSCOPIO ÓPTICO A 1000X 1-A

EPZs de bovinos teñidos con técnica de tinción Giemsa clásica y 1-B EPZs de bovinos teñidos con la modificada. 2-A EPZs de humanos teñidos con técnica de tinción Giemsa clásica y 2-B EPZs de humanos teñidos con la modificada. 3-A EPZs de ovinos teñidos con técnica de tinción Giemsa clásica y 3-B EPZs de

ovinos teñidos con la modificada. 4-A EPZs de porcinos teñidos con técnica de tinción Giemsa clásica y 4-B EPZs de porcinos teñidos con la modificada.

CONCLUSIONES

La técnica de TG modificada disminuye el tiempo de valoración de VIA y muestra mejor nitidez de la imagen del acrosoma al momento de la observación.

AGRADECIMIENTO

Al laboratorio de análisis clínicos y al laboratorio de Histopatología Veterinaria de la Universidad Autónoma Metropolitana Unida Xochimilco por las facilidades brindadas para la realización del trabajo de laboratorio. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), México por el apoyo para la beca de Maestría en Ciencias Agropecuarias con número de registro 624422, proporcionada al primer autor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ATUESTA, BJE; GRAJALES, LHA; LÓPEZ, BM. Evaluación de la integridad de la membrana acrosomal a inducción física y química de la reacción acrosómica en EPZs de conejos línea Caldes. **Rev. Spei Domus** 8: 16-28. 2012.

[2] BERNARDI, SF; ALLENDE, R; MAZZEO, MJ; MARINI, PR. Evaluación de los cambios ocasionados en EPZs bovinos por apariciones en el manejo de las dosis durante su manipulación en inseminación artificial. **Invest. Vet.** 13: 25-38. 2011.

[3] BONET, S; MARTÍNEZ, E; RODRÍGUEZ, EJ; BARRERA, X. Técnicas de análisis rutinario de la calidad espermática: motilidad, viabilidad, concentración, resistencia osmótica y morfología espermática. **Manual de Técnicas de Reproducción Asistida en Porcino**. Universidad de Girona. Red Temática Nacional de Reproducción Porcina. Pp 19-38. 2006.

[4] DÍAZ, FO; MESA, H; VALENCIA, MJG; GÓMEZ, LGH; URI-BE, FJ. Evaluación de la integridad acrosomal y la funcionalidad bioquímica de la membrana espermática en cerdos productores con gotas citoplasmáticas persistentes. **Rev Científ FCV-LUZ**. XIX (5): 500-505. 2009.

- [5] FERNÁNDEZ, VR; HORTAS, NML; CASTILLA, JA; LÓPEZ, TCM; VALLADARES, MJC; ALAMINOS, MM; RUIZ, MA; CASTEJÓN, CFJ; SÁNCHEZ, LT. Alteraciones de la madurez nuclear en EPZs de varones con antecedentes de criptorquidia. **Cirug. Pediát.** 14: 95-97. 2001.
- [6] GONZÁLEZ, VA; MAC, DM; GROSMAN, G. Normas para el procedimiento de registro, rotulación, traslado y recepción de biopsias y citología al servicio de anatomía patología del Hospital Provincia Neuquen. Metodología en elaboración de Guías de Prácticas Clínicas. Comité de Docencia e Investigación. Pp. 1-17. 2015.
- [7] GORODNER, OZ. Técnicas histológica. **Histología: métodos e instrumentos de estudio de la histología**. Universidad Nacional del Noreste. Facultad de Medicina. Pp. 1-13. 2013.
- [8] HERNÁNDEZ, CL; QUINTERO, MA; CAMARGO, RO; ROJAS, LM. Evaluación de la integridad funcional y estructura de EPZs caprinos criopreservados mediante diluyentes comerciales. **Rev. Científ. FVC-LUZ**. XXVII: 35-43. 2017.
- [9] JUÁREZ, DPF; DE-DIOS, VMD; SAGRERA, RJ; GUTIÉRREZ, HPR. Reversión de vasectomía con criopreservación sistemática de EPZs testiculares. **Rev. Intern. Androl.** 7: 215-221. 2009.
- [10] LÓPEZ, CP; CASASBUENAS, AJ. La biopsia y la citología, pilares del diagnóstico médico (II parte). **Rev. Méd. Sanitas** 18: 82-89. 2015.
- [11] MONTESINOS, IS; CARVALHO, JO; MALAQUIAS, JV; ARNHOLD, E; FRENEAU, GE; DODE, M; FIORAVANTI, MCS; SERENO, JRB. Evaluación del semen criopreservado de toros Curraleiro Pé Duro, pertenecientes al banco brasileiro de Germoplasma Animal. **Anim. Genet. Res.** 54: 135-140. 2014.
- [12] MUIÑO, R; FERNÁNDEZ, M; AREÁN, H; VIANA, JL; LÓPEZ, M; FERNÁNDEZ, A; PEÑA, AI. Nuevas tecnologías aplicadas al procesado y evaluación del semen bovino en centros de inseminación artificial. **ITEA**. 101: 175-191. 2005.
- [13] OSORIO, SRE; GIRALDO, JF; MESA, H; GÓMEZ, LG; HENAO, UFJ. Evaluación de la integridad acrosómica en el semen de verraco. **Vet. Zoot.** 1: 41-47. 2007.
- [14] PUENTE, MA; RODRÍGUEZ, D; TATAGLIONE, M. Viabilidad y estado acrosomal en EPZs de conejo. **Rev. Vet. Argen** 33: 1-7. 2016.
- [15] RESTREPO, BG; ÚSUGA, SA; ROJANO, BA. Técnicas para el análisis de la fertilidad potencial del semen equino. **Rev. CES Med. Vet. Zoot.** 8: 115-127. 2013.
- [16] RESTREPO, BG; VARELA, GE; USUGA, SA. Evaluación de la calidad espermática epididimal en hipopótamos *hipopotamus amphibius* (artiodactyla: hippopotamidae) ubicados en el magdalena medio, Colombia. **Acta Zool. Mex.** 32: 158-167. 2016.
- [17] SÁNCHEZ, SEM; OLÁEZ, HJR; ÁVILA, CA; LÓPEZ, ML; SÁNCHEZ, RSH. Alteraciones en el semen de pacientes con problemas de infertilidad. **Arch. Med.** 10: 1-17. 2014.
- [18] UGARELLI, A; EVANGELISTA, VS; SANTIANI, A. Evaluación de la integridad acrosomal en EPZs epididimarios de Alpaca mediante Citometría de Flujo. **Rev. Invest. Perú** 28: 130-140. 2017.
- [19] WHATSON, PF; MATIN, ICA. A comparison of changes in the acrosome of Deep-frozen ram and bull spermatozoa. **J. Reprod. Fertil** 28: 99-101. 1972.

AUMENTO DE LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS PELIBUEY SINCRONIZADAS CON FGA E INYECCIÓN DE BST Y ECG

INCREASE OF FERTILITY AND PROLIFICITY IN FGA SYNCHRONIZED PELIBUEY SHEEP, WITH BST AND ECG INJECTION

Netzi Naidí Méndez-Palacios¹, Joel Hernández Cerón², Néstor Méndez-Palacios¹, Felicitas Vázquez-Flores¹, Maximino Méndez-Mendoza¹ y Alejandro Córdova-Izquierdo^{3*}

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. ²Departamento de Reproducción. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM, México. ³Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, CDMX. Dr. Alejandro Córdova Izquierdo acordova@correo.xoc.uam.mx Calz. Del Hueso 1100 Col. Villa Quietud. C.P. 04960, Coyoacán, CDMX.

RESUMEN

La hormona del crecimiento bovina (bST) incrementa las concentraciones séricas del Factor de Crecimiento Insulinóide tipo I (IGF-I). Estas hormonas favorecen el desarrollo folicular, la fertilización y la sobrevivencia embrionaria. La administración de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) al momento de retirar la esponja con Acetato de Fluorogestona (FGA), este progestágeno aumenta la tasa de ovulación y la respuesta estral. En este estudio se probó la administración de bST 5 días (d) antes de retirar la esponja y eCG al retirar el tratamiento mejora la respuesta estral, la fertilidad y prolificidad en ovejas Pelibuey. Se utilizaron 100 ovejas Pelibuey con diferente número de partos. A todas las ovejas se les insertó una esponja intravaginal impregnada con 45 miligramos (mg) de FGA durante 12 d, 25 ovejas asignadas al azar fueron distribuidas en cuatro tratamientos: 1) bST recibieron 125 mg de bST vía subcutánea (SC) cinco d antes de retirar la esponja con FGA; 2) eCG recibieron 300 Unidades Internacionales (UI) de eCG vía SC al momento de retirar la esponja; 3) bST+eCG recibieron 125 mg de bST vía SC cinco d antes de retirar la esponja de FGA y 300 UI eCG vía Intramuscular (IM) al momento de retirar la esponja con FGA; 4) testigo o recibieron bST ni eCG. Se comparó la proporción de ovejas que presentaron estro, la Fertilidad y la Prolificidad. La respuesta estral fue similar ($P>0.05$) entre los grupos. El porcentaje de concepción fue mayor ($P<0.05$) en los grupos bST (83,%) y eCG+bST (100%) que en el testigo (65%), pero fue similar ($P>0.05$) en los grupos eCG (66,%) y testigo (65,2%). La proporción de ovejas con parto múltiple fue similar ($P>0.05$) en los grupos bST (35%) y testigo (20%); sin embargo, fue mayor en los grupos eCG (69%) y eCG+bST (80%). Se concluye que el tratamiento con bST cinco d antes de retirar la esponja de FGA más eCG al momento de retirar la esponja incrementa la fertilidad y la prolificidad en ovejas Pelibuey.

Palabras clave: bST; eCG; ovejas pelibuey; fertilidad; prolificidad

ABSTRACT

The bovine growing hormone (bST) increase the serum concentration of Insulin Grow Factor Type I (IGF-I). These hormones promote follicular development, fertilization and embryonic survival rates. The administration of Equine Chorionic Gonadotropin (eCG) when removing the sponge with Fluorogestone Acetate (FGA), this progestogen increases the ovulation rate and the estrous response. In this study, the administration of bST 5 days (d) before sponge removal and eCG when withdrawing treatment were tested to improve the estrous response, fertility and prolificacy in Pelibuey sheep. One hundred ewes of 100 Pelibuey ewes with different number of farrowings were used. All the sheep were inserted an intravaginal sponge impregnated with 45 milligrams (mg) of FGA for 12 d, 25 randomized sheep were distributed in four treatments: 1) bST received 125 mg of bST subcutaneously (SC) five d before removing the sponge with FGA; 2) eCG received 300 eCG International Units (IU) via SC at the time of sponge removal; 3) bST + eCG received 125 mg of bST via SC five d before removing the FGA sponge and 300 IU eCG Intramuscular (IM) at the time of removing the sponge with FGA; 4) witnessed or received bST or eCG. The proportion of ewes that presented estrus, Fertility and Prolificacy were compared. The estrous response was similar ($P>0.05$) between the groups. The conception percentage was higher ($P<0.05$) in the bST (83,%) and eCG + bST (100%) groups than in the control (65%), but it was similar ($P>0.05$) in the eCG (66,%) and control (65.2%) groups. The proportion of ewes with multiple parturition was similar ($P>0.05$) in the bST (35%) and control (20%) groups; however, it was higher in the eCG (69%) and eCG + bST (80%) groups. It is concluded that treatment with bST five d before removing the FGA plus eCG sponge at the time of removing the sponge increases fertility and prolificacy in Pelibuey sheep.

Key words: bST; eCG; pelibuey sheep; fertility; prolificacy

INTRODUCCIÓN

En pequeños rumiantes, la prolificidad está determinada por el número de folículos que ovulan, por la tasa de fertilización y por la sobrevivencia embrionaria [8]. La Hormona del Crecimiento Bovina o Somatotropina Bovina Recombinante (bST) ha probado su efectividad en la fertilidad y prolificidad en rumiantes [8].

Asimismo, la tasa de ovulación (TO) puede incrementarse por un aumento del número de folículos dependientes de gonadotropinas [8]. Por ejemplo, en ovejas, la sobrealimentación energética (*flushing*) ha incrementado la TO mediante el aumento de la oferta de folículos sensibles a la FSH [4]. En las ovejas tratadas con Somatotropina Bovina Recombinante (bST), favorece el desarrollo folicular, no se tiene evidencia de un incremento de la TO [2, 6].

En los primeros estudios con bST en la oveja con propósitos reproductivos, Rosas y col. [7] observaron un efecto favorable del tratamiento el día del servicio, ya que las ovejas tratadas tuvieron embriones que alcanzaron etapas más avanzadas de desarrollo que las ovejas testigo.

En ovejas, la inyección de rbST aumenta las concentraciones séricas de IGF-I Carrillo y col. [1] La eficiencia reproductiva en las ovejas tratadas con inyecciones repetidas de bST con fines productivos, es similar a la de ovejas no tratadas [2].

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el tratamiento con Somatotropina Bovina Recombinante (bST) para incrementar la fertilidad y la prolificidad de ovejas Pelibuey, sincronizadas con esponjas de Acetato de Fluorogestona y la aplicación de Gonadotropina Coriónica Equina, al momento de remover la esponja

MATERIALES Y METODOS

Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en la Posta Zootécnica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México, ubicada en los paralelos 18° 47' 6" y 18° 57' 6" LN y los meridianos 97° 40' 00" y 48° 54' 00" de LO.

Animales

Se utilizaron 100 ovejas Pelibuey con diferente número de partos. A todas las ovejas se les insertó una esponja intravaginal impregnada con 45 miligramos (mg) de Acetato de Fluorogestona (FGA) durante 12 días (d); 25 ovejas fueron asignadas al azar a cuatro tratamientos: 1) bST recibieron 125 mg de bST Boostin-S®-MSD Salud Animal México, vía subcutáneo (SC) cinco d antes de retirar la esponja de FGA; 2) eCG, recibieron 300 Unidades Internacionales (UI) de eCG vía subcutánea (SC) al momento de retirar la esponja; 3) bST+eCG, recibieron 125 mg de bST vía SC cinco d antes de retirar la esponja de FGA y 300 UI de eCG vía Intramuscular (IM) al momento de retirar la esponja con FGA; 4) Testigo no recibieron bST ni eCG. Se comparó la proporción de ovejas que presentaron estro, la fertilidad y la prolificidad. Se observaron estros durante cinco d o hasta que todas las ovejas presentaron signos de celo. La fertilidad y la prolificidad de ovejas

con diferentes tipos de parto se calculó en base al número de ovejas que presentaron celo y fueron cubiertas entre el número de ovejas que parieron (partos simples, dobles, triples).

Variables respuesta

- 1) Ovejas que presentaron estro, aquellas hembras que se dejaron montar por un macho después de haberles retirado la esponja con Acetato de Fluorogestona (FGA)
- 2) Fertilidad: Ovejas que presentaron estro que fueron cubiertas por el macho, resultaron preñadas y llegaron al parto
- 3) Prolificidad: Número de ovejas que presentaron celo y fueron cubiertas/el número de ovejas que parieron; partos simples, dobles o triples

Análisis estadístico

Para el análisis de las variables. Estro, Fertilidad y Prolificidad relacionadas al número de parto se utilizó un modelo de regresión logística y para determinar el efecto de los tratamientos se realizó un análisis de varianza de un factor, considerando a los tratamientos como este, seguido de una Prueba de Tukey para comparar medias entre grupos para los análisis se utilizó el programa R for Statistical Computer v3.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la TABLA I, se presentan los resultados de fertilidad y prolificidad de ovejas con diferente tipo de parto y el promedio de cordero nacidos por hembra, tratadas con 125 mg de Somatotropina Bovina Recombinante (bST) 5 d antes de remover la esponja de acetato de Fluorogestona (FGA) y la aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG) al momento de retiro de la esponja.

** Prolificidad

El incremento de la prolificidad puede deberse a los efectos de la bST sobre el desarrollo embrionario y no sobre la tasa de ovulación (TO), ya que en diversos estudios [5,6] mencionan que la hormona del crecimiento no ha aumentado la tasa de ovulación (TO) en la oveja. Para conocer el efecto de la Somatotropina Bovina Recombinante (bST) en la prolificidad, se realizó un tratamiento 5 días antes de retirar la esponja con FGA, se observó que tenía efecto sobre la fertilización y el desarrollo embrionario [7]. La respuesta a la presentación de estro de las ovejas sincronizadas con esponjas que contenían 45 mg de Acetato de Fluorogestona (FGA) fue similar en todos los grupos, estos resultados concuerdan con los obtenidos por Dominguez y Col., [3], donde observaron un comportamiento similar en las ovejas sincronizadas con FGA y tratadas con Somatotropina Bovina Recombinante (bST)

Los resultados del presente experimento pueden explicar, en parte, las observaciones hechas por Carrillo y col. [1], en las cuales las ovejas que recibieron la bST cinco d antes del retiro del Acetato de Fluorogestona, tuvieron un incremento de la prolificidad.

TABLA I
EFFECTO DE UN TRATAMIENTO DE 125 MILIGRAMOS (mg) DE BST 5 DÍAS ANTES DE REMOVER LA ESPONJA DE ACETATO DE FLUOROGESTONA (FGA) Y APLICACIÓN DE GONADOTROPINA CORIÓNICA EQUINA (eCG)

Grupos	n	Fertilidad *			**Prolificidad
		Fertilidad			
		Simples	Dobles	Triples	
bST	25	65	35	0	1,35
eCG	25	31,25	68,75*	0	1,69*
eCG+bST	25	20	64*	16*	1,96*
Testigo	25	80	20	0	1,20

* La proporción de ovejas con diferente tipo de parto es diferente ($P<0,05$): Fertilidad

Así, los niveles altos de bST, IGF-I que se reflejaron en el trabajo de Carrillo y col., [1], pudieron favorecer el porcentaje de fertilización y la sobrevivencia embrionaria.

En dicho trabajo se encontró que el porcentaje de óvulos fertilizados fue mayor ($P<0,001$) en el grupo bST (85,7) que en el grupo testigo (62,0). Como lo menciona Wahtes y col. [9], las concentraciones del Factor de Crecimiento Insulinoide tipo I (IGF-I), fueron más altas ($P<0,001$) en las ovejas que recibieron bST que en las ovejas del grupo testigo y las concentraciones de progesterona fueron similares entre grupos ($P>0,498$).

Tomando en consideración el estudio realizado con cabras (*Capra aegagrus hircus*) sincronizadas por Domínguez y col. [3] en el cual dos grupos de cabras recibieron una inyección de 100 mg de bST, un grupo 5 d antes del retiro de la esponja con Acaetato de Fluoreston (FGA) y el otro grupo 10 d antes. La Tasa de Ovulación (TO) no varió entre los grupos tratados con bST 5 y 10 d, y el grupo testigo ($P>0,5$). En el grupo testigo hubo una diferencia en la prolificidad de cabras primíparas ($1,16\pm 0,1$, 6) y cabras multiparas ($1,77\pm 0,11$); sin embargo, el tratamiento con bST provocó la desaparición del efecto de la paridad (interacción tratamiento/paridad; $P<0,05$). Además, la TO fue similar entre las cabras primíparas tratadas con bST y testigos lo que permite proponer que el aumento en la prolificidad en las cabras primíparas se puede deber a un aumento de la supervivencia embrionaria

El trabajo realizado muestra una respuesta estral similar en los cuatro grupos ($P>0,05$) dando como resultado que las ovejas de los grupos Testigo (66,6) y eCG (65,2) tuvieron menor fertilidad, comparadas con la que se les aplicó bST (83,3) y bST+eCG (100%) ($P<0,05$) siendo los tratados con bST los que tuvieron una mayor fertilidad. Resultados similares encontró Carrillo y col., [1], así también Carrillo y col., encontraron que el porcentaje de óvulos fertilizados fue mayor ($P<0,001$) en el grupo bST (85,7) que en el grupo testigo (62,0).

Respecto a la Prolificidad en este trabajo se halló que, el número de corderos nacidos por parto explicados en porcentaje de las ovejas tratadas con bST tuvieron 65; 35 y 0%; cuando se aplicó solamente eCG fueron 31,25; 68,75 y 0%, cuando se administró bST+eCG hubo 20; 64 y 16 % y finalmente en el

testigo se observó 80; 20 y 0 %. Siendo partos simples, dobles y triples, respectivamente; lo cual se reflejó en un incremento de la prolificidad, siendo en promedio con los diferentes tratamientos: bST=1,35; eCG=1,69; bST+eCG=1,96 y Testigo=1,20 corderos nacidos por parto. De la misma forma Carrillo y col., [1] reporta que ovejas tratadas con bST tuvieron 43,5; 48,7 y 7,7 y las testigo 74,3; 25,7 y 0 partos simples, dobles y triples proporcionalmente, con una prolificidad de 1,64 para ovejas a las que se les suministró bST y 1,25 para el grupo testigo de corderos nacidos por parto

CONCLUSIONES

Todas las ovejas presentaron estro sincronizado en los cuatro grupos experimentales

El mejoramiento de la fertilidad y prolificidad se puede explicar en gran parte por los efectos favorables de la hormona del crecimiento y del factor de crecimiento insulinoide tipo I en la tasa de fertilización, en la sobrevivencia embrionaria y en el reconocimiento materno de la gestación

Se concluye que el tratamiento con bST cinco d antes de remover la esponja de Acetato de Fluorogestona (FGA) más la aplicación de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) al momento de retirar la esponja incrementa la fertilidad y la prolificidad en ovejas Pelibuey.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CARRILLO, F; HERNÁNDEZ-CERÓN, J; OROZCO, V; HERNÁNDEZ, JA; GUTIÉRREZ, CG. A single dose of bovine somatotropin 5 days before the end of progestin-based estrous synchronization increases prolificity in sheep. **Anim. Reprod. Sci.** 2:1324-1330. 2006.
- [2] DAVIS, S.R.; SMITH, J.F.; GLUCKMAN, P.D. Effects of growth hormone injections on ovulation rate in ewes. **Reprod. Fertility Developm.** 2: 173-178. 1990.

- [3] DOMÍNGUEZ, Y; HERNÁNDEZ, J; RODRÍGUEZ, A; GUTIÉRREZ, CG. Efecto de la inyección de 100 mg de bST 5 y 10 días antes del retiro de la esponja de FGA sobre la tasa ovulatoria y la fertilidad en cabras. **Memorias del XXV Congreso Nacional de Buiatría**. Veracruz, 21/08/2001, México. Pp 240.
- [4] GUTIERREZ, CG; SAHARREA, A; PALACIOS, T; ALVAREZ J; AGUILERA L; LÓPEZ; N. The effect of short-term administration of a glycogenic solution on plasma glucose concentrations and ovulation rate in Pelibuey sheep. **J. Reprod. Fertility**. 25 (Abt.): 143. 2000.
- [5] JOYCE, IM; KHALID, M; HARESIGN, W. Growth hormone priming as an adjunct treatment in superovulatory protocols in the ewe alters follicle development but has no effect on ovulation rate. **Theriogenol**. 50: 873-884. 1998.
- [6] JOYCE, IM, KHALID, M; HARESIGN; W. The effect of recombinant GH treatment on ovarian follicle growth and atresia in sheep. **Theriogenol**. 54:327-338 2000.
- [7] ROSAS, PJ; ZARCO, QL; VALENCIA, MJ; Efecto de un tratamiento corto de somatotropina bovina recombinante (rbST) sobre la función lútea y el desarrollo embrionario temprano en la oveja superovulada. **Vet. Mex.** 26 (Suppl):339. 1995.
- [8] SCARAMUZZI, RJ; ADAMS, NR; BAIRD, DT; CAMPBELL, BK; DOWNING, JA; FINDLAY, JK; HENDERSON, KM; MARTIN, GB; MCNATTY, KP; MCNEILLY, AS. A model for follicle selection and the determination of ovulation rate in the ewe. **Reprod. Fertility Developm**. 5:459-478. 1993.
- [9] WATHES, DC; REYNOLDS, TS; ROBINSON, RS; STEVENSON, KR. Role of the insulin-like growth factor system in uterine function and placental development in ruminants. **J. Dairy Sci**. 81:1778-1789. 1998.

USE OF BIOFLOC TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF THE *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* HYBRID WITH A LOW PROTEIN DIET

UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE BIOFLOC EN LA PRODUCCIÓN DEL HÍBRIDO DE *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, CON UNA DIETA BAJA EN PROTEÍNA

José Gregorio Rodríguez¹, Zuhelen Cristina Valencia² and Germán Antonio Poleo^{3*}

¹Laboratorio Marino, S.A, Carretera las Cumaraguas vía el vínculo, Sector Piedras negras. Paraguaná Estado Falcón. ²Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar Universidad de Oriente Núcleo Nueva Esparta. ³Estación de Piscicultura, Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" Barquisimeto, 400, Venezuela.

*Correspondencia gpoleo@ucla.edu.ve

ABSTRACT

The present study was carried out to observe the performance of the hybrid *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*, when cultured in a Biofloc system. Six hundred fingerling with a mean weight of 3.3 ± 0.4 grams (g), were randomly distributed into six concrete tanks (22 fish/m³). Three randomly selected tanks were routinely supplemented with molasses, as an extra source of carbohydrate (Mol) and the other three were only given feed (Feed) containing 28% protein, during 154 days. Water quality parameters such as: dissolved oxygen, total ammonia nitrogen, nitrite, nitrate, alkalinity, hardness and pH were in the accepted range for the specie in both treatments. Significance differences in final weigh, growth rate and final density were observed ($P < 0.05$) between treatments. In Mol treatment, fish grew to a final weight of 332.16 ± 79 g, a feed conversion ratio of 1.27 ± 0.06 and a survival rate of 97%. In Feed treatment, fish grew to a final weigh of 290.28 ± 72 g, a feed conversion ratio of 1.31 ± 0.06 and a survival rate of 93%. This work showed that the hybrid of *C. macropomum* x *P. brachypomus* can be grown in biofloc systems without affecting its production yield.

Key words: Biofloc; *Colossoma macropomum*; *Piaractus brachypomus*; hybrid

RESUMEN

El presente estudio evaluó el desempeño del híbrido de *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus* cultivado en un sistema de Biofloc. Seiscientos alevines con un peso promedio de 3.3 ± 0.4 gramos (g), se distribuyeron al azar en seis tanques de concreto (22 peces/m³) con un volumen de 4000 litros de agua. Durante 154 días, tres tanques, seleccionados al azar, fueron suplementados con melaza, como fuente extra de carbohidratos (Mol) y los otros tres solo se les suministró alimento (Feed) que contenía 28% de proteína. Parámetros de la calidad del agua como: oxígeno disuelto, amonio total, nitritos, nitratos, alcalinidad, dureza y pH estuvieron en el rango aceptable para el híbrido de cachama. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en el peso final, en la tasa de crecimiento y en la densidad final de cultivo ($P < 0.05$). En el tratamiento Mol, los peces crecieron hasta un peso final de 332.16 ± 79 g, una conversión alimenticia de 1.27 ± 0.06 y una tasa de sobrevivencia del 97%. En el tratamiento, Feed, los peces crecieron hasta un peso final de 290.28 ± 72 g, una conversión alimenticia de 1.31 ± 0.06 y tasa de sobrevivencia del 93%. Este trabajo mostró que el híbrido de *C. macropomum* x *P. brachypomus* puede ser producido en sistemas de biofloc sin afectar su rendimiento.

Palabras clave: Biofloc; *Colossoma macropomum*; *Piaractus brachypomus*; híbrido

INTRODUCTION:

When an increase in production is required by rising density, fish growers face problems such as low concentrations of dissolved oxygen and high concentrations of toxic metabolites (NH_3 , NO_2^- and NO_3^-). These metabolites can reach concentrations that could harm the normal development of cultured fish, impairing their growth and health. The advance of Recirculating Aquaculture Systems (RAS) has coped with many of these issues allowing a substantial increase in biomass production, reducing water use and space. However, one of the foes of RAS is their high initial installation and high energy cost which makes them unattractive for investors [4, 19] in developing Countries. In order to tackle these problems researchers have been working with different approaches to design closed systems which reduce the use of expensive biofiltration equipment and energy use, increasing biomass production and water reuse. In some of these systems, commonly named biofloc, the production of high quantities of phytoplankton in the water column is promoted in order to reduce nitrogen levels and produce oxygen (green systems) in others, the heterotrophic bacteria dominate over the phytoplankton and autotrophic bacteria. Biofloc technology (BFT) is based on a high load of heterotrophic bacteria in the water column which is stimulated with a high Carbon/Nitrogen ratio (20:1) and strong aeration [4, 6, 9, 19, 24, 28]. The heterotrophic bacteria assimilate the inorganic nitrogen produced, increasing the biomass that can be utilized by the fish as a supplement protein source [5]. But not all fishes can be grown in this kind of systems as they need to be resistance to low water quality parameters such as high levels of suspended solids and relative high rates of ammonia, nitrogen and nitrite. Other fish characteristics important when selecting the species for a biofloc system are their capacity to filter the flock and use it as a feed source [4, 8, 18, 19]. Among some of the species that could fit these characteristics are the South American fresh water fish: *Piaractus brachipomus* (Cuvier 1817) [7, 27], *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818), *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887) and their hybrids, known with different common names depending upon the country (Cachama blanca, Morocoto, Pacu, Pirapitinga, Cachama negra, Cherna, Gamitana, Tambaqui, Tambacu, Cachamay, Cachamoto and Tambatinga). This fish of the Caracids family are widely distributed in the Orinoco, Amazon River basin [3, 13, 23, 26] and Paraná and Paraguay Rivers, and are commercially important freshwater species, essential for the fisheries as well as the aquaculture economy of Brazil, Bolivia Colombia, Ecuador, Peru, North of Argentina, Paraguay and Venezuela [3, 23, 26, 29]. These fish outstand water with high concentration of suspended solids, low oxygen concentration 3 milligrams (mg) / liters (L) and relatively high concentrations of nitrogen metabolite. *C. macropomum* and its hybrid also have capacity of filter feed on zooplankton [16]. Traditionally, this fish are grown extensively in earthen ponds with low water exchange at a maximum density of 1 kilograms (kg)/ square meter (m^2), and in intensive way in cages [2, 13]. The objective of this work was to evaluate the behavior of the hybrid of *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus* grown in a bifloc system, contrasting both water and production parameters (growth, length, food conversion ration), between two treatments, one with an extra source of carbohydrate (Mol) and the other using just feed (Feed) to establish the microbial environment.

MATERIALS AND METHODS

Location, fish and experimental design

This work was done at the Aquaculture Research Station of the Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", located in Venezuela at $10^\circ 7' 3''\text{N}$ and $69^\circ 6' 48''\text{W}$, and at 500 meters above sea level (m.a.s.l.) (FIG. 1).

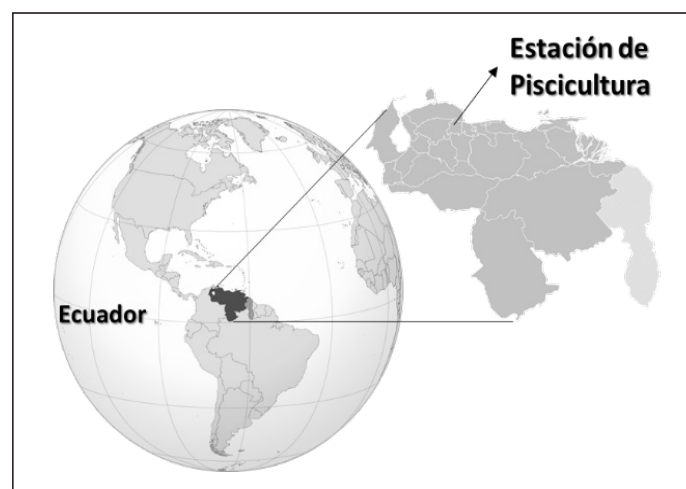


FIGURE 1. This work was carried out at the Aquaculture Research Station of the Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", located in Venezuela at $10^\circ 7' 3''\text{N}$ and $69^\circ 6' 48''\text{W}$, and at 500 meters above sea level, in the town of Yaritagua in Yaracuy State

Six hundred fingerlings of hybrid (*C. macropomum* x *P. brachipomus*) of 40 days (d) post hatching with a mean weight of 3.3 ± 0.41 grams (g) and a standard length of 4.3 ± 0.03 centimeters (cm), were randomly distributed in six concrete tanks of 6 m^2 ($2 \times 3 \times 1$ meters), filled with 4.5 m^3 spring water (22.22 fish/m^3). A 2.5 horse power (HP) regenerative blower (Sweetwater, model S51-AB, Apopka, FL, USA) was used to keep flowing air from the bottom in order to maintain the flock mixing and oxygen levels. Water was added to the tank only to reestablish level after evaporation or lost by removal of the settled sediment. Fish were fed to apparent satiety once a day with a commercial diet containing 28% crude protein (Purina, Puripargo28, Venezuela). Three randomly selected tanks were supplemented with molasses (Mol treatment), as an extra source of carbohydrate in order to keep a C:N ratio of 16.5:1, during week (w) 1 and 3, when the ammonia concentration started to rise during w 5, and then once a w until the end of the experiment. The other three tanks were only given feed (Feed treatment). Calculation of carbon nitrogen ratio was based on feed with 28% crude protein added to the system, assuming that protein is 15.5% nitrogen (N); approximately 75% of total N in feed ends up in water and 50% of feed material is carbon [4]. Molasses used contained about 20% weight/weight (W/W) carbon. Production rate of Total Ammonia Nitrogen (PTAN) was calculated by $\text{PTAN} = \text{Feed rate (g/d)} \times \text{Percentage of protein in the feed} \times 0.15$.

Water quality parameters

Dissolved oxygen (DO) data was obtained with a digital oximeter YSI, model 85 (YSI Inc., Yellow Spring, OH, USA) and

TABLE I
MEANS ($\pm$ SD), MINIMUM/MAXIMUM AND P VALUES OF PHYSICAL-CHEMICAL PARAMETERS OBTAINED DURING 154 DAYS OF CULTURE OF THE HYBRID *C. macropomum* X *P. brachypomus*

Parameter	Mol			Feed			p
	Mean $\pm$ SD	Min	Max	Mean $\pm$ SD	Min	Max	
Alkalinity (mg/L)	118.3 $\pm$ 24.89	66.00	150.00	96.60 $\pm$ 27.70	47.30	149.30	0.01
pH	8.10 $\pm$ 0.72	6.40	9.20	8.28 $\pm$ 0.58	6.54	9.79	0.33
Hardness (mg/L)	534.00 $\pm$ 143.99	64.00	754.70	437.90 $\pm$ 116.59	70.70	613.30	0.02
DO (mg/L)	6.98 $\pm$ 0.93	5.88	8.97	7.12 $\pm$ 0.86	5.88	8.97	0.61
Ammonia (mg/L)	0.29 $\pm$ 0.15	0.11	0.82	0.23 $\pm$ 0.10	0.11	0.59	0.13
Nitrite (mg/L)	0.61 $\pm$ 0.48	0.04	1.64	0.55 $\pm$ 0.36	0.05	1.39	0.61
Nitrate (mg/L)	19.30 $\pm$ 22.58	0.71	62.17	19.87 $\pm$ 22.70	0.76	64.94	0.94
Temperature (C)	26.47 $\pm$ 0.74	22.86	30.71	26.53 $\pm$ 0.74	22.86	33.17	0.78
Chlorophyll-a (mg/L)	3.42 $\pm$ 1.93	0.30	8.39	3.21 $\pm$ 1.64	0.40	5.48	1.64
Turbidity (NTU)	195.1 $\pm$ 122.73	7.70	527.00	213.70 $\pm$ 117.06	13.20	542.90	0.57
TSS (mg/L)*	777.07 $\pm$ 425.74	180.00	1350.00	762.86 $\pm$ 383.97	280.00	1300.00	
Daily water use (L/day)	13.70 $\pm$ 0.73 (0.30%)			13.24 $\pm$ 0.19 (0.29%)			

(NTU) Nephelometric Turbidity Units

*data was taken only during week 11,12,16,20 and 21

pH with a field pH-meter (pHtestr 3, Oakton Instruments, Vernon Hills, IL, USA), both parameters were obtained daily at 1,200 hours (h) during the course of the experiment. Water temperature was measured every h with a data logger submerged at 15 cm below surface (Onset Computer Co., Bourne, MA, USA). Total ammonia, nitrite, nitrates and turbidity were measured weekly following Alberro et al. [1] and alkalinity, hardness and chlorophyll-a following the Standard methods for water and wastewater examination [10], also once a w during the course of the experiment. The methods that used a colorimetric approach were quantified using a spectrophotometer model Aquamate (Thermo Electrón Co., Cambridge, UK). Total suspended solids (TSS) were measured from w 11 throughout w 21 as described by Alberro et al. [1]. Daily water used was calculated by estimating all the water added to each tank, in order to reestablish lost for evaporation and water removed with settleable sediments, and divided by the numbers of d that the trial lasted. The water added by rain fall was not calculated.

Production parameters

Monthly, 20% of fish were captured from each tank, individually weighed using a field digital balance (Ohaus CO, model CS5000, Parsippany, NJ, USA) and the standard length measured using an ictiometer (Aquatic Biothecnology, model iK2, Cádiz, Spain) in order to get production parameters. The following formulas were used to obtain; Weight gain (WG = final weight – initial weight); Daily growth rate = final weight – initial weight/days; survival rate = remained fish x 100/ initial fish number, Food conversion ration (FCR) = feed consumption/weight gain and final biomass (Biomass).

Statistical analysis

Results were expressed as mean $\pm$ standard deviation. Significant differences among means from the treatments were established through analyses of variance (ANOVA) and Tukey test used or post hoc mean comparisons using the statistic program PAST 2007 [17]. Differences were considered significant at $P < 0.05$.

RESULTS AND DISCUSSION

The use of BFT has been steadily growing all around the globe mostly to grow shrimp and tilapia because of the many benefits it has, from improving water used to reducing cost in feed. In this work, it show that the neotropical fish *C. macropomum* x *P. brachypomus* hybrid could be a good candidate to be grown using this technology. This fish is extensively grown in many South American Countries playing an important part in aquaculture; however, its production is achieved mainly in earthen ponds in semi-intensive systems

Water quality parameters

Overall, all water quality parameters measured during the trial stayed in the safe range for the specie (TABLE I) [15].

After w 11, it can be observed that the alkalinity and pH went down in both settings. Addition of bicarbonate was necessary after w 18 in both systems to prevent the alkalinity from decreasing below 40 miligrams (mg) / Liters (L), as alkalinity concentrations of approximated 120 mg/L are required to keep a healthy nitrifying bacteria colonies which, in some biofloc systems form and important part of the inorganic nitrogen reduction capacity. Although nitrifiers are responsible for the majority of inorganic

carbon removal (355 g of alkalinity as CaCO_3 kilograms (kg)⁻¹ of feed)[11, 12] the heterotrophic bacteria also utilize some inorganic carbon sources. The addition of water to keep evaporation lost and the characteristic of the tanks (concrete) were enough for keeping the amount of inorganic carbon needed by the autotrophic and heterotrophic bacteria, required to convert the small amount of nitrogen added with the feed in the first w of the experiment (FIG. 2).

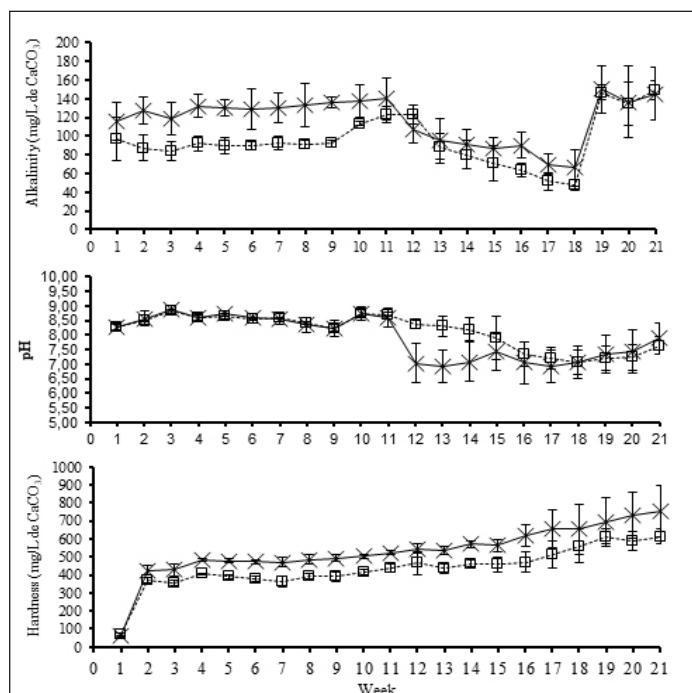


FIGURE 2. ALKALINITY, pH AND HARDNESS (MEAN $\pm$ SD; N = 3) IN THE WATER OF TWO BIOFLOC SYSTEMS WHERE HYBRID, *C. macropomum* X *P. brachypomus* WERE CULTURED OVER 154 DAYS. One treatment had extra source of carbon (Mol)(crosses) and the other one only feed (open squares)

However, when an important population of autotrophic bacteria established after w 7 (FIG. 3) and the increase on feeding triggered heterotrophic bacterial growth, the alkalinity started to fall as well as the pH, this was stopped by adding bicarbonate to the water.

Hardness gradually increased during the trial in both treatment, showing signals of calcium accumulation probably due to the feed and the molasses added to the tanks (TABLE I, FIG. 3).

Inorganic N profiles from both treatments did not show significant differences but exhibited a sequential accumulation of TAN followed by nitrite and nitrate. Such profiles are common during the start-up of biofilters in recirculating aquaculture systems [22, 32] and are characteristics of nitrification [30]. TAN levels peaked in both treatments at w 7, followed by an increase in nitrite concentration (w 8) and accumulation of nitrate, showing the establishment of the nitrification process. This behavior has been seen in many experiments working in different intensively well-mixed production systems with shrimp [22, 31] or tilapia [25].

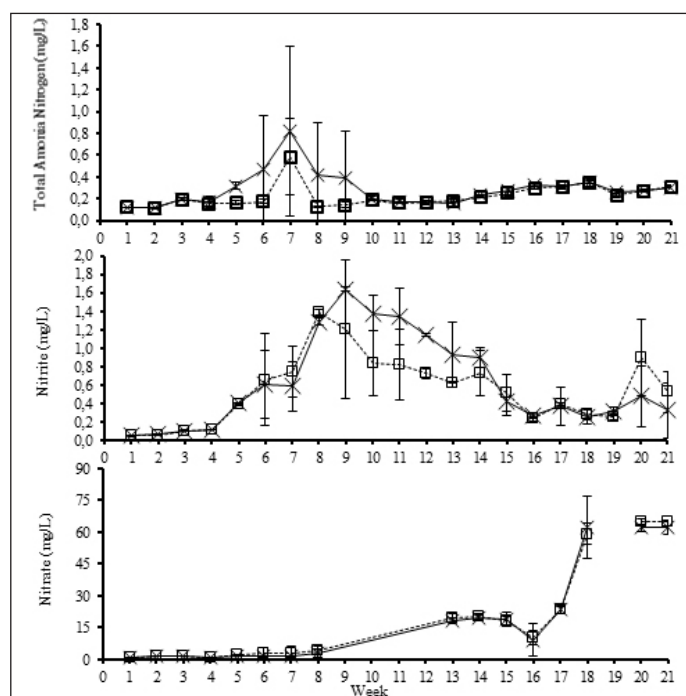


FIGURE 3. TOTAL AMMONIA NITROGEN (TOP), NITRITE-NITROGEN (MIDDLE) AND NITRATE CONCENTRATIONS (BOTTOM)(MEAN $\pm$ SD; N = 3) IN THE WATER OF TWO BIOFLOC SYSTEMS WHERE HYBRID OF *C. macropomum* X *P. brachypomus*. One treatment had molasses as extra source of carbon (crosses) and the other one only feed (open squares)

Usually it takes about 2 w for the system to evolve a steady state [4], however, in the present study it took about 5 to 6 w (FIG. 2) in order to produce enough bacteria to start the nitrification process that begins with the oxidation of the ammonia. This process depends upon different parameters such as dissolved oxygen concentration, organic matter, temperature, pH, alkalinity, salinity and substrate. In the present study the amount of feed added in the first w was small and the amount of ammonia produced was probably assimilated mainly by the phytoplankton, because when fish biomass is below 0.5 kg/m^2 , ponds are dominated by algae activity, although, bacteria are also present [4]. Nitrification, and assimilation by heterotrophic bacteria and phytoplankton, were both responsible for the effective control of inorganic nitrogen concentrations in the experiment as can be deduced in FIG. 4, where concentrations of accumulated TAN were lower than the PTAN during the course of the experiment.

The presence of phytoplankton in both treatments was witnessed by the color of the water (data not shown) as well as by the concentration of chlorophyll-a (FIG. 5), however, between w 9 and 10, water in tanks of the Mol treatment underwent an evident change in color from dark green to dark brown, corresponding with a change in feeding rate from 25 $\text{g/m}^2 \text{d}^{-1}$ to an average of 46.65 $\text{g/m}^2 \text{d}^{-1}$ and also with the increase of TSS. Although a similar change in the feeding rate took place in the Feed treatment, it stayed dark green during the rest of the experiment. Nitrate accumulation product of the nitrification process reached

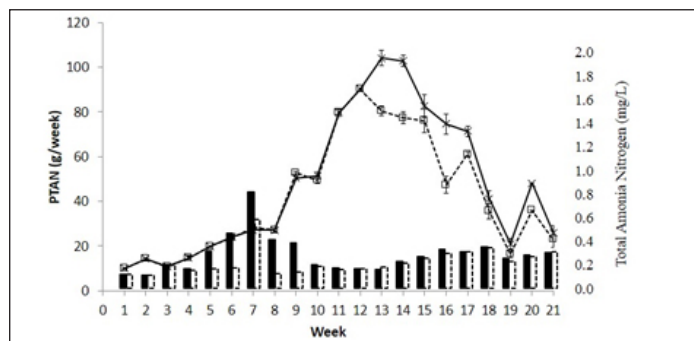


FIGURE 4. COMPARISON BETWEEN THE PTAN (LINES) AND THE ACTUAL CONCENTRATION OF TAN (BARS) IN THE SYSTEMS. PTAN = $FXPCX0.155\ G$

up to 65 mg/L at the end of the experiment, however, unlike ammonia and nitrite, nitrate is relatively non-toxic to fish and the concentrations observed here was not a threat to the fish. The DO concentrations were above the ideal (4.0 mg/L) during the course of the experiment for the specie in both treatments and did not show significant differences among them ($P = 0.61$)(TABLE II).

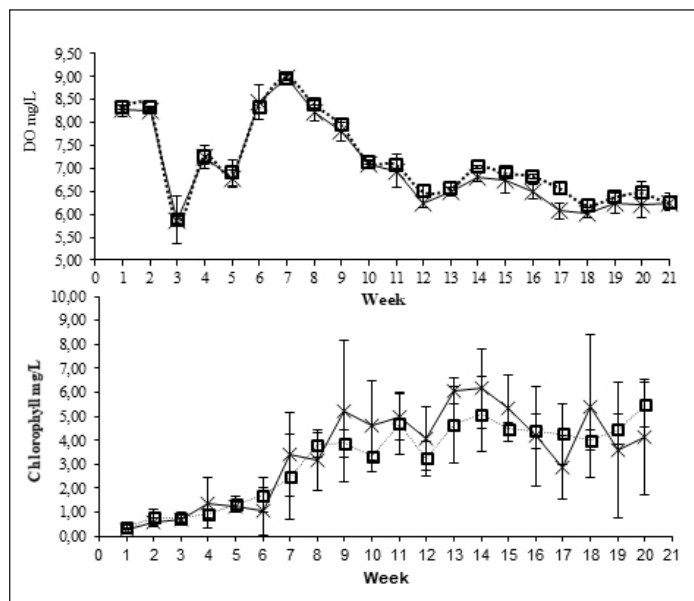


FIGURE 5. DISSOLVED OXYGEN AND CHLOROPHYLL CONCENTRATION (MEAN $\pm$ SD; N = 3) IN THE WATER OF TWO BIOFLOC SYSTEMS WHERE HYBRID, *C. MACROPOMUM* X *P. BRACHYPOMUS* WERE CULTURED OVER 154 DAYS. A treatment had molasses as extra source of carbon (Mol) (crosses) and the other one only feed (open squares)

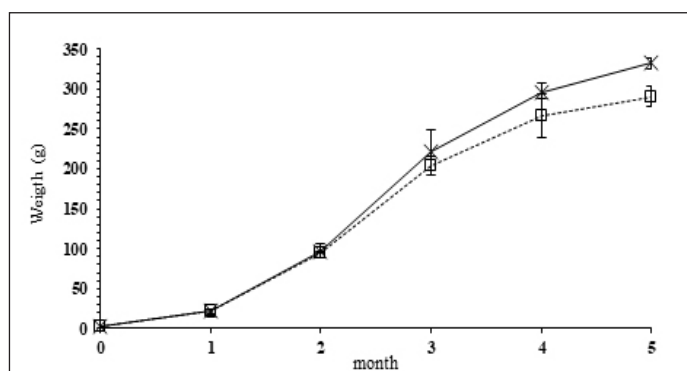
However, depending in the phase of the experiment, DO concentrations had variations that can be attributed to the phytoplankton population and to the increase of the biomass. In the first 7 w, DO fluctuations in both treatments (FIG. 5), were attributed to environmental changes, such as cloudiness. At the altitude and the temperatures at which the Station is located, water saturates oxygen at around 7.30 mg/L, nevertheless, concentrations of 9.0 mg/L were seen due to photosynthetic production (FIG. 5). After w 7, the observed decrease in DO

concentrations were attributed to the increase of the biomass (fish plus biofloc) (FIG. 5 and 6) which surge oxygen consumption; however, aeration was capable of keeping oxygen concentrations above critical level during the entire experiment.

Production parameters

Fish grown with an extra source of carbon (Mol treatment) gained 13% more weight and had a better yield than the ones cultured only with feed (TABLE II, FIG. 6).

FIGURE 6. GROWTH OF *C. macropomum* X *P. brachypomus* (MEAN $\pm$ SD; N = 3) CULTURED OVER 154 DAYS IN TWO BIOFLOC SYSTEMS. One treatment had molasses as extra source of carbon (Mol)(crosses) and the other one only feed



(open squares)

Some evidences confirm that some fish cultivated in biofloc systems such as tilapia and carp, can utilize the bacteria aggregated as an extra source of protein, reducing formulated feed use up to 20% [4, 5]. Although, in this work the capacity of the hybrid on feeding in biofloc was not assessed, this fish has the ability to filter feed on zooplankton inherited from the *C. macropomum* [16], ability that could help explain the yields observed. The FCR in this work ($FCR = 1.27$)(TABLE II), was lower than the one found in tilapia grown in biofloc systems [6, 24, 33] or other experience with *P. brachypomus* grown in a heterotrophic systems [27], or *C. macropomum* in semi-intensive conditions or in cages [14]. Fish did not stop growing during the experiment (FIG. 5), but in the last three months, a reduction of the growth rate was seen linked to a reduction of food intake (data not show), probably affected by the high quantity of TSS observed (1,300 mg/L), which were over the safe range for some fishes cultured in Biofloc (200 to 400 mg/L)[5, 6, 19]. Slow growth has been associated to high suspended solid concentrations in shrimp and tilapia cultures [20, 28, 32] as high concentration of suspended solids could negatively affect fish by clogging gills and producing lesions on them as was shown by Hattem *et al.* [21]. Both treatments worked with an average water exchange of 13.5 L/d, which meant 1 kg of fish per each 80 L of water used. This evidences a better use of the resource when compared with traditional earthed ponds culture, where approximately 21,000 L of water are used to produce 1 kg of fish [32].

TABLE II.
PRODUCTION CHARACTERISTICS OF HYBRID (*Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomus*)

Parameter	Mol	Feed	P
Fish number	300	300	
Initial weigh (g)	3.27±0.42	3.29±0.40	1.000
Final weigh (g)	332.16±79.45	290.28±71.70	0.020
Growth rate (g/d)	2.14±0.05	1.86±0.08	0.015
Final density (kg/m ³)	7.14±0.10	6.02±0.26	0.008
FCR	1.27±0.06	1.31±0.06	0.315
Feeding range (g)	385.87±8 4,044.64±527	383±5 3,500±60	
Survival (%)	97±2.1	93±2.9	0.180
Total Biomass (kg)	96.33	81.28	

CONCLUSIONS

The results in this work showed that the neotropical fish *C. macropomum* x *P. brachypomus* hybrid is a candidate to be grown in biofloc systems. Fish in the setting with extra source of carbon (Mol) showed better yield, however feed with relatively low protein content (28% Crude Protein) seems to be enough to start-up the biofloc system and keep a healthy combination of heterotrophic and autotrophic organisms. Further research will need to address the capacity of the hybrid to filter feed in the biofloc and how this could be improving fish performances and also which could be the maximum safe concentration of Total Suspended Solids (TSS) for the specie.

ACKNOWLEDGMENTS

We thank workers at the Aquaculture Research Station of the Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" for their assistance throughout the study. This research was partially supported by Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" grant No. 002-AG-2005 and by a found from the Aquaculture Research Station.

BIBLIOGRAPHIC REFERENCES

- [1] ALBERRO, N.; BEDREGAL, P.; CRUBELLATI, R.; STEGEN, S. Análisis de Parámetros Físicoquímicos. **Manual de protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestra y el análisis de agua y sedimentos para la región de América Latina y el Caribe**. Proyecto ARCAL RLA 010. Salas, P.B. (Ed.). 1ª Ed. Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA). Lima, Pp 37-99. 2011.
- [2] ALCÁNTARA, F. B.; CHÁVEZ, C.V.; RODRIGUEZ, L.C.; KOHLER, C. C.; KOHLER, S.T.; CAMARGO, W. C.; COLACE, M.; TELLO, S. Gamitana (*Colossoma macropomum*) and paco (*Piaractus brachypomus*) culture in floating cages in the Peruvian Amazon. **World Aquacult. Mag.** 34: 22–24. 2003.
- [3] ARAUJO-LIMA, C. R. M.; GOULDING, M. So fruitful a fish. **Ecology, Conservation, and Aquaculture of the Amazon's Tambaqui**. Columbia University Press, New York, Pp 191. 1997.
- [4] AVNIMELECH, Y. Overview of Aquaculture System. **Biofloc technology: a practical guide book**. Tomasso, J. (Ed.). 3rd Ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, Pp 258. 2015.
- [5] AVNIMELECH, Y.; KOCHBA, M. Evaluation of nitrogen uptake and excretion by tilapia in biofloc tanks, using ¹⁵N tracing. **Aquacult.** 287: 163–168. 2009.
- [6] AZIM, M. E.; LITTLE, D. C. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition, and growth and welfare of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquacult.** 283: 29-35. 2008.
- [7] BRÚ-CORDERO, S. B.; PERTÚZ-BUELVAS, V. M.; AYAZO-GENES, J. E.; ATENCIO-GARCÍA, V. J.; PARDO-CARRASCO, S. C. Bicultivo en biofloc de cachama blanca, *Piaractus brachypomus*, y tilapia nilótica, *Oreochromis niloticus*, alimentadas con dietas de origen vegetal. **Rev. Med. Vet. Zoot.** 64: 44-60. 2017.
- [8] BURFORD, M. A.; THOMPSON, P. J.; MCINTOSH, R. P.; BAUMAN, R. H.; PEARSON, D. C. The contribution of flocculated material to shrimp (*Litopenaeus vannamei*) nutrition in a high-intensity, zero-exchange system. **Aquacult.** 232:525–537. 2004.
- [9] CHAMBERLAIN, G.; AVNIMELECH, Y.; MCINTOSH, R. P.; VELASCO, M. Advantages of aerated microbial reuse systems with balanced C:N. **Glob. Aquacult. Advoc.** 4: 50-54. 2001.
- [10] EATON, A. Spectrophotometric Determination of Chlorophyll. **Standard methods for water and wastewater examination**. Greenberg, A. E.; Clesceri, L. S.; Eaton, A.D. (Eds). 19th Ed. American Public Health Association, Washington, Pp 1100. 1995.

- [11] EBELING, J.; TIMMONS, M.; BISOGNI, J. Engineering analysis of the stoichiometry of photoautotrophic, autotrophic, and heterotrophic removal of ammonia-nitrogen in aquaculture systems. **Aquacult.** 257: 346-358. 2006.
- [12] EBELING, J.; TIMMONS, M. Carbon: nitrogen balance impacts nitrogen removal processes in microbial-based aquaculture systems. **Glob. Aquacult. Advoc.** 11: 38-40. 2008.
- [13] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Peces nativos de agua dulce de América del Sur de interés para la acuicultura: Una síntesis del estado de desarrollo tecnológico de su cultivo. Serie Acuicultura en Latinoamérica, Número 1. Pp 45-89. 2010.
- [14] GOMES, L. C.; CHAGAS, E. C.; MARTINS-JUNIOR, H.; ROUBACH, R.; ONO, E.A.; LOURENÇO, J.N. Cage culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*) in a central Amazon foodplain lake. **Aquacult.** 253: 374-384. 2006.
- [15] GONZALEZ, J.; HEREDIA, B. Calidad del Agua. **Cultivo de la cachama**. Departamento de la Gerencia de Información y Documentación del FONAIAP. 2da. Ed. Centro de Investigaciones Agropecuarias, Guarico, Pp 27. 1998.
- [16] GOULDING, M.; CARVALHO, M. L. Life history and management of the tambaqui (*Colossoma macropomum*, Characidae): an important Amazonian food fish. **Rev. Bras. Zool.** 1:107-133. 1982.
- [17] HAMMER, O.; HARPER, D.A.T.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontol Electr.* 4: 1-9. On Line: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm. 09/02/2020.
- [18] HARGREAVES, J. Photosynthetic suspended-growth systems in aquaculture. **Aquacult. Eng.** 34: 344-363. 2006.
- [19] HARGREAVES, J. Biofloc Production Systems for Aquaculture. Southern Regional Aquaculture Center (SRAC). Publication No. 4503. 11pp. 2013.
- [20] HARGREAVES, J.; KUCUK, S. Effects of diel un-ionized ammonia fluctuation on juvenile hybrid striped bass, channel catfish, and blue tilapia. **Aquacult.** 195: 163-181. 2001.
- [21] HATEM, M. H.; ABDELHAY, Y. B.; ALAYAFI, A. H.; SULOMA, A. Application of new strategies to reduce suspended solids in zero-exchange system: I. Histological alterations in the gills of Nile tilapia. **J. Appl. Sci. Res.** 9: 1186-1192. 2013.
- [22] HARI, B.; MADHUSOODANA-KURUP, B.; VARGHESE, J. T.; SCHRAMA, J. W.; VERDEGEM, M. C. J. The effect of carbohydrate addition on water quality and the nitrogen budget in extensive shrimp culture systems. **Aquacult.** 252: 248-263. 2006.
- [23] MACHADO-ALLISON, A. Estudio sobre la subfamilia Serrasalminae (Teleostei, Characidae). Parte I: Estudio comparativo de los juveniles de las cachamas de Venezuela (Generos: *Colossoma* y *Piaractus*). **Acta Biol. Venez.** 11: 1-101. 1982.
- [24] MILSTEIN, A.; AVNIMELECH, Y.; ZORAN, M.; JOSEPH, D. Growth performance of hybrid bass and hybrid tilapia in conventional and active suspension intensive ponds. **Isr. J. Aquacult-Bamid.** 53:147-157. 2001.
- [25] NOOTONG, K.; PAVASANT, P. Effects of organic carbon addition in controlling inorganic nitrogen concentrations in a biofloc system. **World Aquacult. Soc.** 42: 339-346. 2011.
- [26] NOVOA, D.; CERVIGÓN, F.; RAMOS, F. Catálogo de los recursos pesqueros del Delta del Orinoco. **Los Recursos Pesqueros del Río Orinoco y su Explotación**. Novoa, D. (Ed.). Corporación Venezolana de Guyana, Editorial Arte, Caracas. Pp 263-324. 1982.
- [27] POLEO, G.; ARANBARRIO, J.; MENDOZA, L.; ROMERO, O. Cultivo de cachama blanca en altas densidades y en dos sistemas cerrados. **Pesquis. Agrop. Bras.** 46: 429-437. 2011.
- [28] RAKOCY, J.E. An integrated fish and field crop system for arid areas. **Ecological aquaculture: the evolution of the blue revolution**, Costas-Pierce, B.A. (Ed.). Oxford:Blackwell Science. Pp 263-285. 2002.
- [29] SILVA de M, I; ALMEIDA, F. L. Biología, habitat e cultivo do tambaqui *Colossoma macropomum* (CUVIER, 1816). **Sci. Amazonia.** 6: 81-93. 2017.
- [30] SESUK, T; POWTONGSOOK, S.; KASIDIT, N. Inorganic nitrogen control in a novel zero-water exchanged aquaculture system integrated with airlift-submerged fibrous nitrifying biofilters. **Bioresour. Technol.** 100: 2088-2094. 2009.
- [31] THAKUR, D. P.; LIN, C. Water quality and nutrient budget in closed shrimp (*Penaeus monodon*) culture systems. **Aquacult. Eng.** 27:159-176. 2003.
- [32] TIMMONS, M.; EBELING, J.; WHEATON, F.; SUMMERFELT, S.; VINCI, B. Biofiltration In. **Recirculating aquaculture systems**. 2nd. Ed. Northeastern Regional Aquaculture Center, Cayuga Aqua Ventures, Ithaca, New York, Pp 205-212. 2002.
- [33] RACKOCY, J.; BAILEY, D.; MARTIN, J.; SHULTZ, R. Tilapia production systems for the Lesser Antilles and other resource-limited, tropical areas. **Proceeding of the fifth International Symposium on Tilapia in aquaculture**. Rio de Janeiro. 09/3 – 7. Brazil: Pp 651-662. 2000.



REVISTA CIENTÍFICA

Vol, XXX, N° 1

*Esta revista fue editada en formato digital y publicada en
Diciembre 2020, por La **Facultad de Ciencias Veterinarias**,
Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela.*

NOTA DEL EDITOR

Tengo a bien informarle a todos los investigadores que han enviado sus contribuciones y que hayan recibido sus correspondientes informes sobre la evaluación de su artículo, que el Comité Editor de la Revista, en su reunión de fecha 25/06/2008, Acordó: Que todo trabajo que haya sido evaluado y emitido su informe correspondiente de arbitraje, no podrá ser considerado para su publicación, si las correcciones del mismo no son devueltas en un lapso de dos meses posterior a la emisión del Informe del Editor. De insistir el autor sobre su publicación, el mismo deberá ser rearbitrado nuevamente para corroborar la actualidad de sus resultados.

La REVISTA CIENTIFICA FCV-LUZ, le invita a incluir anuncios de simposios, congresos, reuniones, talleres, conferencias, etc., nacionales o internacionales. Envíe la información 90 días antes del inicio de cada bimestre. Incluya por favor:

Fecha:_____ Lugar:_____

Evento:_____



Nuestra dirección: **Revista Científica**. Facultad de Ciencias Veterinarias.
Universidad del Zulia. Núcleo Agropecuario. Ciudad Universitaria.
Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

correo electrónico: revistafcv@gmail.com

<http://www.fcv.luz.edu.ve> - <http://www.scielo.org.ve> - <http://www.redalyc.org/> - <http://www.saber.ula.ve/>

Esta información se editará y publicará sin cargo alguno



UNIVERSIDAD DEL ZULIA
REVISTA CIENTÍFICA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN



Estimado colega,

La Revista Científica (RCV) está aceptando artículos científicos para su publicación. La RCV publica artículos solicitados y no solicitados de alta calidad, en español e inglés, en todas las áreas de las Ciencias Veterinarias. Todos los artículos publicados en RCV serán revisados por árbitros cualificados.

Nuestro objetivo es informar a los autores de la decisión sobre su manuscrito en un plazo de ocho semanas de su entrega. Tras la aceptación de su artículo, el mismo será publicado en el número inmediatamente disponible.

Una de las herramientas claves para los investigadores a nivel mundial, es poder disponer de libre acceso a las publicaciones. Y dado que la Revista Científica de Veterinaria está plenamente comprometida con este objetivo, la misma posee el libre acceso a todos los artículos tan pronto como se publiquen y en su base de datos se encuentra desde el primer número editado en 1991.

Esa es que en nombre del comité editor, le solicito su apoyo para que esta iniciativa continúe, mediante la publicación de sus documentos en esta revista.

Las instrucciones para autores y otras informaciones adicionales pueden ser consultadas en nuestra página web www.fcv.luz.edu.ve Revista Científica. Aquellos autores interesados en publicar deberán enviar su manuscrito(s) al correo electrónico: revistafcv@gmail.com o revista@fcv.luz.edu.ve.

Saludos cordiales,

Dr. Mario Pérez Barrientos
Editor Jefe
Revista Científica de Veterinaria

✉ revistafcv@gmail.com

🌐 www.fcv.luz.edu.ve/

www.scielo.org.ve/ www.redalyc.org/

www.saber.ula.ve/



UNIVERSIDAD DEL ZULIA
REVISTA CIENTÍFICA
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS
DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN



Dear Colleague,

The Revista Científica (RCV) is currently accepting manuscripts for publication. RCV publishes high-quality solicited and unsolicited articles, in Spanish and English, in all areas of Veterinary Science. All articles published in RCV will be peer-reviewed.

Our objective is to inform authors of the decision on their manuscript within eighth weeks of submission. Following acceptance, a paper will normally be published in the next available issue.

One key request of researchers across the world is open access to research publications. Revista Científica Veterinaria is fully committed to providing free access to all articles as soon as they are published. We ask you to support this initiative by publishing your papers in the journal.

Instruction for authors and other details are available on our website www.fcv.luz.edu.ve Revista Científica. Prospective authors should send their manuscript(s) revistafcv@gmail.com or revista@fcv.luz.edu.ve

Best regards,

Dr. Mario Pérez Barrientos
Chif Editor
Revista Científica de Veterinaria

✉ revistafcv@gmail.com

🌐 www.fcv.luz.edu.ve/

www.scielo.org.ve/ www.redalyc.org/

www.saber.ula.ve/

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

La REVISTA CIENTÍFICA de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia es una revista internacional que recibe trabajos para publicación en las formas de artículos científicos originales no publicados, notas técnicas, cartas al editor y revisiones bibliográficas requeridas por el Comité Editorial. Como excepción a la condición de no publicado, podrán considerarse artículos que en forma completa o parcial hayan sido publicados en memorias de reuniones científicas de limitada circulación. Cualquier otra circunstancia debe ser explicada a la Oficina Editorial al momento del envío. Las cartas al editor deben contener comentarios útiles acerca de material publicado en la REVISTA CIENTÍFICA. La meta de publicar estas cartas es contribuir al intercambio constructivo de ideas y puntos de vista, con beneficios para la comunidad científica y para la REVISTA CIENTÍFICA. La aceptación de cartas al editor dependerá de la decisión del Comité Editorial.

Para publicaciones como artículos científicos, notas técnicas y cartas al editor se aceptan como lenguajes tanto el español como el inglés. Las revisiones bibliográficas serán escritas en el idioma inglés y no se aceptan más de dos autores, los cuales deben tener experiencia científica comprobada en el tópico propuesto. Sin embargo, trabajos extensos de edición para corregir lenguaje no se ofrece. Por tanto, los autores deben hacer revisar sus artículos por expertos con sólidos conocimientos de gramática, sintaxis y estilo de la escritura científica. El uso inapropiado del lenguaje puede conllevar al rechazo temporal de un artículo. Todos los artículos recibidos serán revisados en su forma y contenido por 3 expertos reconocidos usando el método del doble ciego.

Los artículos deben abordar aspectos relacionados a las áreas de la medicina veterinaria, producción animal y economía agropecuaria, salud pública vinculada a las ciencias veterinarias (zoonosis), tecnología de alimentos y vida silvestre. La aceptación de artículos que aborden cualquier otro tipo de tópicos relacionados será discutida por el Comité Editor. Aunque no de manera restringida, REVISTA CIENTÍFICA enfatiza en la publicación de información científica generada en zonas tropicales y subtropicales, o de aplicabilidad tropical. El contenido de los artículos debe representar una contribución significativa al cuerpo del conocimiento científico y debe reunir además los requerimientos siguientes:

- 1. Originales.** Los artículos deben ser enviados con una carta de acuerdo entre los autores. En esta carta, el autor responsable y los co-autores deben declarar que el artículo enviado no ha sido publicado previamente, así como su aprobación con respecto a la forma y contenido. La firma de todos los autores debe ser incluida. Los manuscritos deben ser escritos en letra Arial, tamaño 12 pts, a doble espacio y no más de 20 páginas, colocando en la primera página la información referente al título del trabajo (español, inglés), autores y la afiliación institucional, comenzando la segunda página con el resumen y abstract. Los cuatro márgenes serán de 2 cm. Todas las páginas deben estar numeradas consecutivamente y los números de línea deben ser impresos en cada página (empezando con 1 en cada página) para mayor facilidad de referencia para los revisores. Se recomienda enviar el artículo al correo electrónico revistafcv@gmail.com en formato Word. Recomendamos usar ". Doc" en lugar de ". Docx", por posibles problemas de incompatibilidad. Las tablas, figuras y anexos deben incluirse en hojas separadas (pero en el mismo documento de Word), una por página. Si el artículo es aceptado, se anexarán las figuras y/o fotos de manera independiente. Los artículos deben ser inéditos y no haber sido enviados a otra revista. Todos los trabajos aceptados pasan a ser propiedad de la REVISTA CIENTÍFICA. Los artículos deben contener: Título y resumen (español e inglés), introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones e implicaciones, agradecimiento y referencias bibliográficas.
- 2. Título.** El título debe describir la esencia del artículo de manera clara y concisa, debiendo aparecer en español e inglés. Debe incluirse un título corto para ser usado como tope de página.
- 3. Autores.** Todos los autores deben ser listados por su nombre completo en el orden respectivo (nombres y apellidos) dejando un espacio debajo del título. Si trae dos apellidos deben separarse por un guión. El número de autores es ilimitado. Excepciones deben ser requeridas por escrito al Editor-Jefe por medio de una carta explicativa, especialmente cuando los autores pertenezcan a instituciones diferentes. La afiliación institucional de los autores debe ser señalada mediante numerales superíndices, y con un asterisco superíndice al autor para correspondencia. Seguido al asterisco superíndice, deberá indicarse teléfono, fax y/o dirección electrónica del autor para correspondencia. No se acepta colocar en los autores de cada referencia, los términos "y col" ó "et al". Deben colocarse todos los autores reales de un artículo.
- 4. Resumen.** En español e inglés en un máximo de 300 palabras y comenzando en la segunda página del manuscrito. Para un apropiado uso del lenguaje y estilo, se recomienda consultar con un experto.
- 5. Palabras clave.** Estas son necesarias para la ubicación del trabajo en índices internacionales y bases de datos. Incluir un máximo de 5, en español e inglés en el resumen y abstract, respectivamente. Deben ser separadas con punto y coma.
- 6. Tablas.** Deben citarse apropiadamente en el texto luego de ser nombradas, identificadas y enumeradas consecutivamente con números romanos. El encabezamiento debe ser conciso y descriptivo. Abreviaciones o símbolos deben ser explicadas al pie de la tabla. El encabezamiento debe ir sobre la tabla en mayúsculas, en español o inglés, dependiendo del idioma en que el trabajo fue escrito; no ambos simultáneamente. No se aceptan fotocopias. Las tablas deben. Haga las tablas tan simples como sea posible. Las tablas deben ser auto-explicativas con el encabezamiento y

notas al pie, permitiendo su comprensión sin necesidad de recurrir o referir el texto, no se aceptan referencias bibliográficas en las tablas.

- 7. Figuras.** Incluyen fotografías y gráficos. Las figuras deben citarse apropiadamente en el texto inmediato a su señalamiento, identificadas y enumeradas consecutivamente usando números arábigos. El encabezamiento debe ser conciso y descriptivo, debiendo colocarse debajo de la figura en mayúsculas, en español o inglés, dependiendo del idioma en que el trabajo fue escrito; no ambos simultáneamente. No se aceptan fotocopias. Las fotografías deben ser identificadas en el reverso con un número y una flecha indicando la orientación correcta. En los casos de microfotografías, debe indicarse la magnificación usada. Figuras a color son normalmente impresas en blanco y negro con la aprobación del autor.
- 8. Conclusiones:** Las mismas deben ser claras y precisas en ellas no se aceptan llamados a Referencias Biográficas
- 9. Agradecimiento.** Sólo se aceptan agradecimientos institucionales.
- 10. Referencias Bibliográficas.** Deben presentarse en una lista numerada y en estricto orden alfabético. Deben ser citadas en el texto (en orden cronológico) usando números arábigos entre corchetes. Estos números deben parearse con los de la lista de referencias bibliográficas. No se aceptan como referencias trabajos no publicados, artículos de periódicos o revistas populares ni comunicaciones personales. Evite el uso excesivo de literatura no arbitrada (e.g., libros, manuales, referencias electrónicas en exceso, etc.). No deben citarse resúmenes, a menos que sean la única referencia en relación a un aspecto importante. Los autores son responsables del uso correcto y presentación de las referencias. No se permiten citas bibliográficas en el Resumen, abstract ni en Conclusiones, en Tablas y Figuras. Los siguientes son ejemplos recomendados:

Revistas:

- [1] MARQUEZ, E.J.; BARBOZA DE M., Y.; IZQUIERDO, P. Studies on the incorporation of bovine plasma in emulsion type of meat products. **J. Food Sci. Tech.** 34:337-339. 1997.
- [2] ALVAREZ, R.; VACCARO, L.; VACCARO, R.; VERDE, O.; RIOS, L.; MEJIAS, H. Estimation of weights of dual purpose calves from body measurements. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** IX (6): 502-507. 1999.

Libros: Deben señalarse, después de los autores, el título del tema consultado en el texto (no capítulo), seguido de En: o In: (dependiendo del idioma) y título del libro (en renegrido). Luego, los nombres de los editores, si los hay, finalizando con (Ed. o Eds.).

- [1] LEELAND, W.W. Steady state kinetics. In: **The Enzymes**. Boyer, P. (Ed.). 2nd Ed. Academic Press, New York. 66 pp. 1970.
- [2] LOOSE-MITCHELL, D.S.; STANCEL, G.M. Estrogens and progestagens. In: **The Pharmacological Basis of Therapeutics**. Hardman, J.G., Limbird, L.E.; Goodman-Gilman, A. (Eds.). 10th Ed. McGraw Hill, New York, Pp 1613-1651. 2002.

Memorias: Debe señalarse después del nombre del evento (en renegrido), el lugar, fecha de realización del mismo. Las páginas deben señalarse seguidas de pp.

- [1] EDDI, C. Distomatosis, epidemiological and economic aspects of this zoonosis. **Proc. Symposium on the Epidemiology of Foodborne Parasitic Zoonoses. P:A:H:O:W:HO Latin American Congress of Parasitology. I Uruguayan Congress of Parasitology.** Montevideo. 03/25-29. Uruguay: Pp 50-59 pp 1997.
- [2] FARIA, M.H.; TONHATI, H.; NADER-FILHO, A.; DUARTE, J.M.C. Milk production and some constituents in two buffalo herds in São Paulo State, Brazil. **Proceeding 5th World Buffalo Congress.** Caserta, 10/13-16. Pp 30-38. 1997.

Referencias electrónicas: No se aceptan referencias electrónicas a menos que sean trabajos arbitrados, boletines o comunicaciones respaldadas por instituciones científicas. Evite el uso excesivo de este tipo de referencias. En tales casos, estas referencias deben incluir: autor(es), título del trabajo, y el año del trabajo. Institución(es) que la respaldan. Luego se coloca: En Línea: o On Line: (dependiendo del idioma), seguido de la página web consultada, y finalmente, la fecha de consulta. Ejemplo:

- [1] FERNÁNDEZ, M.A. Manejo de la calidad de la dieta. 2005. La Mañana (Suplemento) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. En Línea: <http://www.lamañana.com.ar/html>. 01/12/2005.

MUY IMPORTANTE: Cuando un trabajo sea devuelto a la Revista previamente corregido por los autores, no podrá ser sometido a corrección posterior a su publicación.

GUIDE FOR AUTHORS

The REVISTA CIENTÍFICA from the Faculty of Veterinary Medicine, Universidad del Zulia is an international journal that receives submissions for publication in the form of original and unpublished manuscripts, technical notes, letters to the editor, and those review articles requested by the Editorial Board. Exceptions to the unpublished condition include the complete or partial publication in scientific meeting proceedings with limited circulation. Any other circumstance should be explained to the Editorial office at the moment of submission. The letters to the editor must contain useful comments on material published in the journal. It is the goal that publication of such letters may contribute to a constructive exchange of views with benefits to both the scientific community and the journal. Acceptance of submitted letters will depend upon decision of the Editorial.

For publications such as scientific papers, technical notes and letters to the editor are accepted as both languages Spanish and English. Literature reviews will be written in English and no more than two authors are accepted, whose must have scientific expertise in the proposed topic. Extensive editing to correct language is not available. Hence, authors should have their manuscripts reviewed by experts with solid knowledge on spelling, grammar, syntax and scientific writing style. Misused and inappropriate language may lead to temporal rejection of a manuscript. All submissions will be reviewed in their form and content by 3 recognized experts using the method of double blind.

Manuscripts must deal with aspects related to the fields of veterinary clinical sciences, animal production and agricultural economic, public health related to veterinary sciences, food technology related to animal products and wild life. Acceptance of manuscripts dealing with any other type of related topics will be discussed by the Editorial Board. Although not restricted to, REVISTA CIENTÍFICA emphasizes on publishing scientific information generated from tropical and subtropical zones or with tropical applicability. The content of manuscripts should add significant contribution to the body of scientific knowledge and must meet the following requirements:

1. **Originals.** Manuscripts should be submitted together with an author agreement letter. In such letter, the responsible author and co-authors should declare the unpublished condition of the material and their agreement on the form and content of the manuscript. Signatures of all, the responsible author and co-authors should be included. Manuscripts should be written in Arial, 12-point font, with 2.0 spaced and not more than 20 pages. It should be sent by email to revistafcv@gmail.com, placing on the first page the information about the title of the work (Spanish, English), authors and institutional affiliation, starting second page with abstract. The four margins will be 2.0 cm. All pages should be numbered consecutively, and line numbers should be printed on each page (starting with 1 on each page) to facilitate ease of reference for the reviewers. In Word format as a unique file; we encourage to use .doc files. It is recommended to submit rewritable CD in a single file, with tables, figures and annexes avoiding use of .docx files, for possible incompatibility problems. Separate figure files will be required if the manuscript is accepted. Tables, figures and appendices should be included on separate sheets (but in the same Word document), one per page if the article is accepted, figures and / or photos independently be annexed. Manuscripts should be in edit and not sent to any other journal. All accepted manuscripts become property of REVISTA CIENTÍFICA. Manuscripts must contain: Title, abstract (English-Spanish), introduction, materials and methods, results and discussion, conclusions and implications, acknowledgement, and bibliographic references.
2. **Title.** The title should describe the essence of the manuscript in a very clear and concise manner. It should appear in both, English and Spanish. A short title to be used as a head page running title should be also included.
3. **Authors.** Leaving a space below the title, all authors must be listed with full names in the respective order (first names and last names). List of authors is unlimited. Use superscript numbers to match institutional affiliation of authors and a superscript asterisk to identify the corresponding author. Matching the superscript numbers, the institutional affiliation and current address of all authors should be provided. Likewise, matching the asterisk symbol, telephone and fax numbers and e-mail address of the corresponding author should be included.
4. **Abstract.** In Spanish and English with a maximum of 300 words and starting on the second page of the manuscript. For an appropriate use of language and style, it is recommended to consult with an expert. Bibliographic references are not accepted.
5. **Key words.** These are necessary for placement in international indexes and databases. Maximum of 5, in English and Spanish accordingly with abstracts, separated with dot and semicolon.
6. **Tables.** These should be appropriately cited in the text and must be identified and consecutively numbered using Roman numerals. A concise and descriptive heading is requested. Abbreviations or symbols should be explained in a caption below the table. Title must be above the table in capital letters. Title should be presented in both, in Spanish or English, depending of the language in which the work was written, no simultaneously. Xerox copies will not be accepted. Keep tables as simple as possible. Tables are self-contained with the title and footnotes providing all information to understand the table without referring the text separated with semicolon. Tables should be included in the text immediately after mentioning them.

7. **Figures.** These include both photographs and graphs. Figures should be appropriately cited in the text and identified and consecutively numbered using Arabic numerals. A concise and descriptive heading is requested. Title must be below the figure in capital letters. Title should be presented in both, in Spanish or English, depending of the language in which the work was written, no simultaneously. Xerox copies will not be accepted. Photographs should be identified on the back by number and an arrow indicating the correct orientation. When a microphotograph is used, the magnification used should be indicated. Photographs and Figures should be included in the text immediately after mentioned.
8. **Acknowledgment.** Only institutional acknowledgments are allowed.
9. **Conclusions:** Clear and precise. Bibliographic references are not accepted.
10. **Bibliographic references.** These must be presented in a numbered list organized in a strict alphabetical order. References should be cited in the text in chronological order, using Arabic numbers between brackets. These numbers should be matched with the ones on the bibliographical references list. Unpublished works, newspaper or popular magazines articles, and personal communications are not accepted as references. Avoid the excessive use of non-peer reviewed material (e.g., books, handbooks). Abstract should not be cited unless it is the only available reference to an important concept. Authors are responsible for the correct use and presentation of Bibliographic cites, are not permitted in Abstract, Conclusions, Tables and Figures. The following are recommended examples:

Journals:

- [1] MARQUEZ, E.J.; BARBOZA DE M., Y.; IZQUIERDO, P. Studies on the incorporation of bovine plasma in emulsion type of meat products. **J. Food Sci. Tech.** 34:337-339. 1997.
- [2] ALVAREZ, R.; VACCARO, L.; VACCARO, R.; VERDE, O.; RIOS, L.; MEJIAS, H. Estimation of weights of dual purpose calves from body measurements. **Rev. Cientif. FCV-LUZ.** IX (6): 502-507. 1999.

Books: After the authors should be included title of the consulted topic or theme in the book (no chapter) followed by In: and title of the book (in black letters). After that, the names of the Editors, if there are, followed by (Ed. or Eds.).

- [1] LEELAND, W.W. Steady state kinetics. In: **The Enzymes**. Boyer, P. (Ed.). 2nd Ed. Academic Press, New York. 66 pp. 1970.
- [2] LOOSE-MITCHELL, D.S.; STANCEL, G.M. Estrogens and progestagens. In: **The Pharmacological Basis of Therapeutics**. Hardman, J.G., Limbird, L.E.; Goodman-Gilman, A. (Eds.). 10th Ed. McGraw Hill, New York, Pp 1613-1651. 2002.

Proceedings: After the event name (in black letters) should be included the place, date and country of the event. The pages should be finalized with *pp for total pages or Pp for consulted pages.

- [1] EDDI, C. Distomatosis, epidemiological and economic aspects of this zoonosis. **Proc. Symposium on the Epidemiology of Foodborne Parasitic Zoonoses. P:A:H:O:W:HO Latin American Congress of Parasitology. I Uruguayan Congress of Parasitology.** Montevideo. 03/25-29. Uruguay: Pp 50-59. 1997.
- [2] FARIA, M.H.; TONHATI, H.; NADER-FILHO, A.; DUARTE, J.M.C. Milk production and some constituents in two buffalo herds in São Paulo State, Brazil. **Proceeding 5th World Buffalo Congress.** Caserta, 10/13-16. Italy. 140 pp 1997.

Electronic references: Electronic references are not accepted unless these are peer reviewed manuscripts, bulletins or communications supported by scientific institutions. Avoid the excessive use of this type of references. For such cases, the on-line references must include: authors, title of the work, year of the work, institution that support the work. Later On Line: not under line followed by the consulted web and the complete consult date.

- [1] FERNÁNDEZ, M. A. Manejo de la calidad de la dieta. 2005. La Mañana (Suplemento) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Argentina. En Línea: <http://www.lamañana.com.ar/html>. 01/12/05

VERY IMPORTANT: When a manuscript is returned to the Journal, previously corrected by the authors, it won't be able to be subjected to later corrections after publishing.

SOLICITUD DE SUSCRIPCIÓN AÑO 2020

Favor enviarme 1 año (4 números) de la REVISTA CIENTÍFICA

Coato Anual: Bs. 5.000,00

Costo en la Cuenta Corriente 0105-0177-66-1177019582 del Banco Mercantil
a nombre de: **UNIVERSIDAD DEL ZULIA**

Nombre: _____

Dirección: _____

Ciudad: _____ País: _____

Teléfono: _____ Fax: _____

Actividad: _____



ORDER FORM YEAR 2020

Please send me 1 year (4 issues) of the REVISTA CIENTÍFICA

for US \$160.00 surface mail

Payment enclosed to: **UNIVERSIDAD DEL ZULIA**

Check No. _____ Bank: _____ Date: _____

Name(please print): _____

Addressed to: _____

_____ City: _____

State: _____ Zip Code: _____ Country: _____

Estampilla

REVISTA CIENTIFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia
Ciudad Universitaria
Núcleo Agropecuario.
Maracaibo. Estado. Zulia - Venezuela
Teléfono - Fax:(58-261)4126158
E-mail:revistafcv@gmail.com
<http://www.fcv.luz.edu.ve>
<http://www.scielo.org.ve>
<http://www.redalyc.org/>
<http://www.saber.ula.ve/EstampillaStamp>
<http://www.serbi.luz.edu.ve>
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>
<http://www.serbi.luz.edu.ve>
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>

Stamp

REVISTA CIENTIFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias
Universidad del Zulia
Ciudad Universitaria
Núcleo Agropecuario.
Maracaibo. Estado. Zulia - Venezuela
Teléfono - Fax:(58-261)4126158
E-mail:revistafcv@gmail.com
<http://www.fcv.luz.edu.ve>
<http://www.scielo.org.ve>
<http://www.redalyc.org/>
<http://www.saber.ula.ve/EstampillaStamp>
<http://www.serbi.luz.edu.ve>
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>
<http://www.serbi.luz.edu.ve>
<http://produccioncientifica.luz.edu.ve>

Hemos recibido el Vol. XXX N° 1 2020 de la REVISTA CIENTÍFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias - LUZ.

Nombre: _____

Institución: _____

Dirección: _____

Telf: _____ Ciudad: _____ País: _____

Fecha: _____ Suscripción-Canje: _____

Por favor acuse recibido a fin de que la entrega no sea interrumpida.



We acknowledge the receipt of Vol. XXX N° 1 2020 of REVISTA CIENTÍFICA
Facultad de Ciencias Veterinarias - LUZ.

Name: _____

Institution: _____

Address: _____

Telph: _____ City: _____ Country: _____

Date: _____ Subscription-Exchange: _____

Plaase acknowledge the receipt, so that the remittance may not be interrupted.



UNIVERSIDAD DEL ZULIA

REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN

Vol. XXX (1) 2020

Index

Pág.

EDITORIAL

6

Animal Production:

TECHNICAL EFFICIENCY IN DIFFERENT PRODUCTION SYSTEMS WITH RUMINANTS: A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS APPROACH

Rafaela Dios-Palomares¹, Martiña Morantes^{2*} and David Alcaide-López de Pablo³ 17

EXPLORATORY ANALYSIS OF SHEEP PRODUCTION IN THE THE TUNAS MUNICIPALITY, CUBA

Javier Herrera¹ and Oscar Carménate² 19

Veterinary Medicine:

EFFECTS OF CRYOPRESERVATION ON THE SPERMES HEAD MORPHOMETRY IN GOAT SEMEN

Leonardo Hernández-Corredor¹⁻²⁻³, Jorge Rubio-Parada¹⁻²⁻³ and Armando Quintero-Moreno^{1*} 27

USE OF THE MODIFIED GIEMSA STAINING TECHNIQUE TO EVALUATE ACROSOMAL INTEGRITY IN MAMMALIAN SPERMES (TECHNICAL NOTE)

Adrian Emmanuel Iglesias-Reyes¹, Jesús Alberto Guevara-González², Osvaldo López-Díaz², Alda Rocío Ortiz-Muñiz³, Rubén Huerta-Crispín⁴, María de Lourdes Juárez-Mosqueda⁵ and Alejandro Córdova-Izquierdo^{2*} 34

INCREASE OF FERTILITY AND PROLIFICITY IN FGA SYNCHRONIZED PELIBUEY SHEEP, WITH BST AND ECG INJECTION

Netzi Naidí Méndez-Palacios¹, Joel Hernández-Cerón², Néstor Méndez-Palacios¹, Felicitas Vázquez-Flores¹, Maximino Méndez-Mendoza¹ and Alejandro Córdova-Izquierdo^{3*} 38

Wild Life:

USE OF BIOFLOC TECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF THE *Colossoma macropomum* x *Piaractus brachipomus* HYBRID WITH A LOW PROTEIN DIET

José Gregorio Rodríguez¹, Zuhelen Cristina Valencia² and Germán Antonio Poleo^{3*} 42



UNIVERSIDAD DEL ZULIA

REVISTA CIENTÍFICA

FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS

DIVISIÓN DE INVESTIGACIÓN

Vol. XXX (1) 2020

Índice

Pág.

EDITORIAL

6

Produccion Animal:

EFICIENCIA TÉCNICA EN DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN CON RUMIANTES: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y UN ENFOQUE DE META-ANÁLISIS.

Rafaela Díos-Palomares¹, Martiña Morantes^{2*} y David Alcaide-López de Pablo³..... 17

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LA PRODUCCIÓN DE OVINOS EN EL MUNICIPIO LAS TUNAS, CUBA

Javier Herrera¹ y Oscar Carménate² 19

Medicina Veterinario:

EFFECTO DE CRIOPRESERVACIÓN SOBRE LA MORFOMETRÍA DE LA CABEZA ESPERMÁTICA EN SEMEN DE CAPRINOS

Leonardo Hernández-Corredor¹⁻²⁻³, Jorge Rubio-Parada¹⁻²⁻³ y Armando Quintero-Moreno^{1*}..... 27

USO DE LA TÉCNICA DE TINCIÓN GIEMSA MODIFICADA PARA EVALUAR LA INTEGRIDAD ACROSOMAL EN EPZS DE MAMÍFEROS (NOTA TECNICA)

Adrian Emmanuel Iglesias-Reyes¹, Jesús Alberto Guevara-González², Osvaldo López-Díaz², Alda Rocío Ortiz-Muñiz³, Rubén Huerta-Crispín⁴, María de Lourdes Juárez-Mosqueda⁵ y Alejandro Córdova-Izquierdo^{2*}..... 34

AUMENTO DE LA FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS PELIBUEY SINCRONIZADAS CON FGA E INYECCIÓN DE BST Y ECG

Netzi Naidí Méndez-Palacios¹, Joel Hernández-Cerón², Néstor Méndez-Palacios¹, Felicitas Vázquez-Flores¹, Maximino Méndez-Mendoza¹ y Alejandro Córdova-Izquierdo^{3*}..... 38

Vida Silvestre:

UTILIZACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE BIOFLOC EN LA PRODUCCIÓN DEL HÍBRIDO DE *Colossoma macropomum* X *Piaractus brachypomus*, CON UNA DIETA BAJA EN PROTEÍNA

José Gregorio Rodríguez¹, Zuhelen Cristina Valencia² and Germán Antonio Poleo^{3*} 42