



Revista

ISSN 0121-3709 V14N2/2010 Tarifa Postal Reducida No 2010-180-4-72 La Red Postal de Colombia, vence 31 de Dic. 2010



ORINOQUIA
ORINOQUIA



ORINOQUIA

ORINOQUIA



Revista Orinoquia

ISSN - 0121 - 3709 Volumen 14 Numero 2 / 2010

Publicación del Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana, destinada a la divulgación de Información Científica y Tecnológica relacionada con diversas disciplinas.

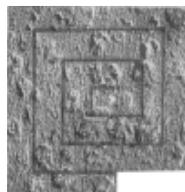
Indexada en
Publindex
Latindex
Redalyc
EBSCO
CABI
DOAJ
IMBIOMED
e-revistas

Editor	Agustín Góngora Orjuela; <i>MV, MSc, Dr. Sci</i>
Subeditor General	Pedro René Eslava Mocha; <i>MV, MSc</i>
Subeditor Ciencias Básicas y Naturales	Hernando Ramírez Gil; <i>Biólogo, PhD</i>
Subeditora Ciencias de la Salud	Luz Elena Aponte Garzón; <i>Enfermera, MSc</i>
Subeditor Ciencias Humanas	Alberto Velásquez Arjona, <i>Lic. Ed. Física, MSc</i>
Subeditor Ingenierías	Héctor Iván Reyes Moncayo; <i>Ing. E., MSc</i>
Subeditor Biotecnología	Jorge Pachón García, <i>Biólogo, PhD</i>
Subeditor Ciencias Agrarias	Pablo Emilio Cruz Casallas; <i>MVZ, PhD</i>

Universidad de los Llanos

Rector	Oscar Dominguez González
Vicerrector Académico	Eduardo Castillo González
Vicerrector de Recursos Universitarios	Gonzalo Eduardo Arbelaez Rivera
Director General de Investigaciones	Pablo Emilio Cruz Casallas
Comité de apoyo	Maricely Vega Mirian Sanchez Diana Villalobos

Periodicidad	Semestral
Portada	Homowabiwirinae. criptograma (Cultura Sikuaní) Petroglifo: La gente del guío Diseño: Libardo Archila Sanabria



Comité Editorial

Pedro René Eslava Mocha, MV. MSc. Universidad de los Llanos
Pablo Emilio Cruz Casallas, MVZ. MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Álvaro Ocampo Durán, Zootecnista MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Walter Vásquez, Biólogo MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Manuel Ruiz García, Biólogo, MSc, PhD. Universidad Javeriana
Hernando Flórez Díaz, MVZ, MSc, PhD. Corpoica
Juan Guillermo Maldonado Estrada, MVZ, MSc, PhD. Universidad de Antioquia
Tomás León Sicard. PhD. Universidad Nacional de Colombia

Comité Científico

Noel Verjan García, MVZ, MSc, PhD, Postdot. Department of Microbiology and Immunology
WPI Immunology Frontier Research Center, Osaka, Japan
Julio Argentino Spadoni, Ing. Agrónomo MSc. Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Víctor Julio Vera Alfonso, MV. MSc. PhD. Universidad Nacional
Pablo Emilio Cruz Casallas, MVZ. MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Álvaro Ocampo Durán, Zootecnista MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Carlos Iregui Castro, MV. DVM. Universidad Nacional
José Manuel Silva, MVZ. MSc. PhD. Universidad Autónoma de Zacatecas (México)
Víctor Hurtado Nery, MVZ. MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Juan Guillermo Maldonado, MVZ. MSc. PhD. Universidad de Antioquia
José Manuel Rodríguez, MV. MSc. Dr. Sci. Universidad del Zulia (Venezuela)
Bruce Murphy, MV. MSc. PhD. Universidad de Montreal (Canadá)
Felix Hilario Díaz González, MV. MSc. PhD. Universidad Federal de Rio Grande do Sul (Brasil)
José Barrera, MVZ. MSc. PhD. Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)
Raúl Sánchez, MVZ. MSc. PhD. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (España)
Pedro René Eslava Mocha, MV. MSc. Universidad de los Llanos
Walter Vásquez, Biólogo MSc. PhD. Universidad de los Llanos
Hernando Flórez Díaz, MSc. PhD. Corpoica

Tiraje: 500 ejemplares.

Indexada: PUBLINDEX - COLCIENCIAS - COLOMBIA - LATINDEX - REDALYC - IMBIOMED

Correspondencia, suscripciones y canjes
Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana
Telefax (8) 6698630
E-mail: orinoquiacolombiana@hotmail.com
A.A. 110 Villavicencio, Meta - Colombia.
Fecha de publicación: Diciembre 16 de 2010
Consulta en línea web: <http://orinoquia.unillanos.edu.co>

Impresión

Charlie's Impresores Ltda - Bogotá

Diagramación

Julieth Johana Rincón P.

UNILLANOS

Sede Barcelona: Localizada a 12 Km del centro de Villavicencio, vía a Puerto López.
Teléfonos: 6616800 Ext. 158. Villavicencio, Meta. Colombia.

Revista Orinoquia
JOURNAL ORINOQUIA

Indexada por
Indexed by



Impresa desde Volumen 1, Numero 1, 1990
Printed effective with Volume 1, issue 1, 1990

Publicación semestral - Published twice a year
ISSN 0121-3709
Orinoquia

© 2009 Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana
Universidad de los Llanos
Meta, Colombia

REVISTA ORINOQUIA

Volumen 14

Diciembre 2010

Número 2

Contenido

EDITORIAL

- La Importancia de los estudios bibliométricos. El caso de Orinoquia 121
Agustín Góngora Orjuela

Artículo Original

CIENCIAS AGRARIAS

- Macromicetos en Zona Rural de Villavicencio 125
Martha L. Ortiz-Moreno
- Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar 133
Ruben D. Valbuena - Villarreal, Beatriz E. Zapata-Berruecos, Pablo E. Cruz-Casallas
- Pronutrientes en la Alimentación de Lechones Destetos 140
Julien Chiquieri, Rita Nobre - Soares, Anna L. Michelle Sant', Víctor L. Hurtado - Nery
- Comportamiento de Cerdos de Engorde en un Sistema de Cama Profunda Utilizando Racimos Vacíos de Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq 147
Gina P. Campiño-Espinosa, Álvaro Ocampo-Durán
- Leptospirosis: Enfermedad Endémica en Caninos de Áreas Rurales de Montería (Córdoba) 160
Alba E. Sánchez - García, Juan C. Ballut Pestana, Alfonso Calderón - Rangel, Virginia C. Rodríguez - Rodríguez
- Comportamiento Sexual de Vacas Brahman en una Región del Caribe Colombiano 168
Marco Gonzalez - Tous, Eliana Ruiz - Valencia, Luz A. Hoyos - Garcia, Esperanza Prieto - Manrique, Cesar Betancur - Hurtado

Artículo Revisión

- Señalización Celular en el Folículo Antral Bovino 178
Juan F. Vásquez - Cano, Martha Olivera - A.
- El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia 188
Natalia Ocampo-Peñuela

Artículo Original

CIENCIAS HUMANAS

- Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico 203
Lilia M. Ladino-Martínez, Yolanda I. Fonseca-Albarracín

CIENCIAS ECONOMICAS

- La Movilidad en el Desarrollo Socioeconómico, de la Población ribereña del Rio Meta 213
María Y. Flórez, Alberto Castro - Sandoval

AUTORES 223

ARBITROS ORINOQUIA 225

INTRUCCIONES A LOS AUTORES 226

REVISTA ORINOQUIA

Volume 14	December 2010	Issue 2
-----------	---------------	---------

Contenido

EDITORIAL

The Importance of Bibliometric Studies. The Orinoquia Case 122
Agustín Góngora Orjuela

Original Article

AGRARIAN SCIENCES

Macrofungi in the Rural Zone of Villavicencio 125
Martha L. Ortiz-Moreno

Induced breeding of Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) with carp pituitary extract: preliminary report 133
Ruben D. Valbuena - Villarreal, Beatriz E. Zapata-Berruecos, Pablo E. Cruz-Casallas

Pro-nutrients in the Feed of Weaned Pigs 140
Julien Chiquieri, Rita Nobre - Soares, Anna L. Michelle Sant', Víctor L. Hurtado - Nery

Animal behaviour of growing-fattening pigs in a deep bedding system using empty fruit branches of oil palm *elaeis guineensis jacq* 147
Gina P. Campiño-Espinosa, Álvaro Ocampo-Durán

Leptospirosis: Endemic Disease in Dogs in Rural Areas of Montería (Córdoba) 160
Alba E. Sánchez - García, Juan C. Ballut Pestana, Alfonso Calderón - Rangel, Virginia C. Rodríguez - Rodríguez

Sexual Behaviour of Brahman Cows in a Region of the Colombian Caribbean 168
Marco Gonzalez - Tous, Eliana Ruiz - Valencia, Luz A. Hoyos - García, Esperanza Prieto - Manrique, Cesar Betancur - Hurtado

Artículo Revisión

Cellular Signaling in the Bovine Antral Follicles 178
Juan F. Vásquez - Cano, Martha Olivera - A.

The phenomenon of migration in birds: a view from the Orinoco 188
Natalia Ocampo-Peñuela

Original Article

CIENCIAS HUMANAS

Proposed curriculum for natural science education at the basic level with a physical approach 203
Lilia M. Ladino-Martínez, Yolanda I. Fonseca-Albarracín

CIENCIAS ECONOMICAS

The mobility on the socioeconomic development, of the Rio Meta' side population 213
María Y. Flórez, Alberto Castro - Sandoval

AUTHORS 223

REFEREES ORINOQUIA 225

NOTICE TO CONTRIBUTORS 228

La Importancia de los estudios bibliométricos. El caso de Orinoquia

La abundante información científica generada en los últimos años asociada a las nuevas formas de comunicación, ha llevado a la comunidad de investigadores a proponer su medición, lo que ha dado lugar al nacimiento de una nueva disciplina la bibliometría. Esta, hace uso de métodos matemáticos y análisis estadísticos que posibilitan la obtención de indicadores confiables, asociados con la calidad. De esta forma, es posible obtener información del número de documentos publicados por una institución o un país, los grupos de investigación o los individuos con mayor productividad científica.

Aunado a lo anterior algunas bases de datos complementan estos indicadores con el llamado factor de Impacto (FI), que no es más que el número de veces que se cita en promedio un artículo en la misma revista, lo que permite comparar las revistas en un determinado campo específico de la ciencia. En la actualidad, el FI es una medida aceptada universalmente y es promovida por el Instituto de Información Científica (ISI por sus siglas en Inglés), conocido en la actualidad como Thomson ISI que incluye más de 16.000 revistas de todo el mundo.

Aunque Orinoquia no está incluida en Thomson ISI, por lo que no se conoce su FI, la información generada por la Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (Redalyc) un proyecto liderado por la Universidad Autónoma del Estado de México, que incluye 732 revistas provenientes de estos países, permite hacer un análisis del avance en los procesos de calidad obtenidos por nuestra revista. De 13 números incluidos en esta base de datos, participaron 300 autores que produjeron 120 artículos científicos, los cuales se encuentran disponibles a texto completo con un promedio de 4.406 descargas mensuales, lo que evidencia que la comunidad científica en general nos lee. Los artículos en colaboración alcanzaron el 25%, lo que demuestra la relación de nuestros investigadores con otros grupos e instituciones nacionales o internacionales.

El número de descargas de artículos, aumentó en forma significativa a partir del 2007, alcanzando su máximo nivel en el 2010 con 6.606 descargas mensuales. Sin duda, esto ha sido posible dada la visibilidad alcanzada, lo que ha favorecido un mayor intercambio por canje que alcanza ya 103 revistas nacionales y 11 internacionales. Otro factor importante que explica estos resultados es la inclusión en bases de datos de libre acceso que coincide con la tendencia actual de permitir una mayor disponibilidad de la información en forma oportuna y por ende, el acceso de un mayor número de lectores.

Como complemento a lo anterior se reconoce que la producción científica de alta calidad medida a través de las publicaciones, tiene un alto impacto en la construcción de los llamados ranking mundiales de las instituciones Universitarias. Existe actualmente dos ranking mundiales, el elaborado por el grupo Scimago de España y el Ranking de Shanghai, que aunque utilizan metodologías distintas, el resultado que persiguen finalmente es el mismo, poder clasificar las Universidades de acuerdo con su calidad.

Como responsable de la revista junto con el comité editorial, considero que los resultados alcanzados a la fecha son positivos, sin embargo nos queda un largo camino por recorrer hasta la obtención de mejores niveles de excelencia, esto es, la clasificación en la máxima categoría en Publindex y su inclusión en Thomson ISI, permitiendo a la vez una mejor clasificación de la Universidad de los Llanos en los respectivos rankings.

Agustín Góngora Orjuela

MV. MSc. Dr. Sci, Editor Orinoquia.

The Importance of Bibliometric Studies. The Orinoquia Case

The wealth of scientific information generated in recent years combined with new forms of communication, has led the research community to propose the measure, which has given rise to a new discipline of bibliometrics. This uses mathematical and statistical analysis methods that allow obtaining reliable indicators related to quality. Thus, it is possible to obtain information on the number of documents issued by an institution or a country, research groups or individuals with the greatest scientific productivity.

In addition to this, there are some databases that complement the indicators with the called impact factor (IF), which is in fact, the number of average times that an article is quoted in the same magazine. This allows a comparison of journals in a specific field of science. Currently, the IF is a universally accepted measure sponsored by the Information Sciences Institute (ISI), known as Thomson ISI, which includes over 16,000 journals around the world.

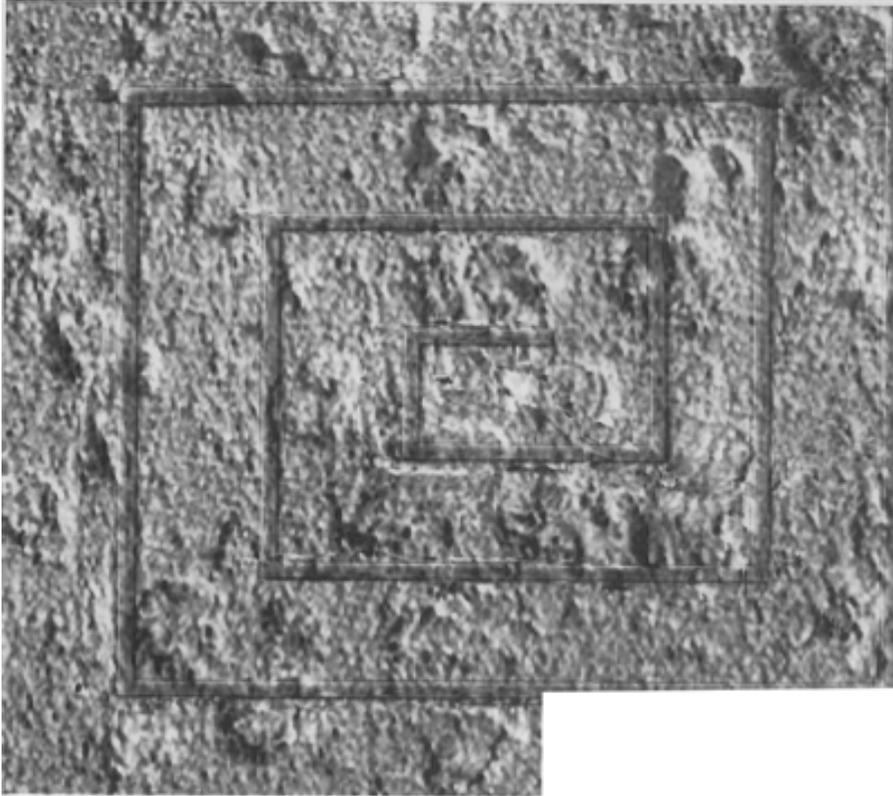
Although Orinoquia magazine is not included in Thomson ISI, as its IF is not known, the information generated by the Network of Scientific Journals of Latin America and the Caribbean, Spain and Portugal (Redalyc), a project led by the Autonomous University of Mexico State, which includes 732 journals from these countries and provides an analysis of progress in quality processes derived from our magazine. Of 13 numbers included in this database, involving 300 authors who produced 120 scientific papers, which are available full text with an average of 4,406 downloads per month, which shows that the scientific community in general reads us. Articles in partnership reached 25%, demonstrating the relationship of our researchers with other groups and national and international institutions.

The number of downloads of articles increased significantly from 2007, peaking in 2010 with 6,606 downloads per month. Without a doubt, this has been possible because of the visibility achieved, which has favored a greater exchange of trade that has reached 103 national and 11 international journals. Another important factor that explains these results is the inclusion in freely available databases which coincide with the current trend of allowing greater availability of information opportunely and therefore, access a greater number of readers. To complement the above, it is recognized that high quality scientific output measured by publications has a high impact on the construction of the global ranking of universities. Currently, there are two global rankings, the group developed by Scimago of Spain and the Shanghai ranking. Although using different methodologies, the pursuing result is the same; to rank universities according to their quality.

As head of the magazine along with the editorial board, I believe that the results achieved to date are positive, however we have a long way to go before achieving better standards of excellence, that being, the highest rank in category Publindex and the inclusion in Thomson ISI, allowing also a better classification of the Universidad de los Llanos in the respective rankings.

Agustín Góngora Orjuela

MV. MSc. Dr. Sci, Editor Orinoquia.



CIENCIAS AGRARIAS

Macromicetos en Zona Rural de Villavicencio

Macrofungi in the Rural Zone of Villavicencio

Martha L. Ortiz-Moreno

Bióloga, Msc. Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos

Email: mlortizm@unillanos.edu.co

Recibido: Enero 21 de 2010. Aceptado: Septiembre 19 de 2010

RESUMEN

Los macromicetos degradadores de materia orgánica, como la madera, son un grupo de microorganismos particulares con una alta diversidad de hábitos y formas. Mediante colecciones puntuales se recolectaron 30 especímenes en la zona rural de la ciudad de Villavicencio, que posee un paisaje de Piedemonte. En el muestreo predominaron los basidiomicetos. El orden Polyporales y la familia Polyporaceae fueron los mejor representados y los géneros más frecuentes *Trametes* y *Auricularia*. Se espera que este estudio contribuya al conocimiento de la diversidad micológica en los Llanos Orientales de Colombia.

Palabras claves: Hongos, saprófitos, Llanos, Basidiomicetos.

ABSTRACT

Organic material degrading macrofungi, are a group of particular microorganisms with a high diversity of forms and habits. Thirty specimens were collected through punctual sampling in rural zone of Villavicencio, this city has a foothills landscape. During the sampling predominated the Basidiomycetes. The Polyporal order and the Polyporaceae family were the best represented and the most frequent gender were *Trametes* and *Auricularia*. It is hoped that this study will contribute to the knowledge of mycological diversity in Los Llanos Orientales of Colombia.

Key words: Fungi, saprophytes, Llanos, Basidiomycetes.

INTRODUCCIÓN

Los macromicetos son generalmente representantes de las subdivisiones Ascomycotina y Basidiomycotina, se distribuyen ampliamente en el globo terrestre y viven en cualquier sitio que presente material orgánico, agua y una temperatura apropiada, generalmente cercana a los 25°C, aunque se pueden desarrollar en ambientes aún más cálidos o fríos, de acuerdo a su fisiología. De acuerdo a lo anterior, los hongos pueden vivir en todos los climas y altitudes siendo particularmente diversos en bosques húmedos

(Laganá *et al.*, 2002; Herrera y Ulloa, 2004; González-Espinosa *et al.*, 2005).

Los miembros de la subdivisión Ascomycotina se caracterizan por la formación de esporangios especiales característicos de su estado de reproducción sexual, llamados ascas, en cuyo interior se generan esporas denominadas ascosporas. Las ascas se agrupan en cuerpos fructíferos especiales llamados ascocarpos, delimitados o

cubiertos por una capa o pared de hifas estériles denominada peridio. Los cuerpos fructíferos se presentan rodeados de capas o de paredes plectenquimatosas estériles. El talo está constituido por un micelio bien desarrollado con hifas ramificadas y septadas, cuyas células poseen de uno a varios núcleos; con frecuencia pasan por una fase dicariótica de vida corta. La subdivisión Ascomycotina tiene representantes de los macromicetos en las clases Euascomycetes, Laboulbeniomyces y Loculoascomycetes (Herrera y Ulloa, 2004; Lodge *et al.*, 2004).

La subdivisión Basidiomycotina es representada por hongos que en alguna fase de su ciclo biológico, forman esporas de origen sexual llamadas basidiosporas sobre células especializadas que se denominan basidios. Las basidiosporas se producen en alguna zona externa del basidio, en diverso número dependiendo de la especie. Generalmente, los basidios se encuentran organizados en un himenio que se localiza en determinada región de una fructificación más o menos compleja, y a veces muy conspicua que corresponde al aparato esporífero o basidiocarpo. El micelio está constituido por hifas tabicadas de estructura compleja debido a la presencia de un poro característico de estos hongos, que se denomina doliporo. Las hifas generalmente presentan fíbulas, que son conexiones a manera de puente entre dos células vecinas de la misma hifa y en la base del basidio. La mayoría de macromicetos de la subdivisión Basidiomycotina pertenecen a la clase Holobasidiomycetes y unos pocos de la clase Heterobasidiomycetes (Herrera y Ulloa, 2004; Lodge *et al.*, 2004).

La importancia de los macromicetos radica en su papel dentro del ciclo del carbono, degradando materiales recalcitrantes como la lignina, por tal motivo es frecuente colectarlos asociados a árboles en descomposición. Los macromicetos poseen enzimas lignolíticas de gran importancia biotecnológica, debido a que pueden degradar una gran cantidad de compuestos de estructura aromática, ya que estas enzimas son inespecíficas y son excretadas por el hongo ante la presencia del sustrato recalcitrante como única fuente de carbono (Leonowicz *et al.*, 1999; Lodge *et al.*, 2004).

Las fructificaciones de muchas especies de macrohongos tienen un gran interés económico por su valor nutricional, son especialmente apreciadas por su delicado sabor y son colectadas en bosques y praderas como *Agaricus brunnescens*, *A. campestris*, *Auricularia sp*, *Cookeia sp* y *Schizophyllum commune* (Lee *et al.*, 2009). Algunas especies de Basidiomicetos y Ascomicetos son fuente de sustancias que tienen diversos usos en la industria y en la medicina. Algunas especies, como las del género *Psilocybe*, contienen psilocibina, sustancia de acción psicotrópica capaz de provocar alucinaciones y estados transitorios de esquizofrenia; debido a esto y por el uso que se les ha dado desde tiempos prehispánicos, han despertado gran interés etnomicológico (Herrera y Ulloa, 2004; Moradali *et al.*, 2007).

Los macromicetos también han sido utilizados como biorremediadores e indicadores de bioacumulación de sustancias tóxicas en los ecosistemas, ya que sus micelios captan iones y compuestos presentes en el sustrato de crecimiento para luego acumularlos en los tejidos del cuerpo fructífero, de esta manera la cosecha y el análisis químico de estos tejidos permite monitorear la residualidad de xenobióticos y sustancias radioactivas en la cadena trófica. Hasta el momento no se ha masificado el cultivo de macromicetos para retirar sustancias tóxicas del suelo debido a que tienen una baja tasa de fructificación y crecimiento (Barnett *et al.*, 1999; Borovička *et al.*, 2006).

El análisis de la diversidad de los macrohongos ha sido utilizado para el planeamiento de áreas estratégicas de conservación, ya que poseen una alta diversidad de especies, superior a las plantas con flores y son sensibles a los cambios ambientales como los cambios en la cobertura vegetal (Falkengren-Grerup *et al.*, 1994; Balmford *et al.*, 2000;).

La zona rural de la ciudad de Villavicencio posee relictos de bosque que se ven amenazados por la actividad antrópica (Alcaldía de Villavicencio, 2010) y donde se desarrollan varias especies de macrohongos. El estudio de los macromicetos en

el piedemonte llanero y las sabanas inundables es un área poco explorada y representa un reto dada su importancia como recurso biológico y potencial biotecnológico para la obtención de antibióticos, hormonas, enzimas, alcaloides y pigmentos entre

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevo a cabo en zona rural de la ciudad de Villavicencio la cual se ubica en las coordenadas 4°09'26,31"N 73°38'14,74"O a una altitud 481msnm con una temperatura media de 26°C y 4008mm de precipitación media anual. La zona rural de Villavicencio presenta paisajes de piedemonte y sabana inundable (Alcaldía de Villavicencio, 2010). Como lugares de muestreo se seleccionaron el campus de la Universidad de los Llanos en la vereda Barcelona (4°04'33.78"N 73°34'49.50"O), el humedal Calatrava (4° 8'13.55"N 73°35'58.77"O), el barrio La Rosita (4° 6'50.53"N 73°36'29.48"O) y la finca Barcelona (4°04'01.47"N 73°35'14.75"O) debido a que poseen relictos de bosque y una humedad relativa superior al 70 %, lo cual genera un ambiente idóneo para el desarrollo de los macromicetos. En las localidades se hicieron recorridos a través de las áreas boscosas y en la sabana adyacente para identificar carpóforos.

Los ejemplares fueron colectados siguiendo el protocolo recomendado por Lodge *et al.*, (2004), empleando una navaja para retirar los especímenes completos y se dispusieron en bolsas de papel para ser transportados al laboratorio de microbiología veg-

RESULTADOS

En las colecciones se encontraron representantes de 19 géneros de macromicetos, de los cuales sólo uno correspondía a Ascomicetos. El orden mejor representado fue el Agaricales con 8 ejemplares seguido por el Polyporales con 7 ejemplares y Auriculariales con 3 individuos, los demás ordenes fueron representados por máximo 2 ejemplares. La familia mejor representada fue la Polyporaceae con 6 individuos. El total de individuos colectados fue de 28.

otros (Leonowicz *et al.*, 1999; Moradali *et al.*, 2007). El propósito de este trabajo es reportar los macromicetos encontrados en zona rural de la ciudad de Villavicencio y contribuir de esta forma al conocimiento de la micoflora de la región.

etal de la Universidad de los Llanos. Todos los ejemplares fueron fotografiados *in situ* y en el laboratorio. Las colecciones se realizaron los meses de octubre y noviembre del 2009.

Cada ejemplar fue descrito empleando el formato propuesto por Lodge *et al.*, 2004 y se clasificaron según las claves taxonómicas de Guzmán (1977), Pacioni (1982) y Kibby (1992). Una vez fueron identificados taxonómicamente fueron preservados por secado en horno de convección a 50°C por 24 horas y finalmente fueron ingresados en el herbario de la Universidad de los Llanos.

A los datos colectados en la zona con mayor esfuerzo de muestreo (Campus Universidad de los Llanos), se les aplicaron los índices de diversidad recomendados por Atlas & Bartha (2001).

Riqueza de especies (d)

$d = S - 1 / \log N$ donde S=número de especies y N=número de individuos

Índice de diversidad de Shanon-Weaver (H)

$H = C/N (N \log N - \sum n_i \log n_i)$ donde C=2,3 N=número de individuos n_i =número de individuos de la especie i

Los géneros con mayores registros fueron *Trametes* y *Auricularia* seguido por *Stereum* y *Hexagona* con 4, 3 y 2 individuos respectivamente, los demás géneros fueron representados por un solo individuo.

Del orden Agaricales se registran 7 familias colectadas en el Campus de la Universidad de los Llanos y en el Humedal de Calatrava, asociados a sustratos variados como el estiércol, hojarasca, madera, guadua y pasto.

La familia mejor representada fue la Agaricaceae con 2 ejemplares de los géneros *Leucocoprinus* y *Chlorophyllum* que crecieron en estiércol (Tabla 1).

Del Orden Polyporales se registran 7 individuos pertenecientes en su mayoría a la familia Polyporaceae, que fueron colectados en el Campus

de la Universidad de los Llanos, no se registran ejemplares en las otras localidades (Tabla 2). Los géneros colectados fueron *Trametes*, *Hexagona* y *Ganoderma*, siendo el género *Trametes* el mejor representado. Los géneros de la familia *Polyporaceae* fueron colectados en madera en descomposición o como parásitos de árboles mostrando un hábito exclusivamente xilófago.

Tabla 1. Ejemplares pertenecientes al orden Agaricales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Leucocoprinus bimbaumii</i>	Asociado a estiércol de res	Campus Unillanos	Agaricales	Agaricaceae
<i>Chlorophyllum molybdites</i>	Asociado a hojarasca	Campus Unillanos	Agaricales	Agaricaceae
<i>Schizophyllum commune</i>	Guadua en descomposición	Campus Unillanos	Agaricales	Schizophyllaceae
<i>Pleurotus florida</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos Humedal Calatrava	Agaricales	Tricholomataceae
<i>Psilocybe cubensis</i>	Asociado a estiércol de res	Campus Unillanos	Agaricales	Strophariaceae
<i>Coprinus disseminatus</i>	Asociado a estiércol de res	Campus Unillanos	Agaricales	Coprinaceae
<i>Marasmius androsaceus</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Agaricales	Marasmiaceae
<i>Lycoperdon perlatum</i>	En pastizal	Campus Unillanos	Agaricales	Lycoperdaceae

Del orden Auriculariales se colectaron 3 ejemplares del género *Auricularia* colectados en todas las localidades como parásitos de árboles (Tabla 3).

En el Humedal Calatrava y la finca Barcelona se colectaron dos especímenes del orden Russulales, género *Stereum* asociados a madera en descomposición (Tabla 4).

En la tabla 5, se muestran los ordenes fúngicos que son representados por un solo ejemplar de hábito xilófago.

La localidad con mayor esfuerzo de muestreo fue el Campus de la Universidad de los Llanos y en ella se colectaron 21 de los 28 individuos reportados.

El índice de riqueza de especies (d) para el Campus según Atlas & Bartha (2001) es de 15,2 y el índice de diversidad de Shanon-Weaver (H) es de 27,7.

Tabla 2. Ejemplares pertenecientes al orden Polyporales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Trametes versicolor</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Trametes maxima</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Trametes elegans</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Trametes cinnabarina</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Hexagona papyraceae</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Hexagona hydroides</i>	Parásito de árbol	Campus Unillanos	Polyporales	Polyporaceae
<i>Ganoderma sp</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Polyporales	Ganodermataceae

Tabla 3. Ejemplares colectados del orden Auriculariales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Auricularia auricula-judae</i>	Parásito de árbol	Barrio La Rosita Humedal Calatrava	Auriculariales	Auriculariaceae
<i>Auricularia auricula</i>	Parásito de árbol	Campus Unillanos	Auriculariales	Auriculariaceae
<i>Auricularia mesenterica</i>	Parásito de árbol	Barrio La Rosita	Auriculariales	Auriculariaceae

Tabla 4. Ejemplares colectados del orden Russulales

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Stereum insignitum</i>	Madera en descomposición	Humedal Calatrava	Russulales	Stereaceae
<i>Stereum hirsutum</i>	Madera en descomposición	Finca Barcelona	Russulales	Stereaceae

Tabla 5. Ordenes fúngicos representados por un solo individuo

Ejemplar	Sustrato	Lugar de colección	Orden	Familia
<i>Inonotus hispidus</i>	Madera en descomposición	Campus Unillanos	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae
<i>Asterophora parasitica</i>	Parásito árbol	Campus Unillanos	Tricholomatales	Tricholomataceae
<i>Calocera cornea</i>	Parásito árbol	Finca Barcelona	Dacrymycetales	Dacrymycetaceae
<i>Hydnum ferrugineum</i>	Parásito árbol	Campus Unillanos	Cantharellales	Hydnaceae
<i>Peziza michelii</i>	Parásito árbol	Campus Unillanos	Clase Ascomycetes: Orden Pezizales	Pezizaceae

DISCUSIÓN

En el muestreo se logró observar una predominancia de basidiomicetos de hábito sésil pertenecientes a la familia Polyporaceae, asociados a madera en descomposición. La distribución de los macromicetos encontrada en el presente estudio puede deberse a que la oferta de hojarasca en los lugares de colección fue escasa con respecto a la madera, lo cual induce una selección por aquellos hongos con mayor potencial enzimático degradador de sustancias aromáticas como los basidiomicetos (Leonowicz *et al.*, 1999). La epixilia fue un fenómeno común para la mayoría de los ejemplares colectados, ya que este hábito de crecimiento permite aprovechar una fuente de carbono recalcitrante como la lignina, permitiéndoles desarrollarse virtualmente sin competencia nutricional (Herrera y Ulloa, 2004).

La distribución de los macrohongos en general, es asociada a la cobertura vegetal y su estado fenológico, la textura del suelo y la composición de la hojarasca (Senn-Irlot & Bieri, 1999). Por ejemplo, Anthony (1999) reporta la distribución de macrohongos en la descomposición de la biomasa de *Phragmites australis*, en este trabajo predominaron los ascomicetos mientras que los basidiomicetos sólo fueron representados por el género *Mycena*, sin embargo éste macrohongo era el principal responsable de dicha degradación y los demás tenían efecto sinérgico. En

el presente estudio los Ascomicetos fueron poco representados indicando que en los ambientes muestreados la actividad sinérgica de los Ascomicetos sobre la descomposición de la biomasa vegetal no fue significativa.

Los miembros de los ordenes Agaricales y Polyporales se adaptan particularmente bien a las condiciones cambiantes de temperatura, humedad relativa y pluviosidad empleando estrategias de dispersión asociadas al viento y a la lluvia (Lodge *et al.*, 2004). La fructificación de los macrohongos es fuertemente influenciada por la temperatura y la lluvia, Baptista *et al.* (2010) reportan un marcado comportamiento bimodal influenciado por las estaciones en bosques de *Castanea sativa* de Portugal, mediante análisis de correlación de Spearman identificaron una relación positiva entre la lluvia y la fructificación, mientras que la relación con la temperatura es inversamente proporcional. En el muestreo realizado la mayoría de las colecciones de macrohongos se realizaron en la entrada de la época de lluvias, es decir en el mes de octubre, momento en el cuál se evidenció un mayor número de carpoforos en campo.

González-Espinosa *et al.*, (2005) analizaron la diversidad de varios grupos biológicos de Chiapas, entre ellos los macromicetos, al comparar los registros se

encontraron múltiples géneros y especies comunes aproximadamente el 80 % de similitud con el presente estudio (sólo se encontraron 5 especies diferentes y 4 géneros no compartidos). Estas similitudes corresponden a que ambas localidades poseen características ambientales propias del Trópico húmedo.

Los géneros *Ganoderma*, *Psilocybe* y *Schizophyllum commune* se pueden adaptar a agroecosistemas, Treu (1998) los registró desarrollándose en plantaciones de palma africana del sudeste de Asia.

En el presente muestreo se encontraron especímenes pertenecientes a los géneros *Coprinus*, *Hydnum*, *Lycoperdon* y *Marasmius*, los cuáles también fueron reportados por Laganá *et al.* (2002). Estos investigadores realizaron un seguimiento por 10 años de la comunidad de hongos asociada a los bosques de *Abies alba* en Italia y encontraron que los géneros fúngicos anteriormente mencionados tienen una baja frecuencia y son colonizadores tempranos dentro del proceso de sucesión, esto indica que se adaptan mejor a ambientes moderadamente disturbados. Indicando que las localidades muestreadas en el presente estudio tienen niveles de disturbio moderados, lo cual es congruente con los índices de riqueza y diversidad de especies de Atlas y Bartha (2001). Es importante que en las localidades estudiadas se minimicen los procesos de deforestación para conservar la diversidad de la microbiota. La microbiota registrada en el presente estudio también podría ser monitoreada y utilizada para formulación de un área de reserva boscosa en el Campus de la Universidad de los Llanos o el Humedal de Calatrava que fueron las localidades con

CONCLUSIÓN

En la zona de muestreo predominan los macromicetos de los ordenes Agaricales y Polyporales siendo los hongos basidiomicetos epixilios de hábito sésil pertenecientes a la familia *Polyporaceae* los mejor representados. Los géneros más abundantes fueron *Trametes* y *Auricularia*. Los registros muestran que la microbiota presente en las localidades es propia de ambientes moderadamente disturbados del Trópico húmedo, lo cual indica que se debe limitar la deforestación

mayores datos (Falkengren-Grerup *et al.*, 1994; Balmford *et al.*, 2000).

Los géneros *Trametes* y *Auricularia* fueron los más abundantes en este muestreo, son géneros cosmopolitas saprófitos o parásitos de árboles, con abundantes registros en las zonas tropicales (González-Espinosa *et al.*, 2005).

Las especies del género *Trametes* han sido evaluadas por su actividad enzimática frente a compuestos aromáticos xenobióticos (Leonowicz *et al.*, 1999). Lee *et al.* (2009) reportan que las comunidades de Malasia Peninsular usan con propósitos alimenticios y medicinales especies de los géneros *Auricularia*, *Cookeia* y a *Schizophyllum commune*. Yildiz *et al.* (2005) analizaron el contenido de elementos orgánicos y la proteína contenida en diferentes macrohongos del sureste de Anatolia (Turquía), encontrando que el género *Peziza* que fue registrado en el presente trabajo es edible y contiene un 41 % de proteína. Mientras que el género *Coprinus* es venenoso y tiene un 20,9-33,1 % de proteína. Estos datos indican que algunos de los géneros encontrados pueden tener posibles aplicaciones desde el punto de vista nutricional.

Ganoderma lucidum y *Trametes versicolor* fueron evaluados por Moradali *et al.*, (2007) encontrando que poseen actividad inmunomodulante y agentes anticancerígenos. *G. lucidum* posee polisacáridos y proteoglicanos mientras que *T. versicolor* tiene glicopeptidos que son de interés farmacéutico. Esto indica que los géneros y especies registradas en el muestreo tienen posibles aplicaciones industriales y que la microbiota colectada puede ser promisoría para el desarrollo de los Llanos Orientales.

de las localidades estudiadas para mantener la diversidad de la microbiota en ecosistemas estratégicos del Piedemonte Llanero y la sabana inundable.

Es necesario aumentar los estudios en hongos macromicetos propios de los Llanos Orientales para tener una visión de la diversidad y potencial uso de este grupo microbiano, sobre todo en ambientes boscosos que están siendo impactados por el hombre.

REFERENCIAS

- Alcaldía de Villavicencio, 2010, Aproximación a la problemática de la situación urbana y rural de la ciudad de Villavicencio, Disponible on line en: http://www.alcaldiadevillavicencio.gov.co/ws/Documentos/DIAGNOSTICO-POT04-04-2010_12-46-22.pdf
- Anthony P. The macrofungi and decay of roofs thatched with water reed, *Phragmites australis*, Mycological Research 1999; 103(10): 1346-1352.
- Atlas R, Bartha R. 2001, Ecología microbiana y microbiología ambiental, Addison Wesley, Madrid, pp 104-111.
- Balmford A, Lyon A, Long R. Testing the higher-taxon approach to conservation planning in a megadiverse group: the macrofungi, Biological Conservation. 2000; 93(2):209-217.
- Baptista P, Martins A, Tavares R, Lino-Neto T. Diversity and fruiting pattern of macrofungi associated with chesnut (*Castanea sativa*) in the Trás-os-Montes region (North-east Portugal), Fungal Ecology 2010; 3(1): 9-19.
- Barnett C, Beresford N, Self P, Howard B, Frankland J, Fulker M, Dood B, Marriott, J. Radiocaesium activity concentrations in the fruit-bodies of macrofungi in Great Britain and an assessment of dietary intake habits, The Science of the Total Environment 1999; 231(1):67-83.
- Borovièka J, Øanda Z, Jelínke E. Antimony content of macrofungi from clean and polluted areas, Chemosphere. 2006; 64(11):1837-1844.
- Falkengren-Grerup U, Rühling Å, Tyler G. Effects of phosphorus application on vascular plants and macrofungi in an acid beech forest soil, The Science of the Total Environment 1994; 151(2): 125-130.
- González-Espinosa M, Ramírez-Marcial N, Ruíz-Montoya L. 2005, Diversidad Biológica en Chiapas, Colegio de la Frontera Sur ECOSUR, Chiapas, pp 71-89.
- Guzman G. 1977, Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera, Editorial Limusa, México D.F., pp 17-236.
- Herrera T, Ulloa M. 2004, El reino de los hongos, Editorial Progreso S.A., México D.F., pp 25-28.
- Kibby G. 1992, An illustrated guide to mushrooms and other fungi of Britain and Northern Europe, Drangon's World Ltd., Limpsfield, pp 4-72.
- Laganá, A, Angiolini C, Loppi S, Salerni E, Perini C, Barluzzi C, De Dominicis V. Forest ecology and management. 2002; 169 (3): 187-202.
- Lee S, Chang Y, Noraswati MUtilization of macrofungi by some indigenous communities for food and medicine in Peninsular Malaysia, Forest Ecology and Management. 2009, 257(10):2062-2065.
- Leonowicz A, Matuszewska A, Luterek J, Ziegenhagen D, Wojtaœ-Wasilewska M, Cho N, Hofrichter M, Rogalski J. Biodegradation of lignin by White rot fungi, Fungal Genetics and Biology 1999; 27:175-185.
- Lodge DJ, Ammirat JF, O'Dell TE, Mueller GM, Huhndorf SM, Wang C, Stokland J, Schmit JP, Ryvarde L, Leacock P, Mata M, Umaña L, Wu Q, Czederpiltz DL. 2004, Terrestrial and lignicolous macrofungi, In: Biodiversity of fungi: inventory and monitoring methods, Eds. Mueller, G., Bills, G., Foster, M., Elsevier Inc., San Diego, pp 127-172.
- Moradali M, Mostafavi H, Ghods S, Hedjaroube G. Immunomodulating and anticancer agents in the realm of macromycetes fungi (macrofungi), International Immunopharmacology. 2007; 7(6):701-724.
- Pacioni G. 1982, Guía de hongos, Ediciones Grijalbo S.A., Barcelona, pp. 35-420.
- Senn-Irlet B, Bieri G. Sporocarp succession of soil-inhabiting macrofungi in an autochthonous subalpine Norway spruce forest of Switzerland, Forest Ecology and Management. 1999; 124 (2-3): 169-175.
- Treu R. Macrofungi in oil palm plantations of South East Asia, Mycologist. 1998; 12(1):12-14.
- Yildiz A, Ye°il O, Yavuz O, Karakaplan M. Organic elements and protein in some macrofungi of south east Anatolia in Turkey, Food Chemistry 2005; 89(4): 605-609.

Reproducción inducida de Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) con extracto de hipófisis de carpa: reporte preliminar

Induced breeding of Capaz (*Pimelodus grosskopfii*) with carp pituitary extract: preliminary report

Rubén D. Valbuena - Villarreal¹, Beatriz E. Zapata-Berruecos¹
Pablo E. Cruz-Casallas²

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia.

²Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos - GRITOX, Instituto de Acuicultura, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Email:rubendario@usco.edu.co

Recibido: Abril 22 de 2009. Aceptado: Octubre 15 de 2010

RESUMEN

Con el propósito de evaluar un protocolo para la reproducción inducida de capaz *Pimelodus grosskopfii*, fueron seleccionados machos y hembras en estado de madurez sexual avanzada, evaluada en los machos por emisión de semen ante una leve presión sobre la cavidad celómica y en las hembras por el diámetro de los ovocitos y la posición del núcleo, obtenidos por medio de biopsia ovárica. Como inductor a la maduración final de las gónadas se utilizó extracto de hipófisis de carpa (EHC), en dosis única de 4 mg kg⁻¹ para machos y 5.75 mg kg⁻¹ (tres inyecciones) para hembras. A partir de la última inyección de la hembra y hasta la ovulación, se registró la temperatura del agua para determinar el tiempo de latencia. El semen fue extraído 9 h después de la administración de la hormona. Las hembras ovularon a las 7 ± 0.2 h a una temperatura del agua de 27.9 ± 0.2 °C. La fecundidad reproductiva fue de 14800 ± 1000 ovocitos por hembra, la fertilidad de 90 ± 10 %, evaluada 6 h post-fertilización (HPF) y el porcentaje de eclosión de 80 ± 15 observada a las 12 HPF. Con estos resultados preliminares se concluye que el EHC es efectivo para inducir la maduración final de las gónadas en esta especie bajo condiciones de cautiverio y, en consecuencia, se convierte en una alternativa para manipular su reproducción en cautiverio y contribuir a la diversificación de la piscicultura colombiana.

Palabras claves: Capaz, extracto de hipófisis de carpa, *Pimelodus grosskopfii*, reproducción inducida.

ABSTRACT

In order to evaluate a protocol for induced breeding of Capaz *Pimelodus grosskopfii*, male and female in advanced stated of maturity were selected, it was evaluated in males by semen emission faced with a slight pressure in the coelomic cavity, and in females by the position of nucleus and oocyte diameter obtained through ovarian biopsy. As a final maturation inducer was used carp pituitary extract (CPE), with a single dose of 4 mg kg⁻¹ for males and 5.75 mg.kg⁻¹ (three doses) for females. Since the last dose of the female until ovulation, the water temperature

was recorded to determine the latency time; the semen was taken 9 hours (h) after the last dose of the male. Females ovulated at 7 ± 0.2 hours on water temperature of 27.9 ± 0.2 °C. Reproductive fecundity was $14\ 800 \pm 1000$ ovocytes per female. Fertility was 90 ± 10 %, it was evaluated at 6 hours post fertilization (HPF) and the hatching rate of 80 ± 15 was observed at 12 HPF. These preliminary results permit to conclude that the CPE is effective in inducing final maturation of the species in captivity and therefore this becomes an alternative for diversification of pisciculture in Colombia.

Key words: Capaz, carp pituitary extract, induced breeding, *Pimelodus grosskopfii*.

INTRODUCCIÓN

El Capaz (*Pimelodus grosskopfii*), también conocido como barbudo (Maldonado-Ocampo *et al.*, 2005) es un pez de la familia Pimelodidae, de hábitos alimenticios omnívoros (Cala, 1996), que se encuentra distribuido en las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca, San Jorge, Sinú, Cesar, Atrato, Baudó y Catatumbo (Dahl, 1971; Mojica *et al.*, 2002), así como en los embalses de Betania (Huila) y Prado (Tolima) (Villa-Navarro, 1999). En Colombia se ha generado un creciente interés por especies del orden Siluriformes, especialmente de esta familia, debido a la buena aceptación comercial de su carne, a su alto valor en el mercado y por su importancia en la acuariofilia. Los Siluriformes, de acuerdo con su tamaño, se han agrupado en grandes, medianos y de pequeño porte. Dentro de este último grupo, de las especies más conocidas es el capaz (*Pimelodus grosskopfii*), considerado en la lista de las 30 especies de interés comercial para la cuenca del río Magdalena (Pesca y Acuicultura, 2006); además ha sido declarada como especie en peligro de extinción por la disminución de sus capturas y tallas en esta cuenca, como consecuencia de la sobrepesca y deterioro ambiental de la misma (Mojica *et al.*, 2002).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El ensayo fue realizado en la Estación Piscícola "Piedra-Pintada" de la Central de Cooperativas de Caficultores del Huila (CENTRACAFE), ubicada en el municipio de Aipe, departamento del Huila, localizada a una altura de 390 msnm, con temperatura promedio anual de 29.5 °C.

Adaptación y manejo de reproductores

Los ejemplares utilizados fueron capturados en la represa Betania, ubicada en el departamento del Huila.

A nivel nacional el cultivo de bagres no se ha desarrollado comercialmente debido en parte a limitaciones tecnológicas para la producción estable y continua de alevinos. El desarrollo de esta tecnología debe superar problemas en las diferentes etapas de este proceso como: selección y manejo de reproductores, reproducción inducida, larvicultura y alevinaje. El capaz *P. grosskopfii* es una especie que no se reproduce en cautiverio de forma espontánea, ya que esta función está condicionada al proceso de migración ascendente o reproductiva que es dirigida hacia la parte alta del río Magdalena y sus afluentes (Useche y Avilés, 2001). Por lo tanto es necesario el empleo de inductores hormonales exógenos para inducir la maduración final de sus gónadas y lograr la obtención de gametos (Castagnolli, 1992).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar un protocolo para la reproducción inducida de capaz (*P. grosskopfii*) mediante la utilización de extracto de hipófisis de carpa (EHC).

Inmediatamente después de capturados, los ejemplares fueron trasladados a la granja experimental en donde se alojaron en estanques en tierra de 500 m² preparados previamente, conservando una densidad de 300 g m². Durante el periodo de adaptación (dos meses) los peces fueron acostumbrados al consumo de dieta seca mediante el suministro de concentrado comercial para peces, con un nivel proteico de 30 %, a una tasa de alimentación del 2 % del peso vivo (PV), suministrado en dos raciones diarias.

Selección de reproductores

Después de la adaptación y acostumbramiento de los reproductores se inició la conformación del lote de reproductores utilizados en el proceso de inducción hormonal. La selección se hizo de la siguiente manera:

Preselección en el estanque

Durante el proceso de pesca se realizó una preselección, teniendo como criterio el tamaño, el cual constituye una característica de dimorfismo sexual, siendo los machos de menor talla que las hembras. Una vez realizada la preselección, los reproductores fueron trasladados a piletas circulares de concreto de 2000 l con recambio de agua permanente.

Selección de reproductores

Fueron seleccionados machos y hembras en estado de madurez sexual avanzada. A las hembras preseleccionadas les fue practicada una biopsia ovárica para obtener una muestra de 50 ± 6 oocitos, con el fin de evaluar en ellos el estado de madurez gonadal, con base en la posición de la vesícula germinal, observada después de la aclaración del corión con solución Serra (alcohol etílico 85 %, formol 10 %, ácido acético glacial 5 %), y el diámetro oocitario (Tabla 1) utilizando una reglilla adaptada a un estereoscopio (Vazzoler, 1996). Las hembras que presentaron más del 20 % de las vesículas germinales migrando fueron seleccionadas para la inducción.

Tabla 1. Diámetros pre inducción y posición del núcleo de oocitos de hembras de capaz *P. grosskopfii*, sometidas a inducción hormonal con EHC. Los valores corresponden a la media \pm DE

Tratamiento	Diámetros pre inducción (μm)	Diámetros post inducción (μm)	Posición de la vesícula germinal %			
			Central	Migrando	Periférica	Atrésica
EHC	904 ± 54.4	1240 ± 44.5	58.7 ± 2.4	28.6 ± 6.5	2.9 ± 2.7	9.7 ± 1.6

Con relación a los machos se seleccionaron aquellos que mostraron emisión de semen ante leve presión craneo caudal de las paredes de la cavidad celómica. Con base en ese criterio se seleccionaron 30 individuos, los cuales fueron alojados en piletas circulares de concreto con aireación permanente y una columna de agua de 20 cm, en proporción 1:1 machos y hembras.

Durante el proceso de selección mencionado, los reproductores fueron tranquilizados mediante inmersión en una solución 60 ppm de MS-222 (Tricaina metanosulfonato) (McFarland, 1969). Bajo esa condición, fueron pesados, medidos, marcados, trasladados en camillas de lona y alojados en piletas circulares de cemento de 2000 l, con aireación permanente.

Protocolo de inducción

Como inductor de la maduración final de las gónadas se utilizó extracto de hipófisis de carpa liofilizado (EHC) disuelto en suero fisiológico (0,9 %), en dosis total de $5,75$ y 4 mg kg^{-1} de peso vivo

(PV), para hembras y machos respectivamente (Tabla 2), administrado intramuscularmente en la base de la aleta dorsal. Durante el periodo de latencia, a partir de la aplicación de la última inyección de hormona, se midió la temperatura del agua cada hora.

Desempeño reproductivo

El desempeño reproductivo se determinó mediante el índice de ovulación, fecundidad absoluta, tasa de fertilización y tasa de eclosión (Tabla 3). Se consideró como índice de ovulación el número de hembras ovuladas sobre el número total de las hembras tratadas (índice de ovulación = hembras ovuladas/hembras tratadas). El momento de la ovulación se determinó cuando ocurrió liberación de oocitos después de suave presión y masaje en sentido craneo-caudal sobre la pared de la cavidad celómica. Inmediatamente después, se procedió al estrujamiento de la hembra para obtener el desove total. Los huevos fueron colectados en un recipiente plástico seco y posteriormente pesados

en una balanza analítica 5000D-12000G (±0.1 g). La fertilización se realizó en seco y la incubación de los huevos se llevó a cabo en incubadoras cilíndricas cónicas de 60 l de capacidad, con un flujo de agua de 3 l.min⁻¹

En cada una se colocaron 15 g de huevos hidratados. Durante la incubación se registró la temperatura (°C) del agua y del ambiente y la concentración de oxígeno disuelto (OD) (mg/l) y el pH (Tabla 4).

Tabla 2. Protocolo para la reproducción inducida de capaz *P. grosskopffii* utilizando EHC

	Dosis Total mg kg ⁻¹	Primera inyección ¹	Intervalo (h)	Segunda inyección	Intervalo (h)	Tercera inyección
HEMBRAS	5.75	0.25	24	0.5	12	5.0
MACHOS	4	4	***	***	***	***

¹ Para machos inyección única

A las 6 horas post-fertilización (HPF) se midió la tasa de fertilización, considerándose como huevos fertilizados aquellos que presentaron aspecto traslúcido y divisiones simétricas en el polo animal; los no fertilizados se identificaron por presentar coloración blanquecina (Contreras y Contreras, 1995). De la misma forma fue estimada la tasa de eclosión, medida entre las 11 y 12 HPF.

Para calcular la fecundidad absoluta, de cada hembra se pesó la cantidad (g) de oocitos desovados; luego se tomó una muestra de c.a. 1.0 g y se fijó en formol al 10 % para su posterior conteo. La fecundidad absoluta fue estimada mediante la siguiente fórmula (Laevastu, 1980):

$$F = n * \frac{G}{g}$$

Donde

F = Fecundidad (número de huevos desovados por hembra)
n = Número de ovocitos en la muestra

G= Peso (g) de los ovocitos desovados por hembra
g = Peso (g) de la sub muestra

El semen también se obtuvo mediante masaje en sentido cráneo-caudal con la diferencia que este se recogió con ayuda de una sonda, debido a la poca cantidad producida (15 ± 5 µl).

Analisis estadístico

Todas las variables evaluadas fueron procesadas a través de estadística descriptiva y expresada como media ± desviación estándar de la media (DE). El efecto de la inducción hormonal sobre el diámetro oocitario fue realizado a través de análisis de varianza (ANOVA), donde p<0,05 fue utilizado como criterio estadístico para revelar diferencias significativas. Los datos fueron analizados con el software SAS para Windows (*Statistic Analysis System*) versión 8.02 (1999-2001 por SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS

El peso promedio de las hembras inducidas fue de 400 ± 53 g y longitud total de 39±3 cm, mientras que en los machos el peso total fue de 189±15 g y la longitud total de 29±4 cm; evidenciándose que las hembras presentan tallas y pesos superiores a los machos.

La biopsia ovárica mostró que las hembras seleccionadas para el tratamiento hormonal presentaron un alto porcentaje de ovocitos con núcleos centrales (Tabla 1). Para el caso del diámetro promedio de los

ovocitos pre inducción y post inducción (904±54.4 y 1240±44.5 respectivamente), hubo diferencia significativa (p<0.05).

Los parámetros de calidad de agua, determinados a lo largo del ensayo se presentan en la Tabla 4. La temperatura, el OD y el pH se mantuvieron relativamente constantes durante los ensayos, tanto en las piletas de alojamiento de los reproductores, como en el sistema de incubación.

Tabla 3. Desempeño reproductivo de capaz *P. grosskopfii*, inducido con EHC. (n= hembras tratadas). Los valores corresponden a la media \pm DE

n	Respuesta ¹	Peso desove (g)	Nº de ovocitos ²	Fecundidad absoluta ³	Periodo de latencia (h) ⁴	Fertilidad (%)	Sobrevivencia embrionaria (%)
15	14/15	10 \pm 5	1480 \pm 200	14800 \pm 1000	7 \pm 0.2	90 \pm 10	80 \pm 15

1 Hembras ovuladas/hembras tratadas (índice de ovulación 93.3%)

2 En un gramo de ovocitos.

3 Número promedio de ovocitos desovados.

4 Temperatura promedio del agua 27.9 \pm 0.2°C.

Tabla 4. Variables físicas del agua en las piletas de alojamiento de reproductores y en el sistema de incubación de oocitos de capaz *Pimelodus grosskopfii*. Para cada parámetro, los valores corresponden a la media \pm DE

Variables	Piletas de reproductores	Sistema de Incubación
Temperatura (°C)	27.9 \pm 0.2	28.5 \pm 0.3
OD (mg l ⁻¹)	4.6 \pm 0.1	4.5 \pm 0.1
pH	6.8 \pm 0.1	6.9 \pm 0.2

La Tabla 3 muestra los valores del índice de ovulación, la tasa de fertilización, la tasa de eclosión y el tiempo de latencia a la ovulación. El índice de ovulación de las

hembras tratadas fue de 93.3 % y la fecundidad absoluta, expresada en gramos de ovocitos/hembra, fue de 10 \pm 5.

DISCUSIÓN

En este estudio, las hembras presentaron tallas y pesos corporales superiores que los machos, similar a lo reportado por Leonardo *et al.* (2004) y Resende *et al.* (1995) en otra especie del mismo orden de Siluriformes (*Pseudoplatystoma fasciatum*). Este dimorfismo también fue encontrado en *Rhamdia hilarii* por Narahara *et al.* (1985) y en *Pseudoplatystoma corruscans* (Resende *et al.*, 1995). Según Cala *et al.* (1996), Cala (1997) y Rodríguez y Pérez (1992), en *P. grosskopfii* no se observa dimorfismo sexual externo definido; sin embargo, las hembras son generalmente más grandes que el macho.

Se observó un aumento significativo del diámetro oocitario después de la inducción hormonal, lo cual corrobora los hallazgos de Kunkel y Flores (1996) y Romagosa *et al.* (2000) en *P. corruscans* y *P. fasciatum*, encontrando que este aumento de diámetro es indicación de maduración final de los oocitos.

Estudios en *P. fasciatum* señalan un diámetro oocitario pre inducción de 939.2 \pm 83.4 μ m y post inducción de 1625 \pm 153 μ m (Mira *et al.*, 2007). Por su parte, Leonardo *et al.* (2004) reportaron diámetro oocitario pre-inducción de 937.5 μ m para la misma especie e indicaron que todas las hembras en su primera maduración gonadal cuyos oocitos presentaron esta medida, respondieron satisfactoriamente a la inducción con EHC y hGG (gonadotropina coriónica humana).

El período de latencia en este estudio fue 7 \pm 0.2 h a 27.9 \pm 0.2°C, similar a lo encontrado por Sánchez (2002) para la misma especie (8.3 h a 26°C). El momento de extracción de los oocitos en peces inducidos con hormonas exógenas influye de manera importante sobre la fertilidad, la supervivencia del embrión, tasas de eclosión y el éxito del desarrollo larval (Mylonas *et al.* 1992).

La fecundidad encontrada en este estudio fue de 14800 ± 1000 ovocitos desovados, similar a lo encontrado para la misma especie por Useche (2001), lo cual confirma que por la cantidad de oocitos producidos no existe cuidado parental (Sánchez, 2002; Rodríguez y Pérez, 1992).

En cuanto a los machos, la producción de esperma fue baja como en muchas especies de silúridos, en virtud que la respuesta a los inductores es baja o a características anatómicas de las gónadas que dificultan su liberación, haciendo necesario muchas

veces la obtención del semen directamente de los testículos por medio de cirugía o sacrificio del animal (Nguenga *et al.*, 1996; Viveiros *et al.*, 2002; Castillo *et al.*, 2003).

Los ejemplares tratados respondieron favorablemente a la inducción hormonal con EHC, observándose para hembras un índice de ovulación 93.3 %. En conclusión, el protocolo utilizado es efectivo para *P. grosskopffii* obteniendo oocitos de buena calidad, aptos para ser fecundados y con un buen porcentaje de fertilidad.

REFERENCIAS

- Cala P, Perez C, Rodríguez I. Aspectos bioecológicos de la población de capaz, *Pimelodus grosskopffii* (*pices:pimelodidae*), en el embalse de Betania y parte alta del río Magdalena, Colombia. Revista de la academia colombiana de ciencias 1996; Vol. XX Numero 77.
- Cala P. Espermatogénesis y ciclo anual reproductivo del capaz, *Pimelodus grosskopffii* (*pices:pimelodidae*) en el alto río Magdalena, Colombia. Caldasia 1997; Vol. 19, números 1-2.
- Castagnolli N. Criação de peixes de água doce. Campus de Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Trabajo de grado. FUNEP 1992.
- Castillo JAM, Ramírez LR, Rodríguez PJA. Ensayos de reproducción y alevinaje en Yaque *Leiaris marmoratus* (Gill, 1870) (*Pises:Siluriformes:Pimelodidae*) en la Orinoquia Colombiana. Memorias IV Seminario Internacional de Acuicultura I Congreso Nacional de Investigaciones Acuícolas, Bogotá, Colombia 2003.
- Contreras PJ, Contreras J. Reproducción inducida de peces tropicales. En: Rodríguez H., Polo G., Salazar G (Eds). Fundamentos de Acuicultura Continental. INPA. Santafé de Bogotá, Colombia 1995; 127-138.
- Dahl G. Los peces del norte de Colombia. Bogotá, INDERENA. 1971; 391.
- Kunkel H, Flores S. Estructura histológica de los ovarios de *Pseudoplatystoma corruscans* (AGASSIZ, 1829) *Pimelodidae*, *Siluriformes*. Bol. Inst. Pesca 1996; 23: 203-212.
- Laevastu T. Manual de métodos de biología pesquera. Zaragoza, España 1980; 243.
- Leonardo GAF, Romagosa E, Borella MI, Batlouni SR. Induced spawning of hatchery-raised Brazilian catfish, cachara *Pseudoplatystoma fasciatum* (Linnaeus, 1766). Aquaculture 2004; 240:451-61.
- Mira T, Castro SR, Medina-Robles VM, Murillo RP, Otero-Paternina AM, Ramirez-Merlano JA, Zapata-Berruecos BE, Velasco-Santamaria YM, Cruz-Casallas PE. Ensayos preliminares de reproducción inducida de bagre rayado *Pseudoplatystoma fasciatum* com extracto de hipofisis de carpa. En memorias de XIII Jornada de Acuicultura, Universidad de los Llanos. 2007; 67-69.
- Maldonado-Ocampo P. Peces de los Andes de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Editorial Ramos López, Bogotá. 2005.
- Mojica JI, Castellanos C, Usma JS, Álvarez-León R. Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Editorial Panamericana, Bogotá 2002.
- McFarland WN, Klontz GW. Anesthesia in fishes. Federal Proceedings 1969; 1535-1540.
- Mylonas CC, Hinshaw JM, Sullivan CV. GnRHa-induced ovulation of brown trout (*Salmo trutta*) and its effects on egg quality. Aquaculture 1992; 106: 379-392.

- Narahara MY, Godinho HM, Romagosa E. Estrutura da população de *Rhamdia hilarii* (Val. 1840) (*Osteichthyes, Siluriformes, Pimelodidae*). Bol. Inst. Pesca 1985; 12:123-137.
- Nguenga D, Breine JJ, Teugels GG, Ollevier F. Artificial propagation of the African catfish *Heterobranchus longifilis* (*Siluridae; Clariidae*): Description of a simple technique to avoid sacrificing male broodfish for the obtention of milt. *Aquaculture* 1996; 143:215-217.
- Pesca y Acuicultura. Corporación Colombia Internacional-INCODER. Colombia 2006.
- Resende EK, Catela AC, Nascimento FL, Palmeira SS, Pereira RAC, Lima MS, Almeida VLL. Biología do curimatá (*Prochilodus lineatus*), pintado (*Pseudoplatystoma coruscans*) e cachara (*Pseudoplatystoma fasciatum*) na bacia hidrográfica do rio Miranda, Pantanal do Mato Grosso do Sul, Brasil, Corumbá, MS EMBRAPA CPAP. Boletim de pesquisa 1995; 2:75.
- Rodríguez RI, Perez M. Contribución al conocimiento de la biología del capaz *Pimelodus grosskopfii* en el embalse de Betania río Magdalena. Trabajo pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá 1992.
- Romagosa E, Andrade-Talmelli EF, Paiva P, Godinho HM, Batlouni SR. Observações preliminares sobre o comportamento reprodutivo das fêmeas de cachara, *Pseudoplatystoma fasciatum*, na região do Vale do Ribeira, SP, em condições de confinamento. *Braz. J. Morphol. Sci.* 2000; 17:224 (Suplemento).
- Sánchez-argas A. Ensayos preliminares de inducción a la ovulación y desove con dos agentes hormonales EPC y LH-RHa y seguimiento del desarrollo embrionario del capaz *Pimelodus grosskopfii*. Tesis pregrado. Universidad Nacional de Colombia. Santa fé de Bogotá 2002.
- Useche-Lopez CA, Aviles Bernal M. Validación del protocolo de reproducción inducida y caracterización del desarrollo de los sistemas digestivo y gonadal del capaz *P. grosskopfii*, especie promisoría para la acuicultura en el alto Magdalena. Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. Centro de investigaciones de acuicultura Alto Magdalena. Gigante-Huila 2001.
- Vazzoler AEA. Biología da reprodução artificial de peixes teleósteos: teoria e practica. Maringá-PR, Brasil. Editora da Universidade Estatal de Maringá 1996.
- Villa-Navarro F. A. Estudio biológico pesquero de la represa de Prado para la determinación de especies promisorias en acuicultura. Presentado a Universidad del Tolima, Cortolima, INPA, Gobernación del Tolima y Comité Departamental de Cafeteros del Tolima. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia 1999.
- Viveiros ATM, Fessehay Y, ter Veld M, Schulz RW, Komen J. Handstripping of semen and semen quality after maturational hormone treatments, in African catfish *Clarias gariepinus*. *Aquaculture* 2002; 213:373-386.

Pronutrientes en la Alimentación de Lechones Destetos

Pro-nutrients in the Feed of Weaned Pigs

Julien Chiquieri¹, Rita Nobre - Soares¹
Anna L. Michelle Sant¹, Víctor L. Hurtado - Nery²

¹Zootec, PhD. Universidad Estadual do Norte Fluminense. Av. Alberto Lamego, 2000. Horto. Campos dos Goytacazes, RJ. Brasil

²MVZ, PhD. Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia
Correspondencia: johnnie182@hotmail.com

Recibido: Junio 21 de 2010. Aceptado: Septiembre 13 de 2010

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar los efectos de los pronutrientes probiótico, prebiótico y antibiótico sobre el desempeño y la altura de las vellosidades intestinales de lechones destetados a 21 días de edad, fue realizado un experimento durante 42 días, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: - Ración referencia; - ración referencia + 0.01 % de antibiótico (tilosina); - ración referencia + probiótico (*Bacillus subtilis*) y - ración referencia + prebiótico (mananoligosacarido). Fueron utilizados 64 lechones de 7.85 ± 1.10 kg, alojados en 16 unidades experimentales de cuatro lechones durante el periodo inicial (1 - 21 días) y tres lechones en el periodo final (22 - 42 días). Al final del experimento fue sacrificado un animal por repetición para colecta de segmentos de intestino delgado para medir la altura de las vellosidades intestinales. No hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) en la ganancia de peso entre los tratamientos en los periodos evaluados. En el periodo inicial la ganancia diaria de peso fue 0.221, 0.233, 0.252 y 0.234 kg, para las raciones testigo, con antibiótico, probiótico y con prebiótico respectivamente. En el periodo final la ganancia diaria de peso fue 0.452, 0.408, 0.447 y 0.404 kg respectivamente. Sin embargo, hubo diferencia en la altura de las vellosidades duodenales ($p < 0.05$) entre las raciones con probiótico (329.00 μm) y prebiótico (245.50 μm). En conclusión, los lechones alimentados con raciones conteniendo antibiótico, probiótico y prebiótico no mejoraron su desempeño ni la altura de las vellosidades intestinales en relación al grupo testigo.

Palabras clave: Promotores de crecimiento, desempeño, lechones.

ABSTRACT

In order to study the pro-nutrients effects of probiotic, prebiotic and antibiotic on the performance and height of intestinal villi of weaned pigs at the age of 21 days. An assay completely randomized block design experiment was carried out during 42 days to compare four treatments: reference (control) - reference ration (without pro-nutrient); antibiotic - reference ration + 0.01 % of antibiotic (Tylosin); - reference + probiotic (*Bacillus subtilis*) and reference + prebiotic (mananoligosaccharides). In the experiment sixty four weaned pigs with the initial weight of

7.85 + 1.10 Kg were allotted in 16 pens, each one with four pigs on the initial period (1-21 days) and three on the final period (22-42 days) and four replications per treatment. At 42th day of experimental period, one animal of each pen was slaughtered to collect the content of the small intestine for evaluation of the intestinal villi height. No had differences ($p>0.05$) between treatments. The daily weight gain of initial period were 0.221, 0.233, 0.252 y 0.234 kg for control diet, antibiotics, probiotic and prebiotics diets. The daily weight gain at the final period were 0.452, 0.408, 0.447 y 0.404 kg respectively. Had difference of the intestinal vilosity height ($p<0.05$) the diets with probiotic (329.00 m) and prebiotic (245.50 m). In conclusion, the animals fed ration with probiotic had higher intestinal villi than the prebiotic. The animals fed ration content antibiotic, probiotic and prebiotic did not had better performance and intestinal villi than the control group.

Key words: growth promoters, performance, piglets.

INTRODUCCIÓN

La fase del destete de lechones es caracterizada por la alta incidencia de diarreas, pérdida de peso y alta mortalidad, causadas principalmente por *E. coli* (Zeyner y Oldt, 2006). El destete precoz, como práctica importante en la producción porcina buscando mayor número de lechones destetos/cerda/año (Sanches *et al.*, 2006), puede incrementar este cuadro.

Durante décadas los antibióticos han sido utilizados en la alimentación de lechones con el objetivo de disminuir los posibles efectos negativos del destete precoz y mejorar el desempeño. Los antibióticos utilizados en dosis subterapéuticas, actúan en el tracto digestivo de los cerdos sobre bacterias patógenas, responsables de los disturbios intestinales. Además, las bacterias patógenas compiten con el huésped por nutrientes afectando el desempeño de los animales.

La Unión Europea por presión de los consumidores, que exigen productos de mejor calidad prohibió la utilización de antibióticos en la alimentación animal (Menten, 2001). Esta prohibición está basada en el hecho que los antibióticos pueden promover el desarrollo de bacterias patógenas resistentes y también por la posibilidad de aparecer residuos en la carne y demás subproductos de origen animal.

En consecuencia, para continuar participando en el mercado de forma competitiva, Brasil debe adecuarse a estas exigencias. Con este propósito, algunos pro nutrientes alternativos a los antibióticos, como probióticos, prebióticos están siendo

probados en la alimentación principalmente de lechones recién destetados.

Los probióticos son organismos vivos que adicionados a las raciones que actúan en el tracto digestivo de los animales de diversas maneras: con efectos nutricionales (Alves *et al.*, 2008), suprimen la producción de amonio y neutralizan enterotoxinas (Hammes y Hertel, 2002), estimulan el sistema inmune (Alves *et al.*, 2008) y exclusión competitiva (Menten, 2001).

Los prebióticos son ingredientes alimenticios no digeribles que influyen benéficamente en el huésped, estimulando selectivamente el crecimiento y la actividad de una o varias especies de bacterias benéficas mejorando la salud del hospedero (Santos, 2003). Según Fernandes *et al.*, (2003) los mananoligosacaridos (MOS) son carbohidratos complejos que contienen D-manose, ayudando a que las bacterias patogénicas se adhieran a este complejo, evitando de esta manera la colonización del epitelio intestinal. Además, pueden contribuir para la proliferación de bacterias benéficas y estimular la respuesta inmune (Ferket, 2002).

Aunque algunos efectos han sido demostrados, aún existe desconocimiento de los mecanismos incluidos en los procesos (Utiyama, *et al.*, 2003) en los cuales participan estos pronutrientes.

El objetivo de este trabajo fue estudiar los efectos de la utilización de probiótico, prebiótico y antibiótico sobre el desempeño de lechones recién destetados.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento fue realizado en el sector de Porcicultura del Núcleo de Apoyo a la Investigación del Laboratorio de Zootecnia y Nutrición Animal, LZNA/CCTA de la Universidad Estatal del Norte Fluminense, ubicada en Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

Animales experimentales

Fueron utilizados 64 lechones, mestizos (Pietrain x Large White x Landrace) destetados a los 21 días de edad y con peso inicial de 7.85 + 1.10 kg, distribuidos en un diseño experimental de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos, cuatro repeticiones y cuatro animales por repetición hasta completar 21 días

de experimento, cuando fue retirado un animal por unidad experimental, con el propósito de respetar la densidad ideal para esa franja etaria.

Duración y condiciones experimentales

El experimento tuvo una duración total de 42 días, divididos en dos periodos de 21 días cada uno. La temperatura fue monitoreada diariamente a través de termómetro de máxima y mínima, colocado en un corral vacío a media altura de los animales. La temperatura máxima y mínima, durante el periodo experimental fue de 23.790C + 1.60 a 32.890C + 3.80, respectivamente.

Tabla 1. Composición centesimal y valores calculados de nutrientes de las raciones preinicial (1-21 días) e inicial (22-42 días) para lechones en fase de precebos

Ingredientes, %	Pre-inicial	Inicial
Maíz	50.13	67.95
Torta de soya	33.39	26.50
Leche en polvo	5.00	-
Azúcar	5.00	-
Fosfato bicálcico	1.40	1.55
Carbonato de calcio	0.70	0.65
Aceite de soya	2.24	2.00
Sal común	0.35	0.43
Suplemento vitamínico ¹	0.40	0.40
Suplemento mineral ²	0.24	0.24
Inerte	0.60	0.20
L-lisina HCL 78%	0.30	0.075
DL-metionina 99%	0.15	-
L-treonina 98,5%	0.10	-
Total	100.00	100.00
Composición calculada		
Proteína bruta, %	20.60	18.10
EM, Kcal/Kg	3.282.00	3.242.00
Ca, %	0.80	0.73
P disponible,	0.41	0.40
Lisina digestible, %	1.28	0.85
Metionina digestible	0.46	0.27
Met + Cis digestible	0.75	0.53

¹Cantidad por Kg de producto: vit. A, 4000 UI; vit. D3, 700 UI; vit. E 10000 UI; vit. K3 1,5 mg; B1, 500 mg; B2, 2000 mg; B6; 700 mg; B12, 9000 mg; ácido fólico, 500 mg; niacina, 11500 mg, ácido pantoténico, 6000 mg; Biotina, 60 mg; colina, 105000 mg; antioxidante, 5000 mg.

²Cantidad por Kg de producto: Fe, 45000 mg; Cu, 37000 mg; Co, 300 mg; I, 800 mg; Mn, 25000 mg; Zn, 35000 mg; Si, 120 mg.

Los animales fueron alojados en galpón de concreto cubierto con tejas de fibrocemento, dividido en 16 corrales de 1.80 x 2.00 metros, con piso de concreto, comedero semiautomático y bebedero tipo chupeta.

Tratamientos

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: Ración referencia (testigo) sin pronutriente

T2: Ración referencia + antibiótico (tilosina), 0.01%

T3: Ración referencia + Probiótico (*Bacillus subtilis*), 0.1% y

T4: Ración referencia + Prebiótico (Mananoligosacarido), 0.2%.

Fueron consideradas dos fases, preiniciación (1 -21 días) e inicial (22 - 42 días). Las raciones se prepararon con maíz, torta de soya, leche en polvo, azúcar, minerales, vitaminas y aminoácidos sintéticos para atender los requerimientos nutricionales propuestos (Rostagno, 2005), descritas en la tabla 1. El antibiótico, probiótico y prebiótico fueron adicionados en la ración en sustitución al ingrediente inerte en las cantidades mencionadas.

Variables estudiadas

Fueron evaluadas las variables consumo de ración, ganancia de peso y conversión alimenticia para cada periodo de 21 días y en el periodo total. Al final del experimento fue sacrificado un animal por repetición para colecta de segmentos de intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) para evaluación de la altura de las vellosidades intestinales.

RESULTADOS

Ensayo de desempeño zootécnico

Los resultados de desempeño en las fases inicial (1 a 21 días), final (22 a 42 días) y total (1 a 42 días de experimento) de cerdos en precebos alimentados con raciones con inclusión de los pronutrientes antibiótico, probiótico y prebiótico son presentados en las tablas 2 y 3 respectivamente.

Procedimientos de laboratorio

Las vellosidades del intestino fueron evaluadas en el sector de Morfología y Anatomía Patológica del Laboratorio de sanidad Animal, LSA-CCTA-UENF, utilizando segmentos de 1 cm de diámetro con fijación en formol según la técnica descrita por Kamimura *et al.*, (2006).

Fueron confeccionadas 12 láminas por tratamiento y en cada una fueron realizadas mediciones (Longitud en línea recta en μm) de cinco vellosidades de duodeno, yeyuno e íleon, utilizando el Programa Computacional Analisis.

Análisis estadístico

Los datos de desempeño y de altura de las vellosidades intestinales fueron sometidos a análisis de varianza y cuando hubo diferencia significativa, se hizo comparación de medias por la Prueba de Tukey a 5 % de probabilidad, según el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \text{ donde}$$

Y_{ij} = Observación Y en el tratamiento i, en el bloque j.

μ = Media general.

τ_i = Efecto del tratamiento i, siendo i Ración referencia, R, R+antibiótico, R+probiótico, R+prebiótico

β_j = Efecto del bloque j, siendo j 1, 2, 3 y 4.

Los resultados fueron procesados en el programa SAEG, Sistema para Análisis Estadísticas y Genéticas (Universidade Federal de Viçosa, 2002).

En los periodos inicial y final y en los resultados consolidados de la fase de precebos el consumo diario de ración, no fueron observadas diferencias significativas ($p > 0,05$) en los resultados de desempeño en ninguno de los periodos evaluados.

Tabla 2. Parámetros productivos de lechones en el periodo inicial (1 a 21 días) de precebos¹

Tratamientos	Consumo de ración (kg)	Ganancia de peso (kg)	Conversión alimenticia
Ración referencia, R	0.388	0.221	1.74
Ración referencia + Antibiótico	0.443	0.233	1.89
Ración referencia + Probiótico	0.450	0.252	1.81
Ración referencia + Prebiótico	0.472	0.234	2.04
Coefficiente de variación, %	16.08	14.12	10.58

¹No hubo diferencia ($p>0.05$) por La prueba de F

Tabla 3. Parámetros productivos de lechones en el periodo final (22 a 42 días) de precebos¹

Tratamientos	Consumo de ración (kg)	Ganancia de peso (kg)	Conversión alimenticia
Ración referencia, R	0.956	0.452	2.14
Ración referencia + Antibiótico	0.936	0.408	2.28
R + Probiótico	1.010	0.447	2.27
R + Prebiótico	0.904	0.404	2.23
Coefficiente de variación, %	10.23	11.08	5.82

¹No hubo diferencia ($p>0.05$) por la prueba de F

Tabla 4. Parámetros productivos de lechones en el periodo total (1 a 42 días) de precebos¹

Tratamientos	Consumo de ración (kg)	Ganancia de peso (kg)	Conversión alimenticia
Ración referencia	0.647	0.352	1.85
Ración referencia + Antibiótico	0.689	0.326	2.11
Ración referencia + Probiótico	0.728	0.356	2.05
Ración referencia + Prebiótico	0.688	0.324	2.12
Coefficiente de variación, %	7.68	6.18	7.33

¹No hubo diferencia ($p>0.05$) por la prueba de F

Altura de las vellosidades

Los resultados obtenidos de altura de las vellosidades intestinales de lechones en fase de precebos

alimentados con raciones conteniendo adición de pronutrientes son presentados en la tabla 5.

Tabla 5. Altura de las vellosidades del duodeno, yeyuno e íleon de lechones alimentados con raciones conteniendo antibiótico, probiótico y prebiótico

Tratamientos	Duodeno ¹	Yeyuno	Íleon
Ración referencia, μm	262.75 ^{AB}	279.25 ^A	267.00 ^A
Ración referencia + Antibiótico, μm	256.75 ^{AB}	234.50 ^A	279.50 ^A
Ración referencia + Probiótico, μm	329.00 ^A	259.50 ^A	302.75 ^A
Ración referencia + Prebiótico, μm	245.50 ^B	290.75 ^A	261.75 ^A
Coefficiente de variación, %	12.92	13.71	18.58

¹Letras diferentes en la columna, difieren estadísticamente por la Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad

La altura de las vellosidades intestinales no fueron influenciadas ($p>0,05$) por las raciones conteniendo antibiótico, probiótico e prebiótico. Sin embargo, la

adición de probiótico en la ración en relación con la adición de prebiótico aumenta en forma significativa ($p<0,05$) la altura de las vellosidades duodenales.

DISCUSIÓN

Los resultados de desempeño de lechones alimentados con raciones conteniendo antibiótico, probiótico y prebiótico no difieren ($p > 0.05$) de aquellos alimentados con raciones sin pronutriente.

Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Sánchez *et al.* (2006), que evaluaron la utilización de probiótico, prebiótico y simbiótico en la alimentación de lechones recién destetados. Utiyama *et al.* (2006) no observaron mejoría en el desempeño de lechones destetos, cuando fueron alimentados con dietas adicionadas de probiótico y prebiótico. Del mismo modo, Mikkelsen *et al.* (2003) compararon la utilización de dos prebióticos diferentes en lechones destetos sin comprobar diferencias significativas sobre los resultados de desempeño zootécnico y Santos (2002) evaluando la utilización de manosa y antibiótico no encontró efectos significativos sobre la ganancia de peso, consumo de ración y conversión alimenticia.

Por otro lado, Santos *et al.* (2003) no observaron diferencia significativa cuando compararon el suministro de antibiótico y probiótico a base de *Lactobacillus* spp en lechones en fase de lactancia y de precebos.

Según, Sánchez *et al.* (2006), la eficacia de los productos es estrictamente dependiente de la cantidad y de las características de los pronutrientes o aditivos, razón por la cual dificulta establecer parámetros de comparación de los resultados.

El efecto de los antibióticos utilizados en alimentación animal, es sobre los microorganismos de la flora intestinal. La respuesta y dosificación de un antimicrobiano específico son modificadas según la edad del animal, la prevalencia de enfermedades dentro de un rebaño y el tipo de aditivos y desafíos ambientales en que se encuentra la pira (Kamimura *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos se pueden explicar por el bajo desafío sanitario en el cual se criaron los animales, que fueron alojados en instalaciones relativamente nuevas en los predios de la Universidad, donde el

manejo sanitario y profiláctico es más riguroso en comparación con algunas explotaciones comerciales. El bajo desafío se refiere a que los animales procedían de un rebaño porcino sometido a un plan sanitario adecuado de vacunación, vermifugación, control de vectores y con raciones formuladas para atender los requerimientos nutricionales de la fase, lo que impedía que eventualmente se desarrollaran microorganismos que afectaran el desempeño de los lechones.

Los animales alimentados con raciones conteniendo probiótico presentaron mayor altura de las vellosidades duodenales ($p < 0.05$) en comparación de los animales alimentados con ración conteniendo prebiótico. No hubo diferencia estadística ($p > 0.05$) entre los demás tratamientos y en relación con la altura de las vellosidades del yeyuno e ileon.

Los mayores valores de altura de las vellosidades del duodeno en animales alimentados con ración conteniendo probiótico con respecto a los alimentados con ración adicionada de prebiótico, demuestra eficacia del probiótico en el control de bacterias patogénicas, a través de la exclusión competitiva. El microorganismo probiótico es un gran productor de ácido láctico, empeorando las condiciones para la supervivencia de bacterias patogénicas, estimulando el crecimiento de las vellosidades.

El hecho, que los animales alimentados con ración adicionada de probiótico hayan presentado mayor altura de las vellosidades duodenales, no influyó para mejorar el desempeño zootécnico de los cerdos, sin embargo, los resultados se explican por el aumento de la capacidad digestiva y de absorción de los animales (Kamimura *et al.*, 2006), hecho coherente con el consumo de ración y la ganancia de peso de estos lechones en relaciones con los animales de los otros tratamientos.

Los animales alimentados con raciones conteniendo antibiótico, probiótico y prebiótico no mejoraron el desempeño en relación a los animales del grupo control.

En conclusión, la inclusión de antibiótico, probiótico y prebiótico en la ración no mejora los parámetros

zootécnicos, ni influye en la altura de las vellosidades intestinales de lechones en precebos.

REFERENCIAS

Alves FZJ, Lui JF, Oliveira MC. *et al.* Digestibilidade de dietas contendo antibiótico, probiótico e prebiótico para coelhos em crescimento. Rev Biotemas 2008; 21:131-136.

Fernandes PCC, Malaguido A, Silva AV. Manejo nutricional visando substituir a utilização de antimicrobianos em alimentos para aves. En: Simpósio sobre manejo e nutrição de aves e suínos, Campinas:CBNA, 2003. p.135-166.

Ferket PR. Use of oligosaccharides and gut modifiers as replacements for dietary antibiotics. En: MINNESOTANUTRITION CONFERENCE, 63. Minnesota. Proceedings, Minnesota: Eagan, 2002; 169-182 p.

Hammes WP, Hertel C, Research approaches for pre and probiotics: challenges and outlook F Res Int. 2002; 35:165-170.

Kamimura R, Arantes, VM, Beletti, ME., *et al.*, Efeitos de mananoligosacarídeos e colistina sobre a histomorfometria intestinal e níveis de IgA e IgG séricas em leitões. Vet Not 2006; 12:153-160.

Menten JFM, Aditivos alternativos na nutrição de aves. En: 38ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Piracicaba, 2001; 141-157 p.

Mikkelsen LL, Jakobsen M, Jensen BB. Effects of dietary oligosaccharides on microbial diversity and fructo-oligosaccharide degrading bacteria in faeces of piglets post-weaning. Anim Feed Sci and Tecn, 2003; 109:133-150.

Rostagno HS. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras), 6ª impressão, Ed.Impr. Univ. da UFV, Viçosa, 2005; 59p.

Sanches AL, Lima JAF, Fialho ET, *et al.* Utilização de probiótico, prebiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame. Ciênc Agrotec 2006; 30: 774-777.

Santos WG. Manose na alimentação de leitões na fase de creche Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Lavras:Universidade Federal de Lavras; 2002.

Santos MS, Ferreira CLLP, Gomes PC, *et al.* Influência do fornecimento de probiótico a base de Lactobacillus sp sobre a microbiota intestinal de lechones. Ciênc Agrotec 2003; 27:1395-1400.

Universidade Federal de Viçosa - UFV. Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG. Viçosa 2002.

Utiyama CE, Oetting LL, Giani PA, *et al.* Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém-desmamados, R. Bras. Zootec., 2006; 35:2359-2367.

Zeyner A, Oldt E. Effect of a probiotic Enterococcus faecium strain supplemented from birth to weaning on diarrhea patterns and performance of piglets. J Anim Phys and Anim Nut 2006; 90:25-31.

Comportamiento de Cerdos de Engorde en un Sistema de Cama Profunda Utilizando Racimos Vacíos de Palma de Aceite *Elaeis guineensis* Jacq

Animal behaviour of growing-fattenign pigs in a deep bedding system using empty fruit brunches of oil palm *elaeis guineensis jacq*

Gina P. Campiño-Espinosa¹, Álvaro Ocampo-Durán²

¹*Médico Veterinario Zootecnista

²*Zootecnista, MSc, PhD.

*Grupo de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción con énfasis en Palmas Tropicales
Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Correspondencia: aocampoduran@gmail.com

Recibido: Octubre 26 de 2009 Aceptado: Octubre 01 de 2010

RESUMEN

Se evaluaron cuatro tratamientos en cerdos de engorde bajo el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite, con dos densidades animales (1,5 y 1,35 m²/animal), y dos densidades de material de cama (350 y 450 kg de raquis/animal), con el objeto de observar el comportamiento animal. Se registraron diariamente las actividades de cada grupo de cerdos a las 08:00, 11:00 y 15:00 horas; así como actividades individuales en cinco cerdos por cada tratamiento. Se determinó el comportamiento de los animales antes y después de alcanzar los 50 Kg de peso vivo, etapa de levante y ceba. Se observó un efecto de la densidad animal en el comportamiento de los cerdos. El grupo con menor densidad animal (1.5 m²/animal) tuvo mayor porcentaje de animales consumiendo la dieta durante los horarios de alimentación y mayor porcentaje de animales descansando después de alimentarse. Los cerdos independientemente de la densidad animal o de la densidad de la cama, establecieron tres zonas en la cama: zona sucia, zona húmeda y zona de descanso, las cuales conservaron durante toda la fase de engorde. Igualmente, los cerdos establecieron sitios específicos para alimentarse y descansar. En conclusión, el sistema de cama profunda utilizando raquis de palma ofrece un ambiente adecuado para los cerdos y permite que estos definan aspectos que determinan su bienestar durante el engorde.

Palabras claves: Cerdos, cama profunda, raquis, palma de aceite, comportamiento animal, bienestar animal.

ABSTRACT

Four treatments were evaluated using empty fruit brunches of oil palm (EFB) on a growing-finishing pig deep bedding system, using two animal densities (1,5 and 1,35 m²/animal) and two EFB densities as substrate for

deep bedding (350 and 450 kg EFB/animal) to evaluate the animal behavior. The activities of each experimental group were registered daily at 08:00, 11:00 and 15:00 hours; as well the individual activities of 5 pigs per treatment. The animal behavior before and after the pigs reached 50kg live weight (growing and fattening phases) were determined. An effect of the animal density on the animal behavior of pigs was observed. The treatment with lower animal density (1.5 m²/animal) showed the highest both percentage of pigs eating during the feeding hours and resting pigs after fed. Pigs established three well differentiated areas of the deep bedding substrate: dirty area, humid area and resting area independently of animal density or substrate density. Additionally, the pigs established fed and resting areas. In conclusion, the deep bedding system using empty fruit branches of oil palm offers well animal welfare and allows pigs to determine favorable behavior during the growing-fattening phase.

Key words: empty fruit branches, oil palm, deep bedding, animal welfare, growing-fattening pigs.

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de un animal revela la satisfacción de sus necesidades corporales y su relación con el ambiente que lo rodea. El bienestar es la manifestación de confort y ausencia de sufrimiento, manteniendo un equilibrio fisiológico del individuo con su entorno. Esto se logra conservando ese entorno, sin pretender modificar el ambiente natural, las costumbres y actividades que por naturaleza tiene una especie. En consecuencia se ofrece un estado saludable que minimice las situaciones de estrés y favorezca una producción rentable.

La evolución en los sistemas de explotación porcina rompió la estructura natural-social de los cerdos al imponer modificaciones morfo-fisio-etológicas que empobrecen el ambiente de los cerdos, provocando un disconfort que conduce a trastornos del comportamiento (Muñoz, 2002). El sistema de

producción porcina en cama profunda ofrece la posibilidad de enriquecer el ambiente de los animales, haciéndolo más natural y reduciendo la incidencia de problemas en la conducta animal.

Conocer el patrón de actividades de los cerdos constituye una herramienta fundamental para obtener buenos rendimientos productivos y ofrecer una mejor calidad de vida a los animales domésticos que sirven al hombre como fuente de alimento.

Este trabajo muestra una aproximación al comportamiento de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite. Para el conocimiento de los autores, es el primer trabajo que describe el comportamiento de cerdos de engorde bajo el sistema de cama profunda utilizando raquis de palma de aceite.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en las instalaciones de la empresa Inversiones Yaguarito, ubicada en la Plantación Palmeras Santana Ltda. a 6.5 Km. del

municipio de Villanueva - Casanare, con una temperatura ambiental entre 23 y 33°C y una precipitación anual promedio de 2.694 mm.

TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES

Se utilizaron 404 lechones, cruce comercial proveniente de Genética PIC, de 75 días de edad aproximadamente, con un peso inicial promedio de 23 Kg, en un diseño factorial de 2 x 2. Cuatro tratamientos (Tabla 1) cada uno con dos repeticiones.

La distribución espacial de los tratamientos se ilustra en la Figura 1. La etapa experimental tuvo una duración de 16 semanas, cuando los animales alcanzaron un peso aproximado de 90 kg.

Tabla 1. Tratamientos experimentales según densidad animal y densidad de cama

Identificación del Tratamiento	Descripción		No. animales por repetición	No. animales por tratamiento	Cantidad de raquis al inicio del experimento
	Densidad animal	Densidad de cama			
T 1.5 A	1.5 m ² /animal	350 Kg de tusa/animal	48	96	16,8 Toneladas
T 1.35 A	1.35 m ² /animal	350 Kg de tusa/animal	53	106	18,5 Toneladas
T 1.5 B	1.5 m ² /animal	450 Kg de tusa/animal	48	96	21,6 Toneladas
T 1.35 B	1.35 m ² /animal	450 Kg de tusa/animal	53	106	23,8 Toneladas

T 1,5A Repetición 1	T 1,35A Repetición 1	T 1,5B Repetición 1	T 1,35B Repetición 1
------------------------	-------------------------	------------------------	-------------------------

T 1,35B Repetición 2	T 1,5B Repetición 2	T 1,35A Repetición 2	T 1,5A Repetición 2
-------------------------	------------------------	-------------------------	------------------------

Figura 1. Distribución espacial de los Tratamientos experimentales según densidad animal y densidad de cama

ALIMENTACIÓN

Se utilizó un sistema de alimentación restringida en dos raciones diarias; la primera a las 08:00 horas y la segunda a las 15:00 horas, suministrado en dos canoas por corral, con capacidad para veinte animales cada una. La bebida de los animales consistió en efluentes, subproducto del proceso de extracción de aceite crudo de palma. Hasta la semana 9 de engorde, los cerdos tuvieron una canoa con efluente permanentemente. A partir de la semana 10, todas las canoas estuvieron

dedicadas alternativamente a la oferta de alimento o a la oferta de efluente para bebida. Una vez los animales consumieron la totalidad del alimento, las canoas fueron destinadas para la oferta de efluentes.

El alimento consistía en cuatro dietas que se suministraron según el peso de los animales como se explica en la Tabla 2. El consumo esperado del alimento se reporta en la Tabla 3.

Tabla 2. Composición nutricional de la dieta según el peso de los animales

	DIETAS			
	Iniciación	Levante	Ceba 1	Ceba 2
Peso animales	3 semanas*	≤ 50 Kg	50-80 Kg	80-110 Kg
Proteína cruda (g/kg alimento)	240	215	193	193
E D (MJ/kg alimento)	17	16.7	17	17
Grasa (g/kg alimento)	308	249	266	266
Lisina (g/kg alimento)	17	16.7	16	16
Relación Lys/ED	0.9	1.0	0.9	0.9

*La dieta iniciación se suministró desde la llegada de los animales hasta la tercera semana

Tabla 3. Consumo de alimento esperado según el peso de los animales

Rango de peso vivo	Tipo de dieta	Consumo esperado (Kg./animal/día)
Llegada hasta consumo de 1 Kg.	Iniciación	Máximo 1.0
25-29 Kg.	Levante	1.0
30-34 Kg.	Levante	1.0
35-40 Kg.	Levante	1.1
41-46 Kg.	Levante	1.2
47-50 Kg.	Levante	1.3
50-55 Kg.	Ceba 1	1.6
56-61 Kg.	Ceba 1	1.7
62-67 Kg.	Ceba 1	1.8
67-72 Kg.	Ceba 1	1.9
73-80 Kg.	Ceba 1	2.0
81-86 Kg.	Ceba 2	2.1
87-93 Kg.	Ceba 2	2.2
94-110 Kg.	Ceba 2	2.3

INSTALACIONES

Para este trabajo se utilizaron dos instalaciones de 6 metros de ancho por 48 metros de largo, (288 m²), divididas en cuatro corrales de 72m² (6x12). Cada instalación consistió en una estructura de columnas ubicadas cada 6 metros, techo a un agua, rejas de 1

metro de altura, ubicadas perimetralmente y en las divisiones entre corrales. Los comederos y bebederos fueron canoas metálicas de 30 cm. de ancho, con espacios individuales ubicadas a lo largo de la instalación (Ver Figura 2).



Figura 2. Instalaciones en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite

PREPARACIÓN DE LA CAMA

El proceso de preparación de la cama se inició con el retiro de la cama anterior y posterior enladrado del suelo. Se retiraron, lavaron y desinfectaron los comederos, bebederos y rejas. Posteriormente se llenó el corral

con racimos vacíos de palma, durante dos a tres días hasta completar 160 toneladas aproximadamente para todo el experimento. Posteriormente se distribuyó la tusa por todo el corral y se instalaron las rejas perimetrales, los comederos y bebederos.

REGISTRO DE LA INFORMACIÓN

Comportamiento general: Se realizó el registro diario de las actividades de los animales, durante todo el ciclo de engorde, a las 08:00, 11:00 y 15:00 horas, determinando la actividad de los cerdos cuando estaban comiendo, bebiendo, esperando comida, peleando, descansando en decúbito ventral o lateral, hozando la cama estando el cerdo de pie o acostado.

Comportamiento individual: Se hizo un registro detallado del comportamiento individual de cinco animales en cada tratamiento. Se registró el comportamiento individual de los cerdos durante la semana 5 con un peso promedio de 40 Kg y durante la semana 11, con un peso promedio de 70 Kg. Se

realizaron observaciones en tres horarios, a las 08:30, 13:00 y 15:40 horas, registrando la actividad y ubicación de cada animal a intervalos de diez minutos con un máximo de ocho observaciones por cada tratamiento.

Representación gráfica de cada zona establecida por los cerdos

Semanalmente se hizo una representación gráfica de la zonificación de la cama, precisando las diferentes zonas: limpia, húmeda y sucia, según el comportamiento de los animales (como se ilustra en la Figura 11).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

COMPORTAMIENTO GENERAL

Para el análisis del comportamiento general de los animales en el sistema de cama profunda utilizando raquis de palma, se tuvo en cuenta como parámetro de comparación la densidad animal (1,5 vs. 1,35 m²/animal), debido a que no se observaron diferencias en el comportamiento animal respecto a la densidad de la cama (350 y 450 kg de raquis por animal). Este comportamiento se analizó según las actividades comunes de los animales. Para el análisis, se definieron tres grupos de comportamiento:

a) Comportamiento de alimentación: Son las actividades en el momento de alimentación y bebida (comiendo, bebiendo, esperando comida, peleando, indiferentes).

b) Comportamiento de descanso: Hace referencia a la posición y la forma en que descansan los animales (decúbito ventral, decúbito lateral, adentro de las canoas).

c) Comportamiento en actividad: Se relaciona con las actividades de los animales y su posición respecto a la cama durante el día (hozando cama de pie, hozando cama acostado).

Comportamiento general de los cerdos en sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma - 08:00 horas (**Figura 3 Y Figura 4**)

Comportamiento de alimentación. Debe tenerse presente que el alimento se ofreció a las 08:00 y a las 15:00 horas, en un sistema de alimentación que ofrece cantidades establecidas por animal según la fase de engorde. En el tratamiento de 1,5 m²/animal, el porcentaje de animales comiendo a las 08:00 horas, inició en 13.6 % y fue aumentando hasta la semana catorce (76.33 %), a partir de la cual descendió, finalizando en 64.8 %; mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal este porcentaje inició en 7.1 %, y fue aumentando hasta la semana catorce (72.8 %), a partir de la cual descendió, finalizando en 56.1 %. La presión sobre el acceso al alimento fue mayor en el grupo con mayor densidad animal, aunque el comportamiento estuvo influenciado por el número de comederos en cada canoa de alimentación (veinte comederos por cada canoa). Independientemente del tratamiento, el porcentaje de animales comiendo fue inferior al 50 % de los animales durante las primeras nueve semanas.

La observación del porcentaje de animales bebiendo, se vio limitado a las primeras nueve semanas, debido a que a partir de la semana diez se ofreció en todas las canoas el alimento y luego de su consumo total (aproximadamente una hora), se ofreció efluente para bebida de los animales. El porcentaje de cerdos bebiendo fue mayor en el tratamiento de 1,5 m²/animal (9.3 %), que en el de 1,35 m²/animal (7 %).

El porcentaje de animales esperando comida en el tratamiento con densidad animal de 1,5 m²/animal, empezó a notarse en la quinta semana con un 7.1 % y se mantuvo en un promedio de 15.2 % hasta el final. Mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal, este porcentaje estuvo en 7.7 % durante la quinta semana, con un promedio de 17.5 % hasta el final. Hubo un porcentaje de animales peleando e indiferentes a la alimentación, este fue inferior al 3 % durante todo el ensayo, independientemente de la densidad animal.

Comportamiento de descanso. El porcentaje de animales descansando fue cada vez menor debido a que este es un horario de alimentación. El promedio

de animales en decúbito ventral fue de 9.7 % y en decúbito lateral 6.4 %, en el tratamiento de 1,5 m²/animal; mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal fue de 10.6 % en decúbito ventral y 5.6 % en decúbito lateral. Para los dos tratamientos, el porcentaje de animales descansando adentro de las canoas tuvo un promedio inferior al 1 %.

Comportamiento en actividad. El porcentaje de animales hozando en la cama durante este horario fue de 17.3 % en el tratamiento de 1,5 m²/animal, de los cuales 15.5 % se encontraban hozando de pie y 1.7 % acostados; mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal el promedio fue de 19.5 %, de los cuales 18 % estuvieron de pie y 1.5 % acostados.

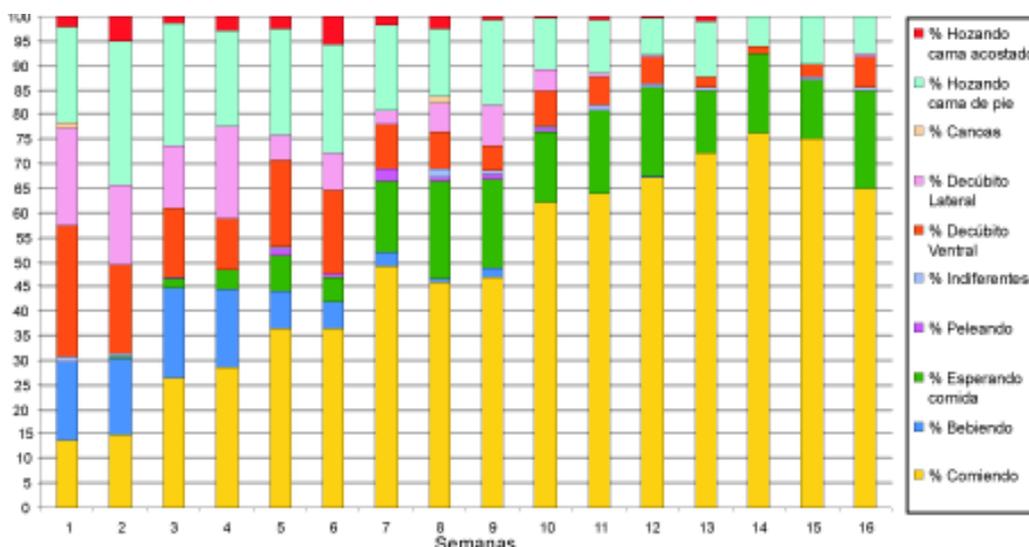


Figura 3. Comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite con una densidad animal de 1,5 m²/animal - 08:00 horas

Comportamiento general de los cerdos en sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma - 11:00 horas. (Figura 5 y Figura 6)

Comportamiento de alimentación. En este horario las actividades de alimentación tuvieron porcentajes mínimos debido a que es un horario de descanso de los animales. El promedio de animales comiendo fue de 2.9 % en el tratamiento de 1,5 m²/animal, mientras que en el tratamiento con 1,35 m²/animal fue de 4.3 %. En todas las semanas se mantuvo un porcentaje de animales bebiendo en este horario, este fue de 5.8 % en el tratamiento de 1,5 m²/animal y 5.1% en el de 1,35 m²/animal.

Comportamiento de descanso. En el tratamiento de 1,5 m²/animal, 69.3 % de los animales se encontraban

descansando, de los cuales el 35.4 % estaba en decúbito ventral y el 33.6 % en decúbito lateral. En el tratamiento de 1,35 m²/animal, este porcentaje fue de 66.5 % de los cuales 37 % estaba en decúbito ventral y 29 % en decúbito lateral. Este comportamiento sugiere que los cerdos en este sistema demuestran una sensación de bienestar animal, el cual fue mayor en el tratamiento con menor densidad animal (1,5 m²/animal). El porcentaje de animales en las canoas fue inferior al 1 % en los dos tratamientos.

Comportamiento en actividad. El porcentaje de animales hozando en el tratamiento 1,5 m²/animal, estuvo en 20.4 % de los cuales 18.7 % se encontraban hozando de pie y 1.7 % acostados; mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal este fue de 22.7 %, de los cuales 20.9 % estaban de pie y 1.8 % acostados.

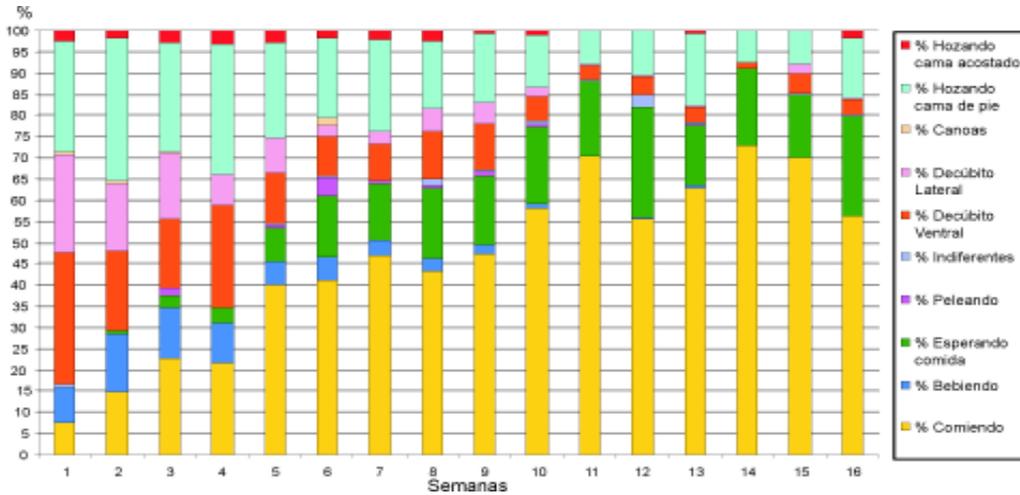


Figura 4. Comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite con una densidad animal de 1,35 m²/animal - 08:00 horas

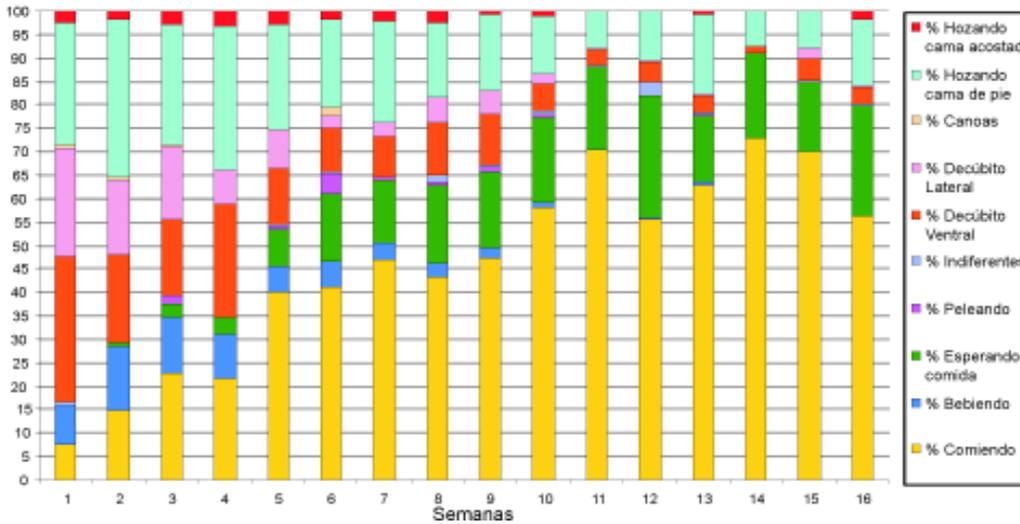


Figura 5. Comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite con una densidad animal de 1,5 m²/animal - 11:00 horas

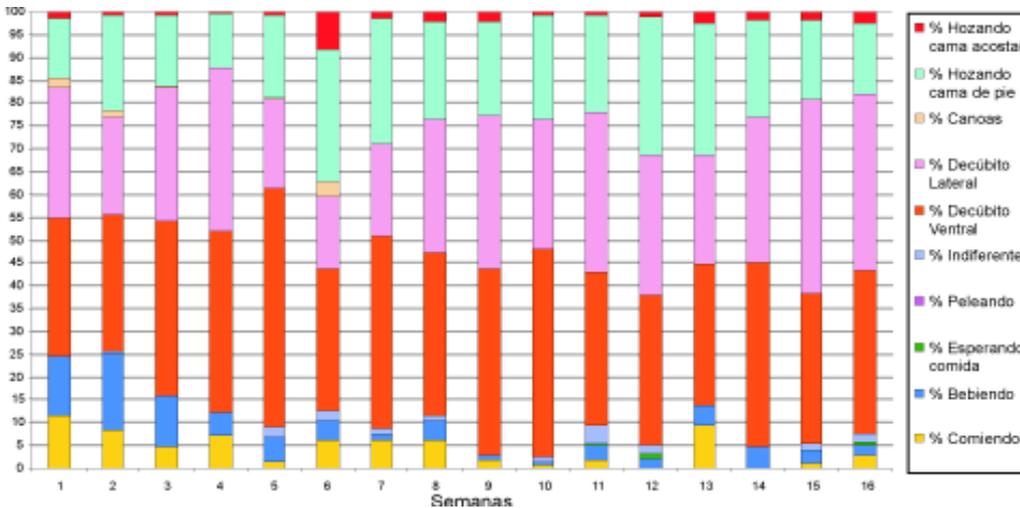


Figura 6. Comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite con una densidad animal de 1,35 m²/animal - 11:00 horas

Comportamiento general de los cerdos en sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma - 15:00 horas. (Figura 7 y Figura 8)

Comportamiento de alimentación. El porcentaje de animales comiendo durante la hora de alimentación de la tarde aumentó semanalmente; en el tratamiento de 1,5 m²/animal inició en 16.3 % y finalizó en 72.34 %, mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal inició en 11.9 % y finalizó en 63.6 %.

El promedio de animales bebiendo después de terminado el alimento se mantuvo en 6.6 % en el tratamiento de 1,5 m²/animal y 6.2 % en el tratamiento de 1,35 m²/animal, en todo el ciclo de engorde.

El porcentaje de animales esperando comida fue notorio de la semana 5 a la 16, en los dos tratamientos, con un promedio de 14.5 % en el tratamiento de 1,5 m²/animal y 15.7 % en el tratamiento de 1,35 m²/animal., lo cual demuestra mayor presión por el alimento en el

tratamiento de mayor densidad animal. El porcentaje de animales peleando e indiferentes fue inferior al 1% en los dos tratamientos.

Comportamiento de descanso. Al igual que en la hora de alimentación de la mañana, el porcentaje de animales descansando fue cada vez menor. El promedio de animales en decúbito ventral fue de 14.9 % y en decúbito lateral 8.9 %, en el tratamiento de 1,5 m²/animal; mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal fue de 12.5 % en decúbito ventral y 8.2 % en decúbito lateral. Los animales descansando en las canoas tuvieron un promedio inferior al 1 %.

Comportamiento en actividad. El porcentaje de animales hozando en la cama en la tarde estuvo en 17.2 % en el tratamiento de 1,5 m²/animal, de los cuales 16.3 % se encontraban hozando de pie y 0.9 % acostados; mientras que en el tratamiento de 1,35 m²/animal fue de 22.4 %, 20.6 % de pie y 1.8 % acostados.

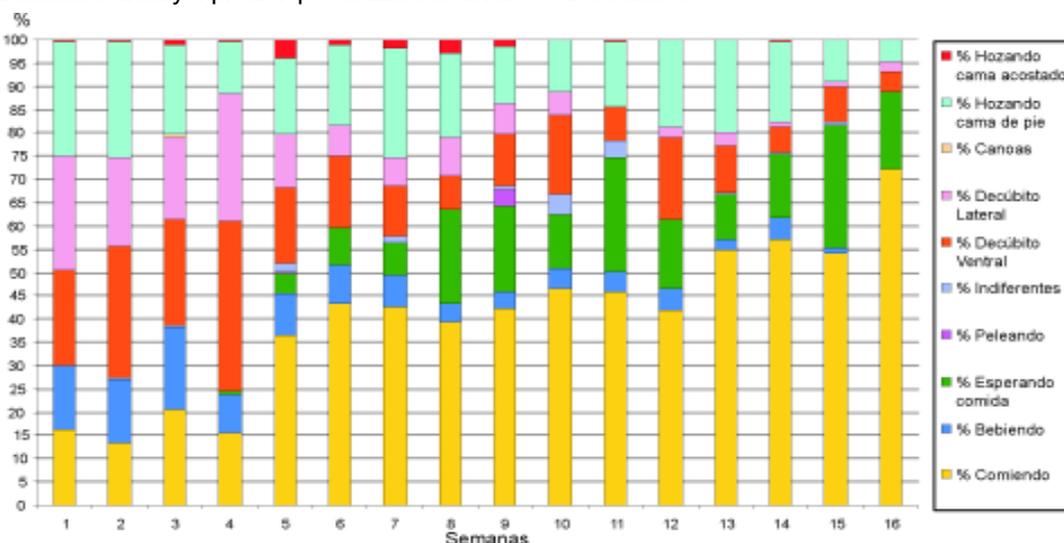


Figura 7. Comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite con una densidad animal de 1,5 m²/animal - 15:00 horas

Efecto de la densidad animal sobre el comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma

El comportamiento de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando raquis de palma, tuvo una tendencia similar en los dos tratamientos.

En la primera semana de observación, el porcentaje de animales consumiendo en los horarios de alimentación fue mayor en el tratamiento de menor

densidad animal, con una diferencia de 4 a 6 %. Al finalizar la observación, la diferencia fue del 9 %. El porcentaje de animales esperando comida en estos horarios, fue mayor en el tratamiento de mayor densidad animal, con una diferencia del 2 %. Esto sugiere que en un sistema de alimentación restringida, a mayor densidad, existe una mayor competencia por el alimento, lo cual puede implicar, como en este experimento, menos animales consumiendo y más animales esperando comida; esto comparativamente con el mismo tipo de comedero en la densidad de 1,5 m²/animal.

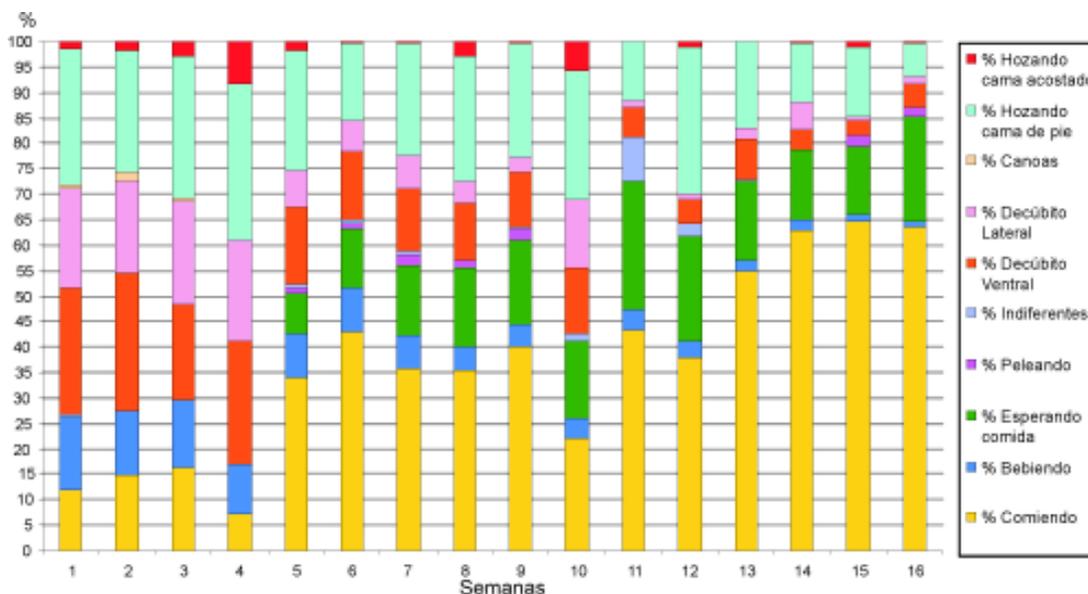


Figura 8. Comportamiento general de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite con una densidad animal de 1,35 m²/animal - 15:00 horas

Este comportamiento de cerdos de engorde en el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite, tuvo influencia en el desempeño productivo (ver Tabla 4). La mejor conversión alimenticia y la mayor ganancia de peso, la obtuvieron los cerdos de los tratamientos con una densidad animal de 1,5 m²/animal (2,6 y 637 gramos), comparado con 1,35 m²/animal (2,8 y 573 gramos), (Campiño - Ocampo, 2007).

Esto demostró un mayor bienestar animal en los tratamientos con menor densidad animal (1,5 m²/animal), corroborando la afirmación de Roppa (2000), acerca de la relación entre el uso de superficies menores a 1.2 - 1.4 m²/animal y un incremento en la mortalidad, cama húmeda, mal olor y menos rendimiento en general. Las altas densidades adentro de los corrales de cerdos disminuyen el tiempo de dormir y el apetito, y aumentan las fricciones entre sus miembros (Alfonso, 2002).

Durante el horario de descanso de los cerdos, el porcentaje de animales consumiendo alimento fue bajo y sugiere que los animales que no comen a la hora de alimentación, continúan la búsqueda de alimento durante horarios de descanso; especialmente en sistemas con alimentación restringida. El mayor porcentaje de animales consumiendo alimento lo presentó el tratamiento de 1,35 m²/animal (4.3%), siendo para el tratamiento de 1,5 m²/animal de 2.9%.

Durante la alimentación, independientemente del tratamiento, un número de animales (16 a 24 %) estaba en descanso, lo cual sugiere que podían estar en el estrato más bajo de la estructura social del grupo, siendo los últimos animales en consumir alimento. Fue evidente que el número de comedores por canoa (20) limitó el acceso simultáneo al alimento a todos los cerdos en cada uno de los tratamientos.

A las 11:00 horas, el porcentaje de animales descansando fue mayor en el tratamiento de 1,5 m²/animal (69.3 %), que en el tratamiento de 1,35 m²/animal (66.5 %). En ambos casos, el número de cerdos descansando, sugiere que el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite proporciona un ambiente de confort a los animales y la menor densidad de animales parece estimular un mayor descanso en los animales.

El cerdo tiende naturalmente a hozar (Hernández *et al*, 2004). Durante los tres horarios de observación se registraron animales hozando en la cama. El porcentaje de animales hozando fue mayor en el tratamiento de 1,35 m²/animal (18 a 20 %), comparado con el tratamiento de 1,5 m²/animal (15 a 18 %), siendo afectado por la densidad animal. El hozado pudo haber sido estimulado por el tipo de cama, debido a que el raquis es un material atractivo para los cerdos y puede contener frutos enteros, los cuales son muy apetecidos por ellos.

COMPORTAMIENTO INDIVIDUAL

Se hicieron observaciones individuales a las 8:30, 13:00 y 15:40 horas para determinar el comportamiento de los cerdos, teniendo en cuenta que en un sistema de alimentación restringida, el alimento posiblemente sea el eje central del comportamiento. Las observaciones realizadas cada diez minutos, permitieron mostrar la tendencia del comportamiento de los cerdos en un sistema de ceba en cama profunda utilizando raquis de palma. No se encontraron diferencias en el comportamiento de los cerdos entre tratamientos, es decir, no hubo efecto de los tratamientos.

El comportamiento individual de los cerdos en las etapas de Levante y Ceba fue similar entre tratamientos.

Comportamiento de los cerdos en etapa de Levante

La observación individual, permitió establecer que los cerdos definen un comportamiento que mantienen durante toda la fase de engorde. Este se ve afectado por el momento de la oferta de alimento, principalmente en un sistema con oferta restringida. Al momento de suministro del alimento la mayoría de los animales está pendiente de su consumo.

Independientemente del tratamiento, los animales después de alimentarse buscan la zona sucia del corral para depositar sus excretas. Esta actividad va seguida de la búsqueda de un sitio apropiado para descansar, el cual generalmente es el mismo. Cuando el sitio está ocupado por otro animal, puede descansar en otro lugar o dedicarse al hozado de la cama (Figura 9). Previo al momento del descanso, los animales tienden a socializar entre sí, mediante el juego y contacto entre ellos. En todos los tratamientos se observó que los cerdos tienden a escoger algunos sitios específicos para sus actividades (alimentarse, descansar, defecar).



Figura 9. Cerdos descansando en sistema de cama profunda utilizando raquis de palma

Comportamiento de los cerdos en etapa de Ceba

La tendencia del comportamiento en esta etapa fue similar a la del levante. Sin embargo, en la etapa de ceba, debido al sistema restringido de alimentación, se observó mayor competencia por el alimento y un menor tiempo de consumo del mismo. El hozado de la cama fue menor, debido a la transformación de

la cama, de raquis a material en proceso de homogenización. Los animales dedicaron mayor tiempo al descanso, corroborando que el manejo en este tipo de cama ofrece un adecuado confort a los animales y en consecuencia mayor bienestar animal.



Figura 10. Comportamiento de los cerdos de engorde en etapas de levante y ceba en el sistema de cama profunda utilizando raquis de palma. Cama inicial y final en el experimento

ZONAS DEL CORRAL

El comportamiento espacial de los animales permitió que se establecieran tres zonas bien definidas: zona sucia, zona limpia y zona húmeda, similar a lo reportado por Brumm *et al* (1997), Richard and Smiths (1998) y Peet (2003).

La Figura 11 ilustra el comportamiento de las zonas establecidas en el corral. Se observa como las zonas húmeda y sucia tienden a aumentar mientras que la zona limpia tiende a desaparecer al final del experimento. Todos los tratamientos mostraron una tendencia similar.

La zona húmeda tendió a permanecer cerca al área donde se encontraban las canoas de comedero y bebedero. El sistema de canoa implicó la salida de efluente hacia la cama en el momento del consumo por parte del animal (desperdicio).

Como zona sucia, los cerdos determinaron un sitio opuesto al lugar donde se encontraban las canoas de comedero y bebedero dentro del corral.

Debido a la constante incorporación de excretas, orina y efluentes a lo largo de las 16 semanas experimentales, la zona limpia desapareció y se transformó en zona sucia.

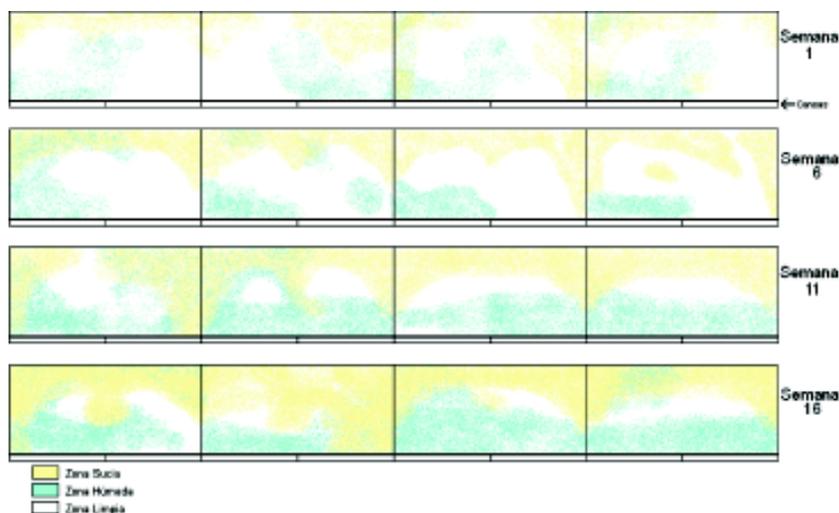


Figura 11. Definición de tres zonas en el corral de acuerdo al comportamiento espacial de los cerdos durante las semanas 1, 6, 11 y 16 del experimento

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

La Tabla 4 resume el comportamiento productivo de los cerdos en el sistema de cama profunda utilizando el raquis de palma.

Tabla 4. Comportamiento productivo de cerdos de engorde bajo el sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite

	T1,5A	T1,35A	T1,5B	T1,35B	P
Peso vivo, kg					
Inicial	22,54	20,79	24,86	24,86	-
Final	91,03	79,69	96,58	92,04	-
Ganancia diaria de peso, kg	0,623	0,535	0,652	0,611	0.132
Consumo alimento, kg					
Total periodo/cerdo	180,9	174,8	193,3	181,9	-
Cerdo/día	1,64	1,59	1,76	1,65	-
Conversión alimenticia	2,64	2,97	2,69	2,715	0.282

Estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los cuatro tratamientos evaluados

La mayor ganancia promedio de peso la obtuvo el tratamiento 1,5B (0.652 kg/animal), indicando una mejor respuesta animal a la menor densidad animal, sugiriendo que pudo presentarse una menor competencia por el consumo del alimento, acompañado de un mayor bienestar animal.

CONCLUSIONES

El comportamiento de los cerdos en cama profunda utilizando raquis de palma fue influenciado por la densidad animal y no por la densidad de la cama.

En un sistema de alimentación restringido, el comportamiento de los animales está directamente afectado por el momento de la oferta del alimento. El menor número de comederos respecto al número de cerdos alojados, incrementó la competencia por el alimento a medida que aumentaron de peso los animales y ésta fue mayor en el tratamiento de mayor densidad animal (1,35 m²/animal).

En todos los tratamientos la mayoría de los cerdos (aprox. 70 %) descansaron en una posición de decúbito lateral y decúbito ventral, siempre posterior al consumo de alimento. El número de cerdos en descanso siempre fue mayor en el tratamiento con densidad animal de 1,5 m²/animal.

El tratamiento 1,5A reportó la mejor conversión alimenticia, lo cual corrobora los resultados presentados en la ganancia de peso, respecto al impacto de la densidad animal sobre el rendimiento productivo de los cerdos. No hubo diferencias significativas entre tratamientos, respecto a la densidad de cama.

Los animales definieron una tendencia de comportamiento: consumo de alimento, seguido de búsqueda de la zona sucia para depositar sus excretas y posteriormente el descanso, siempre en sitios específicos, los cuales mantuvieron durante todo el periodo de engorde.

El comportamiento espacial de los cerdos permitió definir tres zonas en el corral: zona sucia, zona húmeda y zona limpia; con tendencia a aumentar las dos primeras y desaparecer la zona limpia al finalizar el engorde.

El comportamiento productivo de los cerdos y los parámetros de bienestar animal evaluados, demostraron que la densidad de 1,5 m²/animal fue mejor comparada con 1,35 m²/animal.

El sistema de cama profunda utilizando racimos vacíos de palma de aceite, es adecuado para la producción de cerdos de engorde.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a Palmeras Santana Ltda. por la financiación y apoyo durante la realización de esta investigación.

REFERENCIAS

- Alfonso SM. Medio Ambiente y Etología en la Producción Porcina. En: CERDOS SWINE. Universidad Autónoma de Xochimilco. 2002; 3 (27):16.
- Brumm MC, Harmon JD, Honeyman MS, Kliebenstein JB. 1997. Structures for grow-finish swine. En: Agricultural Engineers Digest. Mid West Plan Service (MWPS). Ames I.A.
- Campiño G P, Ocampo A. Comportamiento de la temperatura de la cama profunda de cerdos de engorde utilizando racimos vacíos de palma de aceite *Elaeis guineensis* Jacq. Revista Orinoquia . 2007; 11(1):65 - 74.
- Dantzer R, Mormede P. 2002. El estrés en sistemas de confinamiento. En: Congreso Latinoamericano de Suinocultura. Foz de Iguazú.
- Gallardo AD. 2000. Sistema de Producción Porcina con Utilización de Cama Profunda o Deep Bedding. Disponible en: www.chillan.udec.cl/drural/canada2000.html. Información consultada en Octubre de 2004.
- Hernández A, Alvarez A, Avila M, Cama M. 2004. Formas de la Conducta del Cerdo Domestico (*Sus Domesticus*). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Agraria de la Habana. Disponible en: www.vet-uy.com/articulos/artic/_ba/index.htm. Información consultada en Marzo de 2007.
- Muñoz LA. 2002. Bienestar de los cerdos: Las normas europeas y una propuesta de bienestar razonable. En: Congreso Latinoamericano de Suinocultura. Foz de Iguazú.
- Peet B. 2003. Using Pig Behaviour to Optimize Pen Design. Pork Industry. Lacombe, Canadá.
- Richard TL, Smiths S. 1998. Management of bedded-pack manure from swine hoop structures. ASAE paper n. 984127. St Joseph. MI.: ASAE.
- Roppa L. 2000. Deep Bedding. En: Revista Suinocultura Industrial. No 143 (Feb-Mar 2000).

Leptospirosis: Enfermedad Endémica en Caninos de Áreas Rurales de Montería (Córdoba)

Leptospirosis: Endemic Disease in Dogs in Rural Areas of Monteria (Córdoba)

Alba E. Sánchez - García¹, Juan C. Ballut Pestana², Alfonso Calderón - Rangel³, Virginia C. Rodríguez - Rodríguez⁴

¹MVZ, M Sc. Ph. D. Clínica Veterinaria Julio E Cuervo, Universidad de Córdoba

²MVZ, M Sc. Clínica Veterinaria Julio E Cuervo, Universidad de Córdoba

³MVZ, M. Sc. Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT)
alcaran1@yahoo.com

⁴Bacterióloga, M. Sc. Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT)
consuelorr1@yahoo.com

Recibido: Abril 1 de 2010. Aceptado: Agosto 9 de 2010

RESUMEN

En una población canina de las áreas rurales del municipio de Montería Córdoba (Colombia), se determinó la seroprevalencia de leptospirosis, para lo cual se tomaron muestras de sangre en 200 caninos procedentes de los 28 corregimientos; estas se procesaron en el laboratorio del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) mediante técnica de microaglutinación lisis (MAT). Se determinó una seroprevalencia del 12 %, distribuyéndose la seropositividad entre los serovares: canicola 7 %, icterohaemorrhagiae y grippotyphosa 2 %, bratislava 1 %, no hubo seroreactividad para los serovares hardjo y pomona. Sólo para el serovar canicola, se obtuvo un título de 1: 200. Se demostró, que los caninos de las áreas rurales del municipio de Montería están o han estado en contacto con cepas de *Leptospira spp.*; constituyendo en un factor de riesgo para la diseminación del agente etiológico.

Palabras clave: *Leptospira spp.*, caninos, serovares, zoonosis.

ABSTRACT

The seroprevalence of leptospirosis was determined in a canine population in the rural area of the municipality of Monteria, Cordoba (Colombia). Blood samples were taken in 200 dogs of 28 townships, which were processed in the laboratory of the Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) by microscopic agglutination technique (MAT). A seroprevalence of 12 % was determined and the seropositivity distributed among the serovars: *canicola* 7 %, *icterohaemorrhagiae* and *grippotyphosa* 2 %, *bratislava* 1 % and no *seroreactivity* for serogroups *hardjo* and *pomona*. A title greater than 1: 20 was not found for any of the strains. It was demonstrated that the canines of the rural municipality of Monteria are or have been in contact with strains of *Leptospira spp.*, which constitutes a risk factor for the spread of the etiologic agent.

Key words: *Leptospira spp.*, canines, serovars, zoonoses.

INTRODUCCIÓN

La leptospirosis, es una enfermedad infectocontagiosa causada por serotipos antigénicamente diferentes de la especie *Leptospira interrogans*; considerada como una enfermedad reemergente, antropozoonótica y de distribución mundial, con un comportamiento endémico. Afecta animales domésticos y salvajes; en hospederos no adaptados se manifiesta con signos clínicos y en hospederos adaptados no hay signos clínicos, pero se presentan problemas reproductivos e infertilidad que generan grandes pérdidas económicas, una característica de estos es que eliminan el microorganismo por la orina y se convierten en portadores renales que pueden afectar a otros animales e incluso al hombre. Los seres humanos, son hospederos accidentales y pueden presentar desde una enfermedad leve y autolimitada hasta una enfermedad mortal con insuficiencia multiorgánica (Rubel *et al.*, 1997).

MATERIALES Y METODOS

La investigación correspondió a un estudio epidemiológico descriptivo de corte transversal, realizado en la zona rural de la ciudad de Montería, capital del departamento de Córdoba, al noroeste de Colombia, situada a 8° 45' de latitud norte y 75° 53' de longitud oeste, con una altitud de 18 msnm y ubicada en el valle medio del río Sinú, ubicada dentro de la franja ecológica bosque seco tropical (bst) y en la zona agroecológica Cj (Corpoica, 2002). Con una extensión de 3.043km², el clima es cálido tropical con una estación de sequía y una de lluvias a lo largo del año y una precipitación anual de 1200 a 1500mm. La temperatura promedio anual es de 28°C, con picos mínimos-máximo de 16-35°C en épocas de máxima precipitación y de 22°C hasta 45°C, en temporada de sequía; la humedad relativa es del 85 %.

Mediante un diseño no probabilístico (Hernández *et al.*, 2000; Moreno *et al.*, 2000), se determinó que el tamaño de la muestra fue de 200 caninos y con una asignación proporcional se tomó un número mínimo de caninos en cada una de las 28 áreas rurales que comprende la ciudad de Montería; adicionalmente se implementó una encuesta que incluyó las variables edad, raza, sexo e historial de vacunación.

Los caninos se pueden infectar, sufrir la enfermedad o ser fuente de infección para el humano, por la eliminación del agente etiológico en la orina (leptospiuria), siendo esto un factor de riesgo importante para el mantenimiento de la enfermedad. La conducta especial de esta especie como es la de marcar su territorio con orina, permite diseminar fácilmente la infección por toda una granja, establo o finca, pero también ciertas conductas sexuales propias de esta especie como olfatearse o lamersen los genitales (Faine *et al.*, 1999; Murhekar *et al.*, 1998).

Basado en el gran peligro que representa esta enfermedad, se propuso realizar un estudio de la misma; trazando como objetivo la determinación de anticuerpos de *Leptospira spp* en caninos existentes en la zona rural del municipio de Montería.

De cada canino, se tomaron 3 ml sangre entera, obtenida por venopunción de la vena radial; posteriormente se centrifugó a 1500 rpm durante 15 minutos para extraer el suero; el cual se depositó en viales con capacidad de 1 ml y se congeló para su posterior procesamiento en el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) de Montería, mediante técnica de microaglutinación (MAT), empleándose los serovares: canicola, pomona, icterohaemorrhagiae, hardjo, bratislava y grippityphosa.

La prueba se interpretó como positiva cuando se observó por microscopía de campo oscuro con objetivo de 10x. Una aglutinación igual o mayor al 50 % de las leptospiiras con cualquiera de los serovares, en una dilución del suero de 1:100. Como la aglutinación en algunas muestras se hizo mayor al 50 % de la leptospira fue necesario escoger los positivos y realizar 4 diluciones seriadas a partir de la original (1:100), colocadas en microplacas rígidas de fondo plano con solución salina amortiguada con fosfatos (SAF), se adicionó el suero con los serovares que resultaron positivos (> del 50 %). Se montaron los controles y luego se procedió a llevar a incubación y posteriormente se leyeron los resultados. La información fue analizada mediante estadística descriptiva por medio del programa SAS.

RESULTADOS

Mediante la técnica del MAT (tabla 1) aplicada a la totalidad de la población canina evaluada en las

diferentes áreas rurales de Montería, se detectó anticuerpos contra *Leptospira* en el 12 % (n=24) de la población evaluada.

Tabla 1. Seropositividad y/o seronegatividad para *Leptospira spp.* en sueros de caninos de las áreas rurales de Montería

Serovares	Seropositivos	%	Seronegativos	%	Total %
canicola	14	7	186	93	100
icterohaemorrhagiae	4	2	196	98	100
grippotyphosa	4	2	196	98	100
bratislava	2	1	198	99	100
hardjo	0	0	200	100	100
pomona	0	0	200	100	100
Total	24	12	176	88	100

De la población canina seropositiva a *Leptospira spp.* el 11.5 % (n=23) de estos, mostraron una seropositividad con títulos de 1: 100 y sólo el 0.5 % (n=1) los títulos fueron 1:200. La mayor frecuencia fue para el serovar canicola con el 7 % (n=14), seguido

del 2 % (n=4) para icterohaemorrhagiae y grippotyphosa y sólo el 2 % (n=2) fue para bratislava (tabla 2). El 58.50 % (n=117) de la población correspondió a machos y el 41.50 % (n=83) a hembras, La seropositividad para los machos fue del 8.5 % (n=17) y del 3.5 % (n=7) para las hembras (tabla 3).

Tabla 2. Títulos obtenidos en sueros de caninos de las áreas rurales de Montería, mediante el MAT

Serovares	1 : 100		1 : 200		Total	
	n	%	n	%	n	%
canicola	13	6.5	1	0.5	14	7.0
icterohaemorrhagiae	4	2.0	0	0.0	4	2.0
grippotyphosa	4	2.0	0	0.0	4	2.0
bratislava	2	1.0	0	0.0	2	1.0
Total	23	11.5	1	0.5	24	12

Tabla 3. Seropositividad y/o seronegatividad por sexo en sueros de caninos de las áreas rurales de Montería

	Sexo		Diagnóstico serológico			
	n	%	Seropositivos		Seronegativos	
			n	%	n	%
Machos	117	58.50	17	8.50	100	50
Hembras	83	41.50	7	3.50	76	38
Total	200	100	24	12	176	88

Los caninos estudiados se agruparon como animales jóvenes (< 1 año) y adultos los mayores de un año (> 1 año); encontrándose valores correspondientes

a 40 (20 %) y 160 (80 %). De los seropositivos sólo el 2.5 % (n=5) fueron menores de un año y el 9.5 % (n=19) mayores de un año (tabla 4).

Tabla 4. Seropositividad y/o seronegatividad por edad en sueros de caninos de las áreas rurales de Montería

Edad (mes/año)	Diagnóstico serológico			
	Seropositivos		Seronegativos	
	n	%	n	%
Jóvenes (< 1 año)	5	2.5	35	17.5
Adultos (>1 año)	19	9.5	141	70.5
Total	24	12	176	88

Tabla 5. Razas de caninos estudiados según el diagnóstico serológico en las áreas rurales de Montería

Raza	Diagnóstico serológico			
	Seropositivos		Seronegativos	
	n	%	n	%
Razas cruzadas	17	8.5	171	85.5
Razas puras	7	3.5	5	2.5
Total	24	12.0	176	88.0

De la muestra de los caninos evaluados, el 29.17 % (n=7) fueron vacunados alguna vez contra leptospirosis, y tan sólo 2 caninos jóvenes presentaron un esquema de vacunación vigente; el 70.83 % (n=17) no presentaron historia de vacunación contra esta enfermedad

Tabla 6. Seropositividad de caninos vacunados en las áreas rurales del municipio de Montería

Caninos seropositivos	No	%
Vacunados	7	3.5%
No vacunados	17	8.5%
Total	24	12%

DISCUSIÓN

La técnica del MAT practicada a la totalidad de las muestras de los caninos evaluados, detectó una seropositividad del 12 % (n=24) para anticuerpos contra *Leptospira spp.* (tabla 1). Una mayor seroprevalencia fue reportada por Navarrete *et al.* (1981) del 27.3 %; quienes determinaron anticuerpos en áreas urbanas de Montería, con la implementación de un mayor número de serovares 11 serovares a diferencia del presente estudio donde fue sólo con 6 serovares y en caninos de áreas rurales.

Montería se encuentra ubicada en una zona que se caracteriza por una topografía básicamente plana, con pendientes hasta del 3 %, tierras de planicies aluviales sujetas a inundaciones periódicas, con suelos formados a partir de materiales sedimentarios que presentan un mal drenaje (Igac, 1992), condiciones favorables para la supervivencia de las leptospirosis (Faine *et al.*, 1999); estas condiciones geo-climáticas hacen que esta zona

sea considerada de alta endemicidad; como lo demostró Almenteros *et al.* (2004), en la región del Sinú medio, en granjas porcinas donde la seroprevalencia fue alta (43%). La seroprevalencia fue alta (43 %). Igualmente Trevejo *et al.* (1998), en Nicaragua, determinó como factor causante de leptospirosis, las inundaciones contaminadas con orina por diferentes animales, principalmente perros.

Seroprevalencias mayores contra anticuerpos *Leptospira spp.*, han sido reportados en caninos callejeros de la ciudad de Cali, con una seroprevalencia del 41.1 % por Rodríguez *et al.* (2004), Romero y Sánchez (2009), en tres áreas urbanas del Tolima reportaron una seroprevalencia del 20.2 % empleando 6 serovares. Cuello *et al.* (2009) en la ciudad de Barranquilla, determinaron una seroprevalencia del 31.3 %, empleando 24 serovares y Pulido *et al.* (2009), en la ciudad de Tunja, en caninos urbanos usando 6

serovares la seroprevalencia fue del 67.2 % (seroprevalencia mayor a la del presente estudio con un menor número de serovares evaluados), lo que sugiere que estas poblaciones urbanas son reservorios de *Leptospiras spp* y que el contacto estrecho entre ellos permite su distribución

Igualmente, Rubel *et al.* (1997), en Buenos Aires (Argentina) y Céspedes *et al.* (2004) en Ucayali (Perú), las seroprevalencias fueron del 57 % y 52.2 % respectivamente en poblaciones caninas urbanas. Estas altas seroprevalencias fueron debido a la alta endemicidad en las áreas, por la existencia de factores de riesgo como presencia de aguas estancadas y depósitos de basura en las calles que crean microambientes favorables para la presencia de *Leptospira spp* y presencia de reservorios (ratas, ratones) potenciales diseminadores de este género lo que permite concluir que es una enfermedad de amplia distribución en poblaciones caninas urbanas.

La mayor seropositividad se determinó en el serovar *canicola* con el 7 % (n=14), seguido de *icterohaemorrhagiae* con el 2 % (n=4) y del 1 % (n=2) para *grippyphosa*. No se encontró seroactividad para los serovares *hardjo* y *pomona* (tabla 2), pero a diferencia del estudio de Rodríguez *et al.* (2004), en Cali, si hubo seroreactividad para *L. bratislava* del 1 % (n=2). En Colombia en caninos se han reportados los serovares *icterohaemorrhagiae*, *canicola*, *grippyphosa*, *pomona*, *hardjobovis* y *hardjoprajitno* Navarrete *et al.* (1981), Rodríguez *et al.* (2004), Romero y Sánchez (2009), Pulido *et al.* (2009), Sánchez *et al.* (2010) respectivamente. Sólo Cuello *et al.* (2009) reporta a los serovares *vughia*, y *hurstbridge* (serogrupo *Fainei*) en esta especie.

Navarrete *et al.* (1981) en caninos de las áreas urbanas de Montería reportaron que el serovar *canicola*, presentó la mayor seroprevalencia, siendo el caninos considerado como una especie de mantenimiento para este serovar, el *icterohaemorrhagiae* tuvo escasa importancia, a pesar de ser transmitida por roedores. Almenteros *et al.* (2004), halló que la mayor seroprevalencia fue para el serovar *canicola*, propio de los caninos y que el hallazgo de este serovar en los porcinos evaluados en su estudio, podría deberse a la presencia de esta especie y su contacto permanente con los porcinos. Los serovares

icterohaemorrhagiae y *canicola*, son una de las dos seroviedades que reaccionaron más frecuentemente en caninos (Cacchione *et al.*, 1980; Zamora y Riedemann, 1987).

A diferencia de Rodríguez *et al.* (2004), donde la mayor seroreactividad fue para el serovar *icterohaemorrhagiae*, con el 55.6 % del total de los caninos seropositivos y donde no se registraron reacciones contra los serovares *pomona*, *hardjo* cepa *hardjoprajitno* y *bratislava*; en el actual estudio la mayor seroprevalencia fue para el serovar *canicola*, se presentó seropositividad para *bratislava* y no para el serovar *hardjo* y *pomona*. Estas diferencias pueden ser debidas a que en el actual estudio en Montería, incluyó caninos de las zonas rurales que conviven con otros animales de interés zootécnico y el de Rodríguez *et al.* (2004), caninos de áreas urbanas de Cali.

Rentko *et al.* (1992), describieron que los serovares *pomona* y *grippyphosa* como los más implicados en caninos de Nueva York y afirmaron que la presentación clínica no correspondía con la descripción clásica de la enfermedad en caninos; donde en los casos clínicos de falla hepática y renal están presentes y por lo tanto sugieren que pueden haber otros serovares distintos a los reportados anteriormente que producen un cuadro clínico. Brown *et al.* (1996), hallaron que el serovar *grippyphosa* era el más implicado en un estudio sobre seroprevalencia en el estado de Georgia. Rubel *et al.* (1997) determinaron al serovar *canicola* como el más predominante y Weekes *et al.* (1997) en Barbados, reportaron la seroreactividad para *icterohaemorrhagiae*, *australis* y *pomona*.

Vanasco *et al.* (2000) encontraron seroreactividad para los serovares *ballum*, *canicola* y *pomona*; donde el principal reservorio para este último serovar fue el cerdo; esto permite presumir que para estos serovares el cerdo juega un papel muy importante (Cacchione *et al.*, 1980; Riedemann y Zamora, 1987), y podrían constituir una importante fuente de transmisión de *leptospiras* por contaminación de las aguas. En el estudio actual no se determinó actividad contra el serovar *ballum*, reportado para roedores (Faine *et al.*, 1999).

Jiménez *et al.* (2008) determinó que los serogrupos más frecuentes fueron canicola e icterohaemorrhagiae, como consecuencia directa de las condiciones ambientales en el área de estudio, Blazius *et al.* (2005). El serotipo más frecuente fue pyrogenes, positivo en 26 (18,0 %) muestras, seguida por canicola, con 20 (13,8 %) icterohaemorrhagiae y copenhageni con el 18 % (12,5, con títulos de anticuerpos de 1:100 y 1:3200). Importante prevalencia (10,4 a 11,1 %) también fue detectada en contra de castellonis serovares, butembo, y grippothyphosa. Sacsquispe *et al.* (2003) en el Salitral (Perú) halló que la mayor seroreactividad fue para canicola.

El 95.80 % (n=23), de los caninos evaluados, mostraron títulos de 1/100 y tan sólo el 4.2 % (n=1) títulos de 1/200. En esta población estudiada no se encontró coaglutinación. Es posible que no se hayan encontrado co-infecciones, debido al reducido número de serovares evaluados.

No hay diferencias significativas para la variable sexo, a pesar de que en la muestra se incluyó un mayor número de machos; sin embargo Rubel *et al.* (1997) y Ward *et al.* (2002), determinaron una mayor seroprevalencia en este grupo etareo. Murhekar *et al.* (1998), afirmaron que las costumbres sexuales como el olfateo, lengüeteo y el cortejo al reunirse con varios miembros de su especie posiblemente favorece la transmisión intraespecie de leptospirosis.

Al calcular la seroprevalencia por edad, se halló que el 2.5 % (n=5) de los caninos seropositivos fueron menores de un año y el 9.5 % (n=19) mayores de un año (tabla 4); estos resultados no fueron estadísticamente significativos, en una población que incluyó un 20 % de caninos jóvenes (< 1 año); pero coinciden con el estudio de Rubel *et al.* (1997) donde la seropositividad fue más alta en caninos mayores de un año; y a diferencia del trabajo de Ward *et al.* (2002) donde encontraron que el mayor riesgo de enfermedad, se presentó en caninos menores de un año.

Se presentó una mayor seroprevalencia en caninos cruzados, criollos o sin ninguna raza definida, donde esta fue del 8.5 % en comparación con los de razas definidas que fue del 3.5 %. Estas diferencias son debidas a que el 93.5 % (n=18) de la muestra correspondieron a razas cruzadas y el 6.5 % (n=13) a razas puras o definidas (tabla 5); dentro de las razas

puras se encontraron en su orden Labrador, French Poodle y Pastor Alemán.

El Test de aglutinación microscópica (MAT), es el método de referencia para el diagnóstico serológico de leptospirosis, mediante la detección de anticuerpos; sin embargo no diferencia entre anticuerpos aglutinantes de infecciones pasadas y recientes. Para el diagnóstico, se deben manejar dos muestras de sangre para determinar la seroconversión o el aumento de títulos, también el punto de corte depende las características epidemiológicas de cada zona (Faine *et al.*, 1999). Caninos con títulos para icterohaemorrhagiae, canicola y cualquier otro serovar pueden deberse a títulos post-vacunal (Cleck y Aidorevich, 2003). En Colombia se aplican vacunas con bacterinas bivalentes contra *L. canicola* y *L. icterohemorrhagiae*.

Al discriminarla la seroprevalencia por la categoría de vacunados y no vacunados, se determinó que el 3.5 % (n=7) fueron vacunados y el 8.5 % (n=17) no fueron vacunados. De los caninos vacunados seropositivos, sólo dos presentaron vacunación vigente contra leptospira y mostraron seropositividad a canicola, pudiéndose asumir estos títulos a efectos post-vacunales; pero no para el resto de los caninos vacunados donde sólo se vacunaron y no fueron revacunados y al momento del muestreo se consideraron como caninos adultos (edad promedio 4 años). Se encontró seropositividad, aunque en títulos bajos, para serovares diferentes a canicola e icterohemorrhagiae como bratislava y gripotyphosa, serovares no incluidos en las vacunas y cuyos títulos podrían deberse a infecciones.

Se demostró, que el 12 % (n=24) de los caninos de las áreas rurales del municipio de Montería están o han estado en contacto con cepas de *Leptospira* spp. Si consideramos la condición de vacunación vigente y no vacunados dentro de esta muestra, existe un 7.5 % de seroprevalencia lo que demuestra que estuvieron en contacto con estos serovares; siendo esto un factor de riesgo para la diseminación de la enfermedad. Como medida preventiva, se debe implementar la vacunación contra leptospirosis en esta especie, implementar la vigilancia epidemiológica en las especies de interés zootécnico que conviven con caninos, así como también ampliar el número de serovares en la prueba del MAT.

REFERENCIAS

- Almenteros C, Arrieta G, Máttar S, Barguil A, Tamayo L, Padilla T, Zuly Bedoya Z, Mendoza S, Fabián Estereta F, Díaz N, Medina A, Rodríguez A, De la Ossa M, Pérez A, Ríos R. Seroprevalencia de leptospirosis porcina en el departamento de Córdoba. *Rev Col Cienc Pec.* 2004; 17(2):141-147.
- Aiello S, Mays A. *The Merck veterinary manual.* Eighth edition. Philadelphia: Merck & Co. Inc. 1998; 474-477.
- Barcellos C, Chagastelles P. Socio-environmental determinants of the leptospirosis outbreak of 1996 in the western Rio de Janeiro: a geographical approach. *Int J Environ Health Res* 2000; 10:301-313.
- Blazius RD, Roosevelt RPT, Blazius EM C, SILVA, OS. Occurrence of *Leptospira* spp. seropositive stray dogs in Itapema, Santa Catarina, Brazil. *Cad. Saúde Pública* 2005; 21(6): 1952-1956.
- Brown C, A Roberts, M Miller, D Davis, S Brown, C Bolin, J Jarecky-Black, C Green, D Miller-Liebl. *Leptospira interrogans* serovar grippityphosa infection in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1996; 209: 1265-1267.
- Cacchione R, Ercilia S, Castelli M, Saravi M, Martinez E. Difusión e importancia de la leptospirosis animal y humana en la Argentina. *Rev Med Vet* 1980; 61:236-246.
- Céspedes M, Fernández CR, Rimarachín DR, Taipe SH, Cenepo TJ, Mori, Gonzales MM, Isela TT, Castillo CC, Balda JL, Tapia LR ; González QD, Glenny AM. Leptospirosis: Una enfermedad zoonótica hiperendémica en la provincia de Coronel Portillo. Ucayali, Perú. *Rev. perú. med. exp. salud publica.* 2004; 21(2): 62-70.
- Corporación colombiana de investigación agropecuaria (Corpoica). Atlas de los sistemas de producción bovina. Modulo región Caribe. Plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina colombiana. Bogotá, Colombia. 82. 2002.
- Cuello M, Falconar A y Romero VC. Serovariedades de *Leptospira* patógena que afectan a la población canina en áreas de alto riesgo de infección en Barranquilla. *Biomedica* 29 (Supl.): 201. 2009.
- Clerc P K, Aidorevich de AL, Tirado AM, Tovar C. Estudio de la respuesta inmune humoral de bovinos cebú frente una vacuna multivalente contra la leptospirosis bovina. *Rev. Fac. Cienc Vet.* 2003; 44 (2):107-115.
- Faine S, Adler B, Bolin C, Perolat P. *Leptospira and Leptospirosis.* Second edition. MediSci, Melbourne, Australia. 272. 1999.
- Hernández AM, Garrido LF, López MS. Diseño de estudios epidemiológicos. *Salud Pública de México.* 2000; 42(2): 144-154.
- Jiménez CM, Vado SI, Cárdenas M MF, Rodríguez B JC, Ortega PA. Serological survey of canine leptospirosis in the tropics of Yucatan Mexico using two different tests. *Acta Tropica*, Volume 2008; 106(1):22-26.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Córdoba características geográficas. Subunidad geográfica, Santafé de Bogotá, (Colombia) 121. 1992.
- Moreno AM, Moreno LS, Corcho BA. Principales medidas en Epidemiología. *Salud Pública de México.* 2000; 42(4):337-347.
- Murhekar M, Sugunan A, Vijayachari P, Sharma S, Sehgal S. Risk factors in the transmission of leptospiral infection. *Indian J Med Res.* 1998; 107:218-22.
- Navarrete M, Sejin R, Vélez P. Estudio preliminar de leptospirosis en caninos en la ciudad de Montería. *Revista ICA.* 1981; 16:165-172.
- Pulido MMO, Andrade BRJ e Bermúdez CJS. Estudio epidemiológico de *Leptospira* spp en la población humana y canina de barrios marginales en la ciudad de Tunja, Boyacá. *Epidemiología y Salud Pública.* *Rev Colomb Cienc Pecu;* 22 Suppl 3: 422. 2009.
- Rentko VT, Clark N, Ross LA, Schelling SH. Canine leptospirosis. A retrospective study of 17 cases. *J Vet Intern Med.* 1992; 6(4):235-244.
- Rodríguez AL, Ferro BE, Varona MX, Santafé M. Evidencia de exposición a *Leptospira* en perros callejeros de Cali. *Biomédica* 2004; 24:291-295.

Romero PM y Sánchez VJ. Seroprevalencia de la leptospirosis canina de tres municipios del departamento del Tolima Colombia. *Rev MVZ Córdoba*; 2009; 14: 1684-1689.

Rubel D, Seijo A, Cernigoi B, Viale A, Wisnivesky-Colli C. Leptospirosis interrogans in a canine population of grater Buenos Aires: variables associated with seropositivity. *Rev Panam Salud Publica*. 1997; 2(2):102-106.

Sacsquispe CR, Glenny AM, Céspedes M. Estudio preliminar de leptospirosis en roedores y canes en Salitral, Piura -1999. *Rev Peru Med Exp Salud Publica* 2003; 20(1): 39-40.

Trejejo TR, Rigau PJG, Ashford DA, McClure ME, Gonzalez JC, Amador JJ, de los Reyes JO, Gonzalez A, Zaki SR, Shieh WJ, Mclean RG, Nasci RS, Weyant RS. Epidemia leptospirosis associated with pulmonary

hemorrhage in Nicaragua . *J. Infection Dis*. 1998; 178:1457-1463.

Vanasco NB, Sequeiro G, Dalla FML, Fusco S, Sequeiro, Enría D. Descripción de un brote de leptospirosis en la ciudad de Santa Fe, Argentina, marzo-abril de 1998. *Rev Panam Salud Pública* 2000; 7(1): 35-40.

Ward MP, Glickman LT, Guptill LF. Prevalence of and risk factors for leptospirosis among dogs in united state and Canada: 667 cases (1970-1998). *J Am Vet Med Assoc*. 2002; 220(1): 53-58.

Weekes CC, Everard COR, Levett PN. Seroepidemiology of canine leptospirosis on the island of Barbados. *Vet Microbiol*. 1997; 57(2-3):215-222.

Zamora M, Riedemann M. Leptospirosis animal. Serogrupos y serovares presentes en Chile y su importancia. *Arch Med Vet* 1987; 19(2): 69-72.

Comportamiento Sexual de Vacas Brahman en una Región del Caribe Colombiano

Sexual Behaviour of Brahman Cows in a Region of the Colombian Caribbean

Marco Gonzalez - Tous^{1*}; Eliana Ruiz - Valencia²; Luz A. Hoyos - Garcia²;
Esperanza Prieto - Manrique³; Cesar Betancur - Hurtado¹

¹ Médicos Veterinarios Zootecnista, MSc. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias. Montería, Colombia

² Médicos Veterinarios Zootecnistas, Práctica Privada

³ Zootecnista, Msc. Universidad de Sucre. Departamento de Zootecnia
Sincelejo, Colombia

* Correspondencia: marcogonzalezτους@gmail.com

Recibido: Marzo 9 de 2010. Aceptado: Agosto 17 de 2010

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento sexual de 26 vacas Brahman inducidas al celo farmacológicamente. Se conformaron dos grupos de 13 animales cada uno, asignándole al azar a cada grupo uno de los siguientes tratamientos: Tratamiento uno (T1): Día cero: implante subcutáneo en la cara externa de la oreja con 3 mg de Norgestomet, más inyección muscular de 3 mg de Norgestomet y 5 mg de Valerato de Estradiol. Día siete: inyección muscular de 0,15 mg de (D+) Cloprostenol. Día nueve: Retiro del implante e interrupción temporal del amamantamiento de los terneros por 48 horas mediante la separación de madre y cría. Tratamiento 2 (T2): Igual a T1, pero después del retiro del implante, se le introdujo un subgrupo de cuatro vacas en celo. Se contabilizaron el número de vacas en estro, duración del estro, montas realizadas, montas recibidas, topeteos realizados, olfateos realizados y recibidos, lamidos de genitales, flehmen, micción, defecación y flujo vaginal. El tiempo promedio entre el retiro del implante y el estro fue de 29 ± 4 horas y 33 ± 9 ($P > 0.05$) para el T1 y T2 respectivamente. El promedio de montas realizadas fue de 11 ± 8 y 20 ± 9 ($P < 0.05$) para el T1 y T2. El promedio de montas recibidas para T1 y T2 fue de 11 ± 11 y 26 ± 24 ($P > 0.05$). El promedio de los olfateos recibidos fue de 13 ± 10 y 3.4 ± 2.8 para T1 y T2. No se encontró diferencia en el resto de las conductas consideradas en este estudio ($P > 0.05$). Se concluye que la introducción de un subgrupo de vacas en celo al momento de retirar los implantes en el grupo de vacas sincronizadas, afectó significativamente las montas realizadas y los olfateos recibidos, pero no afectó la presentación ni la duración de los estros.

Palabras clave: Comportamiento homosexual, interrupción temporal del amamantamiento, montas realizadas, montas recibidas, sincronización de estros, topeteos, vacas cebú.

ABSTRACT

We evaluated the sexual behavior of 26 Brahman cows pharmacologically induced to the estrus. Two treatment groups of 13 animals were formed and randomly assigning each group the following treatments: Treatment 1

(T1): Day zero: subcutaneous implant on the outside of the ear with 3 mg of norgestomet plus muscular injection of 3 mg of norgestomet and 5 mg of estradiol valerate. Day seventh: muscular injection of 0,15 mg of (D+) cloprostenol. Day ninth: it was removed the implant and temporary interruption of suckling of the calves for 48 hours through the separation of mother and calf. Treatment 2 (T2): Same as described in T1, but after we removed the implant, it was introduced a subgroup of four cows previously induced by estrus. Estrus, duration of estrus, made mounts, received mounts, made butting, made smelling, received smelling, genital licking, flehmen, urination, defecation and vaginal discharge were recorded. The average interval between implant removal and onset of estrus was 29 ± 4 and 36 ± 4 hours for T1 and T2 respectively ($P > 0.05$). The average of mounts done was of 11 ± 8 and 20 ± 9 for the T1 and T2 ($P < 0.05$). The average of received mounts was of $26 + 24$ and 11 ± 11 ($P > 0.05$) for the T1 and T2. The average of received smelling was of 13 ± 10 y 3.4 ± 2.8 ($P > 0.05$) for the T1 and T2. No statistical differences were found in the rest of sexual behavior evaluated in this study ($P > 0.05$). We conclude that the introduction of a subgroup of cows in estrus at the time of implant removal in a group of cows synchronized, significantly affect the made mounts and received smelling, but did not affect the presentation or the duration of estrus.

Key words: Estrus synchronization, homosexual behavior, temporary interruption of suckling, made mounts,

INTRODUCCIÓN

La detección de celos es un aspecto importante en la eficiencia reproductiva del ganado bovino. Los signos externos de celo son la clave para identificar correctamente a las vacas en estro, los cuales pueden tener una forma activa (intentos de montar, olfateos, topeteos) o pasiva (dejarse montar, dejarse oler o lamer). El flehmen es una conducta sexual expresada por muchos mamíferos, incluidos los bovinos, que consiste en el movimiento de retracción de los labios, lo cual facilita la transferencia de productos químicos odorantes al órgano vomeronasal. Es un rito conductual estimulado por feromonas y/o partículas no volátiles presentes en fluidos biológicos como el moco cérvico-vaginal, orina o heces emanadas de las hembras en celo (More, 2006).

En algunos mamíferos, en el macho se presenta una conducta sexual conocida como flehmen que se genera al oler la orina, heces, moco y/o región de la vulva que contienen feromonas sexuales, eleva su cabeza, frunce la nariz, contrae y eleva su labio superior, mueve la lengua y la coloca sobre la parte anterior del paladar para frotar la papila incisiva del paladar (Droving y Trotier, 1998). En contraste, en algunos animales como los Alces, en los cuales la papila incisiva está ausente, la conducta de flehmen no se expresa (Keverne, 1999). Este rito o conducta lo manifiestan tanto el macho como la hembra en los bovinos.

La detección de celos en las vacas o novillas cebú en una considerable proporción de ellas se dificulta, ya

que no siempre muestran claramente la manifestación de los signos externos de estro; influyendo significativamente entre otros factores, su complejo orden social y características de dominancia en algunas vacas tales como: edad, peso, presencia de cuernos y antigüedad en el hato o en el grupo socialmente activo (Galina *et al.*, 1996). Las interacciones homosexuales son muy comunes en el ganado cebú; se comprobó que el 85 % de las montas detectadas luego de la sincronización son recibidas y dadas por vacas en estro (Galina *et al.*, 1991). Por otra parte, Medrano *et al.*, (1996), consideran que algunas vacas exhiben montas activas en ausencia de folículos capaces de ovular, debido a una imitación de conducta de otras vacas, afectando los resultados finales de la inseminación artificial.

En Colombia no son abundantes los estudios sobre comportamiento de vacas Brahman en estro y su duración y en la Costa Caribe no existen. Aunque la duración del estro podría estar influida por diversos aspectos, en general los investigadores coinciden en que la duración del estro en ganado *Bos indicus* es menor que en ganado *Bos taurus* (Mattoni *et al.*, 1988; Plasse *et al.*, 1970).

De acuerdo con lo enunciado es necesario desarrollar estudios para conocer la etología individual, la interacción entre el ambiente físico y social de grupos en diferentes estados fisiológicos, de tal manera que

la generación de este conocimiento pueda contribuir con el incremento de la eficiencia reproductiva de dichos animales, dando a conocer la forma de optimizar los recursos farmacológicos en casos de anestro, y que la inducción de los celos sea más sincrónica, con el fin de obtener mayor rentabilidad en las explotaciones ganaderas donde existen programas de monta

controlada, inseminación artificial o de transferencia de embriones. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento sexual de vacas Brahman en el trópico bajo, inducidas al celo mediante la utilización de fármacos comerciales, combinándolos con la introducción estratégica de un subgrupo de vacas previamente inducidas al celo.

MATERIALES Y METODOS

Sitio de estudio. El estudio fue realizado en una finca del trópico bajo, localizada en el municipio de Ayapel, Córdoba, Colombia; ubicada a 8° 18' 57" latitud norte y 75° 8' 44" longitud oeste, altura de 25 msnm, precipitación media anual de 1350 mm, temperatura media anual de 34°C y un 85 % de humedad relativa.

Selección de animales. Del total de 320 vacas del ható, se seleccionaron 26 vacas que cumplieran con los siguientes criterios de inclusión: raza Brahman, entre 140 y 161 días postparto, entre 1 y 4 partos, condición corporal entre 3 y 4.5 en una escala de 1 a 5 y que estuvieran en anestro. El anestro fue estimado a través de palpación transrectal del tracto reproductivo. Se consideraron vacas en anestro aquellas que no presentaron ninguna estructura funcional palpable en los ovarios ni registro de celos 30 días previos al inicio del experimento. Las vacas tuvieron una condición corporal mínima de 3.0 de acuerdo con lo propuesto por Ferguson *et al.* (1994), pero modificada ya que los incrementos al momento de evaluación fueron de 0.50 y no de 0.25 en los valores de cada escala (Frasinelli *et al.*, 2004).

Sincronización del estro y tratamientos. Se conformaron dos grupos homogéneos de 13 animales cada uno, para lo que se tuvo en cuenta el promedio de: número de partos, días postparto, condición corporal y raza. Luego, al azar se les asignó uno de los siguientes tratamientos:

Tratamiento uno (T1): Día cero; implante subcutáneo en la cara externa de la oreja con 3 mg de Norgestomet, más inyección muscular de 3 mg de Norgestomet y 5 mg de Valerato de estradiol (Crestar[®] Intervet International B.V. Holland). Día siete: inyección muscular de 0,15 mg de (D+) Cloprostenol (Cloprostenol[®] Calier). Día nueve: Retiro del implante e interrupción temporal del amamantamiento de los

terneros por 48 horas mediante la separación de madres y crías. Los terneros fueron encerrados en corrales con suministro de agua, sal, y pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) tierno picado, ofreciendo todos los elementos de manera permanente y a voluntad. Las vacas fueron retiradas a pastoreo en praderas de Humidícola (*Brachiaria humidicola*) a una distancia de 500 metros de los corrales de los terneros. Cumplidas las 48 horas las vacas fueron confinadas en corrales debidamente preparados para registrar su comportamiento, el cual será descrito en el subcapítulo de manejo de los animales. Este grupo se denominó testigo.

Tratamiento 2 (T2): Igual al tratamiento 1, pero a este grupo inmediatamente después del retiro del implante se le introdujo un subgrupo de 4 vacas en celo mediante la aplicación del mismo tratamiento de inducción utilizado para T1. Este grupo se denominó experimental. La introducción de las vacas en celo en T2 se basó en que las interacciones homosexuales en el ganado cebú están en el orden del 85 % (Galina *et al.*, 1991) y por otra, se considera que algunas vacas exhiben montas activas en ausencia de folículos ovulatorios como resultado de una conducta de imitación de otras vacas en celo (Medrano *et al.*, 1996). Estos autores también plantean que una interacción social con la presencia de feromonas ocasiona un aumento de la actividad del estro con conductas recíprocas entre hembras en celo y no en celo. En consecuencia se planteó que con la estrategia de introducir vacas en celo se podría disminuir la dispersión de la presentación de los celos en el tiempo.

Manejo de los animales. Un mes antes del inicio del experimento y durante los nueve días de tratamiento con los implantes, las 26 vacas permanecieron en pastoreo alterno en praderas de Humidícola (*Brachiaria humidicola*). Después de

retirado el implante, las vacas fueron sometidas a una interrupción temporal del amamantamiento por 48 horas como se describió anteriormente. Posteriormente cada grupo de vacas fue confinado en corrales separados pero colindantes de 3200 m² cada uno, provistos de sombra artificial (20 % aproximadamente), agua, sal mineralizada y con suministro de raciones diarias (tres veces) de pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) y heno a voluntad, humedecido con una mezcla de melaza diluida. Ambos grupos permanecieron sin toro un mes antes del inicio del experimento, durante los nueve días del tratamiento con los implantes, así como durante el periodo de observación de 76 horas.

Registro de observaciones conductuales. La observación de la conducta de los animales se realizó por 76 horas continuas y se inició una vez retirados los implantes. Para facilitar la identificación a distancia, las vacas fueron numeradas por ambos costados (del 1 al 13) a la altura de la línea del corazón entre la cruz y la escápula con pintura en *spray*; rojo para el grupo experimental, azul para el grupo testigo y verde para las cuatro vacas en celo introducidas en T2. Estas últimas fueron marcadas con las letras A, B, C y D. Se registró el número y hora de presentación de las siguientes actividades: estros, montas realizadas y recibidas, topeteos realizados, olfateos realizados y recibidos, lamido de genitales, flehmen, micción, defecación y flujo vaginal. También se observó la duración del estro, considerando su inicio cuando la hembra permaneció quieta al momento de ser montada por alguna de las compañeras y,

finalizado cuando la hembra rechazó la monta de acuerdo con lo propuesto por Galina *et al* (1982). Adicionalmente se obtuvo el porcentaje de hembras en estro, así como el tiempo de inicio de presentación de estros después de retirado el implante.

Las diferentes conductas fueron registradas en grabadoras con el reporte de la hora, fecha y número del animal o animales implicados en la actividad de acuerdo con lo propuesto por Duque *et al* (1998) y Porras *et al* (1993). El concepto de conductas realizadas se refirió a las hembras que tomaron la iniciativa de un comportamiento en particular y, el concepto de recibido, hizo referencia a las hembras que recibieron dicho comportamiento para el caso de los comportamientos en donde se requirió de dos individuos. Para el caso de los intentos de conductas realizadas y/o recibidas, se consideró aquellas que no se cumplieron con el objetivo y que por lo tanto, fallaron.

Análisis de los datos. Se utilizó el método de observación directa denominado "Registro de secuencias" de acuerdo con lo propuesto por Duque *et al* (1998). Además se realizó un análisis descriptivo y una comparación entre los dos tratamientos constituyendo rangos o intervalos para cada una de las variables. Prueba de T de student, prueba de X² para el porcentaje de vacas en celo, prueba de normalidad y prueba de Mann Whitney (para comparar los promedios de las variables de los dos grupos). También se realizó análisis de varianza para las variables correspondientes. Para los análisis respectivos se utilizó el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los criterios de inclusión para los grupos de estudio se partos, días postparto y condición corporal fueron muestran en la tabla 1. Se observa que el número de similares para los dos grupos.

Tabla 1. Número de partos, días postparto y condición corporal de los grupos testigo y experimental de vacas Brahman paridas del trópico bajo

Grupo	n	No. de partos (X; ±)	Días postparto (X; ±)	Condición corporal (X)
Testigo (T1)	13	2.7 ± 1.1	154 ± 6	3.8
Experimental (T2)	13	2.7 ± 1.1	153 ± 5	3.7

El porcentaje de hembras que mostraron celo después de retirado el implante de Norgestomet fue de 77 % y 69 % para T1 y T2 respectivamente; las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$) (Tabla 2). Los

resultados del presente estudio son similares en algunos grupos a los obtenidos por Fernández *et al* (2000) quienes trabajando con cinco grupos de vacas Brahman de primer parto reportaron porcentajes de

presentación de celos inducidos de 43, 57, 71, 86 y 100 con un promedio de 71. Por otra parte, Medrano *et al* (1996) y Porras *et al* (1993), reportaron un 60 % y 85.5 % de hembras en celo respectivamente. Igualmente fueron diferentes a los obtenidos por Silva *et al* (2002) quienes trabajando con cuatro grupos de

novillas Brahman obtuvieron tasas de presentación del estro que oscilaron entre 81 y 100 %. No obstante, los resultados de inducción del estro del presente estudio están dentro de los rangos informados de acuerdo con lo manifestado por los autores antes referenciados.

Tabla 2. Relación de las diferentes conductas estuales evaluadas en vacas Brahman paridas con celo inducido

Vacas en estro, %	77% ^a	69% ^a
Inicio del estro post -retiro del implante, h	29.1 ± 3.5 ^a	33.3 ± 9.5 ^a
Duración del celo, h	9.1 ± 2.3 ^a	12.4 ± 5.8 ^a
Montas realizadas	10.7 ± 7.7 ^a	20 ± 9.3 ^b
Montas recibidas	10.8 ± 11.6 ^a	25.7 ± 23.9 ^a
Intentos de monta realizados	10.1 ± 7.1 ^a	20.7 ± 12.7 ^a
Intentos de monta recibidos	8.4 ± 3.8 ^a	14 ± 6.6 ^a
Topeteos realizados	18.7 ± 8.8 ^a	23.8 ± 23.4 ^a
Topeteos recibidos	17.5 ± 8.9 ^a	11.5 ± 8.4 ^a
Lamidos realizados	0.2 ± 0.4 ^a	0.5 ± 0.5 ^a
Lamidos recibidos	0.2 ± 0.4 ^a	1.1 ± 0.9 ^a
Olfateos realizados	12.2 ± 8.4 ^a	3.3 ± 2.4 ^a
Olfateos recibidos	12.5 ± 10.2 ^a	3.4 ± 2.8 ^b
Flehmen	0.1 ± 0.3 ^a	0.8 ± 1.7 ^a
Flujo vaginal	0.8 ± 0.7 ^a	2.3 ± 1 ^a

^{ab}Promedios en la misma fila con superíndices diferentes son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$)

El promedio de horas de inicio de la presentación del celo después del retiro del implante para T1 y T2 fue de 29.1 ± 3.54 y 33.3 ± 9.5 horas respectivamente (Tabla 2); las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$). Resultados similares fueron reportados por Duque *et al* (1998) y Soto *et al* (1997), quienes encontraron que el inicio de presentación del celo de después de retirado los implantes fue de 36.7 ± 1.7 horas y 36.1 ± 10.1 horas respectivamente. Por otra parte Isidro *et al* (2005), reportaron una presentación del estro más temprano que en promedio fue de 24 horas después de retirados los implantes.

Para T2 se esperaba un inicio del celo más acelerado por la presencia de animales previamente inducidos al celo, lo cual, no se dio posiblemente porque aunque fueron animales que estaban en celo, fue un lote que no interactuó previamente con el grupo sincronizado, lo cual probablemente influyó el retraso del inicio de los celos en este grupo, al iniciarse un periodo de reconocimiento e interacción entre ellos. Estos resultados los apoyan los resultados obtenidos por varios autores que reportan que los cambios abruptos

de las condiciones físicas de los animales como el cambio de pastura y la introducción de animales ajenos al lote pueden, bajo ciertas condiciones inhibir o retrasar la expresión del estro (Cortes *et al.*, 1998; Orihuela y Galina 1997; Galina *et al.*, 1996; Gutiérrez *et al.*, 1993).

Con relación al período del día, en que se observaron los celos en las hembras sincronizadas, se encontró que el 63.15 % de las hembras fueron detectadas en celo entre las 18:00 y 06:00 horas del día. Al respecto, Porras *et al.*, (1993), reportaron que el 64 % de los celos observados fueron nocturnos entre las 19:00 y 07:00 horas del día. Lo anterior tendría una implicación práctica, ya que conociendo que existe una mayor actividad sexual durante ciertos períodos, se podrían programar los períodos de observación de calores cuando se adelantan estos programas de inducción y sincronización de celos. Estas consideraciones tienen mayor validez en zonas tropicales bajas que cursan concomitantemente con altas temperaturas y altas humedades relativas y en especial cuando se utilizan ganados cebuínos.

La duración del celo en T1 y T2 fue de 9.1 ± 2.3 y 12.4 ± 5.8 horas con un rango de 6 h a 13 h y de 24 h a 3 h. Para T1 los primeros celos se presentaron en un 15 % dentro de las primeras 27 horas de retirado los implantes, mientras que para T2 fue solo el 7 % para el mismo periodo. El mayor porcentaje de celos para T1 se presentó entre las 28 y 30 horas y para T2 lo fue entre las 33 y 40 horas (54 % vs 54 %). Se observó un retardo en la iniciación de los celos en las vacas de T2. Las diferencias para la duración del celo no fueron significativas ($P > 0,05$) (Tabla 2), pero se observó una tendencia a mayor duración en T2. Estos resultados concuerdan con los comunicados por

Bertam (2000), Rocha (2000) y Mizuta (2003) quienes trabajando con ganado Cebú encontraron un promedio de duración del celo de 12.9 ± 2.9 ; 10.8 ± 5.1 y 10.4 ± 5.7 respectivamente. Igualmente son similares a los obtenidos por Góngora y Hernández (2006) quienes reportaron un promedio de duración del estro de 9.39 ± 0.6 horas para novillas Brahman en el Piedemonte llanero de Colombia, pero con la diferencia que estas fueron mantenidas con toro. Por otra parte Ávila *et al.*, (2003) han comunicado la duración promedio del estro en vacas Gyr (*Bos indicus*) de 13,2 y 10,9 h durante el invierno y el verano respectivamente, los cuales también son similares a los obtenidos en el presente estudio.

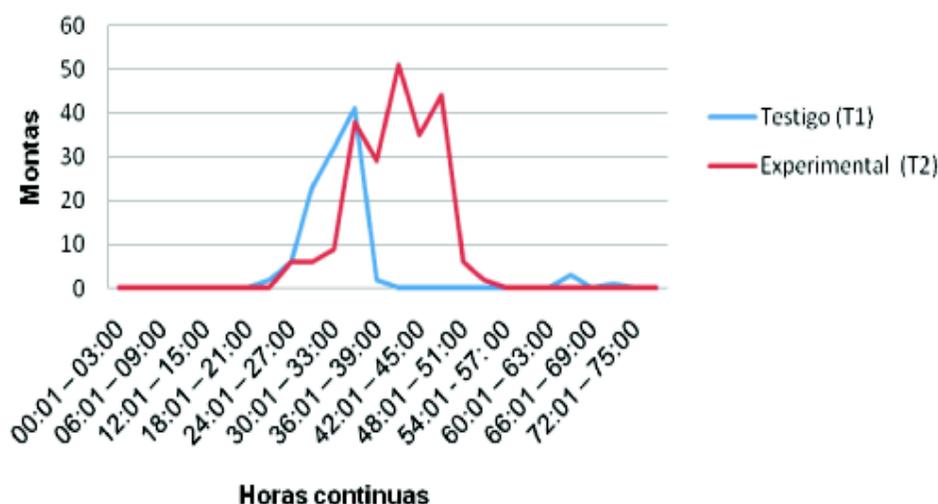


Figura 1. Montas realizadas en los grupos testigo y experimental

Las montas realizadas en promedio para T1 fueron de $10,7 \pm 7,7$ con un rango de 0 a 25 montas y para el T2 fue de $20 \pm 9,3$ con un rango de 9 a 41 montas. En T1 el mayor número de montas realizadas se presentaron entre las 28 y las 37 horas post-retiro de los implantes; mientras que en T2 estas ocurrieron entre las 37 y las 49 horas, extendiéndose por un periodo adicional de tres horas comparado con T1 (12 h vs 9 h). Estas diferencias fueron significativas ($P < 0,05$) (Figura 1; Tabla 2).

El mayor numero montas realizadas encontradas en los animales de T2, pudo ser consecuencia de la interacción de las vacas de este grupo y las vacas en celo introducidas (animales extraños) sin interacción previa, provocando comportamientos sexuales intensos o incluso influir a nivel hormonal (feromonas)

en la expresión del estro (Maquivar *et al.*, 2002). Pero contrariamente a lo esperado que era la concentración de los celos, su presentación se dispersó en mayor tiempo.

Medrano *et al.* (1996), consideran que una interacción social con la presencia de feromonas ocasiona un aumento de la actividad del estro con conductas recíprocas entre hembras en celo y no en celo. De todas maneras, aunque no se consideró en este estudio, se ha informado que durante la inducción farmacológica de celos, la introducción de toros en el grupo acelera el inicio de la presentación de celos, así como las diversas interacciones tales como montas realizadas y recibidas de acuerdo con lo planteado por Espinoza *et al.*, (2007).

De otro lado se observó que las vacas que más montas realizaron, fueron las que menos se dejaron montar. En este aspecto, se evidenció una relación con la jerarquía, lo cual está en consonancia con el concepto de algunos autores que comentan que las vacas de un nivel jerárquico superior, son las que tienen la prioridad de realizar mayor número de montas a sus compañeras y, a su vez las que menos se dejan

montar tal como lo han planteado Galina *et al* (1996) y Orihuela y Galina (1997).

Para T1 las montas recibidas fueron en promedio de 10.8 ± 11.6 con un rango de 2 y 42, y para T2 fueron de 25.7 ± 23.9 veces con un rango de 2 y 74, presentándose diferencias significativas ($P > 0.05$). (Figura 2; Tabla 2).

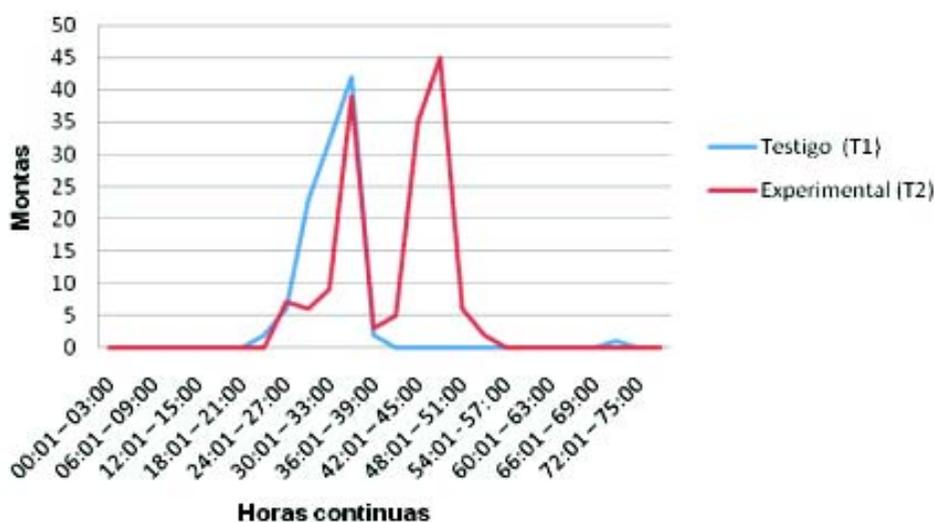


Figura 2. Montas recibidas en los grupos testigo y experimental

El mayor número de montas recibidas en los animales de T2, también pudo ser consecuencia de la interacción de las vacas del grupo experimental y las vacas introducidas en celo (animales extraños) sin interacción previa, provocando comportamientos sexuales más intensos en la expresión del estro como previamente fue descrito (Maquivar *et al.*, 2002; Medrano *et al.*, 1996). También se observó que la conducta de montas recibidas se prolongó en T2 desde las 24 h hasta las 54 h y para T1 fue desde las 21 h hasta las 39 h después de haber retirado los implantes.

Los intentos de montas realizadas y recibidas, lamidos realizados y recibidos, flehmen, micción, defecación y descargas vaginales, no fueron significativos ($P > 0,05$). Todas las vacas de T2 presentaron descarga vulvar, mientras que en T1 hubo cuatro vacas que no presentaron. En contraste, Mattoni *et al.*, (1998), reportaron porcentajes de flujo de 64 % en vacas cebú, el cual se presentó antes y durante el estro y disminuyó al final del mismo. Los lamidos de

genitales, Mattoni *et al.*, (1998), los consideran como una conducta heterosexual, lo que podría estar relacionado de alguna manera con la poca respuesta de esta conducta en este experimento.

De acuerdo con Espinoza *et al* (2007) las conductas de topeteos, lamidos, olfateos, flehmen y flujo vaginal entre otros, son consideradas como manifestaciones secundarias asociadas al estro. Por tal motivo la discusión de estas interacciones se obviará y solo se presentarán algunos resultados que de alguna manera se destacaron durante el periodo de observación y corresponden a los topeteos realizados y los olfateos realizados y recibidos.

Los topeteos realizados para T1 fueron de $18,7 \pm 8,8$ veces por animal y para T2 fueron de $23,8 \pm 23,4$ veces por animal (Figura 3). La conducta de topeteos fue la que más temprano se presentó, iniciándose en T1 a las 9 h después de retirar los implantes y se extendió hasta las 45 h. La mayor actividad se presentó entre las 21 h y las 42 h, coincidiendo con la mayor

presentación de celos, la cual se presentó entre las 28 y 30 horas post-retiro de los implantes. Para T2 los topeteos también se iniciaron a las 9 h post-retiro de los implantes y se prolongaron hasta las 54 h (12 h más que en T1). Al igual que en T1, también coincidió esta actividad con la mayor presentación de celos, que para este grupo fue desde las 33 h hasta las 40 h post-retiro de los implantes. Se observó en ambos grupos que esta conducta de topeteos se incrementó alrededor de la presentación del estro.

Los resultados del presente estudio son inferiores a los reportados por Duque *et al.*, (1998), quienes obtuvieron un promedio de $40,4 \pm 5,2$ topeteos por animal. No obstante, en lo que coinciden los resultados de ambos trabajos, es que los topeteos son realizados en mayor proporción por vacas de alto orden jerárquico dentro del grupo, con el fin de alejar a las vacas de un nivel jerárquico inferior, lo que además, puede estar influido por el tamaño, peso y edad de las hembras que pertenecen a ésta categoría dentro de un grupo de animales determinado (Gutiérrez *et al.*, 1993).

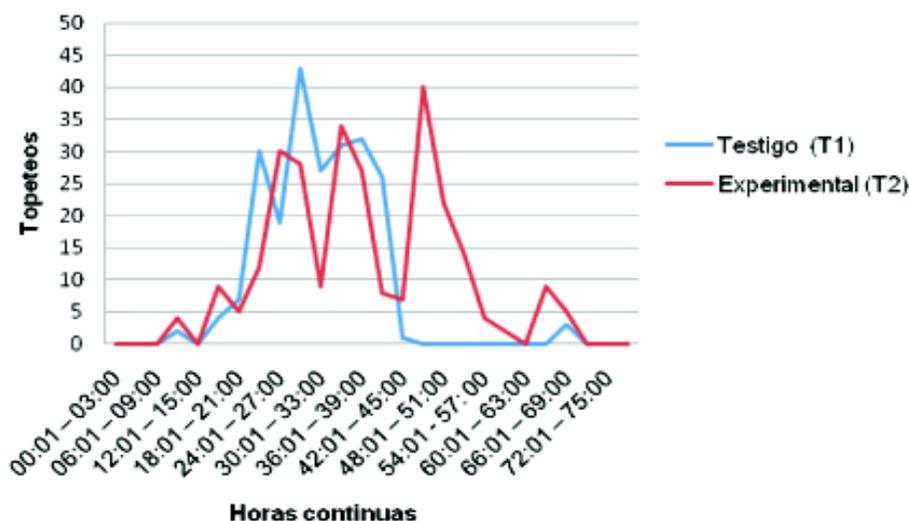


Figura 3. Topeteos realizados en los grupos testigo y experimental

Los olfateos realizados para T2 fueron de $3,3 \pm 2,4$ veces. En T1 fue de $12,2 \pm 8,4$ veces (Tabla 2). En este grupo (T1) los animales realizaron esta actividad con más frecuencia, que en T2. Los resultados fueron significativos ($P < 0,05$). La mayor presentación de los olfateos en T1 pudo estar influida por el mayor número de animales que entraron en celo en este grupo.

Los olfateos recibidos para T2 fueron de $3,4 \pm 2,8$ veces y para T1 fueron de $12,5 \pm 10,2$ veces (Tabla 2). En este último grupo los animales realizaron esta actividad con más frecuencia, que en T2 (Figura 5). Al igual que los olfateos realizados, los recibidos también pudieron estar influenciados por el mayor número de animales que mostraron en celo en T1.

En conclusión, la introducción de un subgrupo de vacas en celo al momento de retirar los implantes en el grupo de vacas sincronizadas, afectó de manera significativa las montas realizadas y los olfateos recibidos y no afectó ni la presentación ni la duración de los estros. El resto de variables consideradas en el estudio tales como montas recibidas, intentos de monta realizados y recibidos, topeteos realizados y recibidos, lamidos realizados y recibidos, olfateos realizados y recibidos, flehmen y flujo vaginal, no fueron afectadas. En el caso de las vacas con características dominantes que no permiten ser montadas, pero que realizan montas y topeteos, sería importante, verificar mediante la ecografía la ocurrencia de la ovulación, así como la realización simultánea de perfiles de progesterona. Es importante considerar para investigaciones futuras la interacción previa con tiempo suficiente de todos los animales involucrados.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios de la finca "La Nave" quienes autorizaron la realización del trabajo, al señor Guisepe Royero administrador general y a todo el

personal de campo quienes colaboraron incondicionalmente con la realización del trabajo.

REFERENCIAS

Ávila F, Alves G, Silva M, Camargo A, Verneque R. 2003. Comportamento de vacas da raça Gir (Bos taurus indicus) em estro. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 2003; 55 (2): 187-196.

Bertam CM 2000. Estudo da sincronização das ondas foliculares e das características de estro, por radiotelemetria, em novilhas cruzadas (Bos taurus indicus x Bos taurus taurus) tratadas com acetato de melengestrol e prostaglandina F2 associados a hCG, GnRH ou estradiol e progesterona. Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Brasil 2000.

Cortés R, Orihuela J, Galina C. Effects of sexual partners on the oestrous behavior response in zebu cattle (Bos indicus) following synchronisation with a progestagen (Synchro-Mate B). Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México 1998; 515-519p.

Doving KB and Trotier D. Structure and function of the vomeronasal organ. The Journal Experimental Biology 1998; 201(21): 2913-25.

Duque J, Tous L, Villa N. Comportamiento sexual de novillas Bos indicus y Bos taurus durante el estro. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Caldas. El Cebú 1998; 300:4-40.

Espinoza J, López R, Palacios A, Ortega R, Ávila N, Murillo B. Efecto del toro sobre el comportamiento estral de vacas Chinampas (Bos taurus) en una región tropical seca. Zootecnia Tropical. 2007; 25(1):19-28.

Ferguson J, Galligan D, Thomsen N. Principal descriptors of body condition score in holstein cows. Journal of Dairy Science. 1994; 77 (9): 2695-2703.

Fernández Y, Acosta J, González M, Gómez R. Sincronización del estro en vacas brahman de primer

parto: medicación combinada de hormonas e interrupción temporal del amamantamiento. Revista MVZ Córdoba 2000; 5 (2): 33.

Frasinelli C, Casagrande H, Veneciano J. 2004 La condición corporal como herramienta de manejo en rodeos de cría. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/cria_condicion_corporal/04-Inf_Tecn_168.pdf

Galina CS, Calderón A and McCloskey M Detection of signs of estrus in the Charolais cow and its Brahman cross under continuous observation. Theriogenology. 1982; 17: 485-489.

Galina C, Orihuela A, Duchateau A. Fisiología reproductiva en ganado cebú. Clínicas Veterinarias de Norteamérica. Buenos Aires, Argentina. Editorial Intermédica. 1991; 173-189 p.

Galina C, Orihuela A, Rubio I. Behavioral trends affecting oestrus detection in Zebu cattle. Animal Reproduction Science 1996; 42:465-470.

Góngora A, Hernández A. Comportamiento sexual, duración del estro y del ciclo estral en novillas criollas sanmartineras y brahman del piedemonte llanero colombiano. Livestock Research for Rural Development 2006, 18 (1).

Gutiérrez C, Galina C, Rubio I. The influence of the social structure of a zebu herd on the manifestation of signs of oestrus. World Review of Animal Production 1993; 28(3):58-70.

Isidro R, Orihuela A, Galina C, Martínez L, Maquivar M, Solano J. Zebu cows concomitantly in estrus may hasten sexual behavior in herd mates but not ovulation. Journal of Applied Animal Research 2005; 19:389-395.

- Keverne E. The vomeronasal organ. *Science* 1999; 286 (5440): 716-20.
- Maquivar M, Galina C, Orihuela A. Cows treated with synchromate B may cluster their sexual behaviour independent of follicular growth at the time of oestrus. *Physiology & Behavior* 2002; 76(2):199-203.
- Mattoni M, Mukasa-Mugerwa E, Cecchini G, Sovani S. The reproductive performance of east African (*Bos Indicus*) zebu cattle in Ethiopia. 1. Estrous cycle length, duration, behavior and ovulation time. *Theriogenology* 1988; 30(5):961-971.
- Medrano E, Hernández O, Lamothe C, Galina C. Evidence of asynchrony in the onset of signs of oestrus in zebu cattle treated with a progestogen ear implant. *Research in Veterinary Science* 1996; 60(1):51-54.
- Mizuta K. 2003 Estudo comparativo dos aspectos comportamentais do estro e dos teores plasmáticos de LH, FSH progesterona e estradiol que presedem a ovulação em fêmeas bovinas Nelore (*Bos taurus indicus*), Angus (*Bos taurus taurus*) e Nelore x Angus (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*). Tese de Doutorado, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Brasil 2003.
- More L. Mouse major urinary proteins trigger ovulation via the vomeronasal organ. *Chemical Senses* 2006; 31(5):393-401.
- Orihuela A, Galina C. Social order measured in pasture and pen conditions and its relationship to sexual behavior in Brahman (*Bos indicus*) cows. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México 1997; 1-9p.
- Plasse D, Warnick A C and Koger M. Reproductive behaviour of *Bos indicus* females in a subtropical environment. IV. Length of estrus cycle, duration of estrus, time of ovulation, fertilization and embryo survival in grade Brahman heifers. *Journal of Animal Science*. 1970; 30: 63-72.
- Porras A, Galina C, Zarco L. Control del estro en el ganado *Bos indicus* en condiciones tropicales: efecto de la utilización del norgestomet combinado con estrógeno. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. México 1993; 1(2):175-184.
- Rocha JL. Sincronização hormonal da onda folicular e do estro em novilhas de corte mezticas monitoradas por radiotelemetria. Tesis de Doctorado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; Universidad de São Paulo, Brazil 2000.
- Soto R, Galina C, Rubio I. Efecto de la suplementación alimenticia, condición corporal y sincronización del estro sobre la actividad de monta de vaquillas brahman a pastoreo en el trópico húmedo de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 1997; 5(1):65-78.
- Silva C, Guzmán R, Delgado R, López R. Respuesta de novillas Brahman a la sincronización del estro con progestágenos; conducta sexual y tasa de gestación. *Revista Biomédica*. 2002; 13(4): 265-271.

Señalización Celular en el Folículo Antral Bovino

Cellular Signaling in the Bovine Antral Follicles

Juan F. Vásquez - Cano^{1*}; Martha Olivera - A.^{2*}

¹Médico Veterinario. MSc. en Ciencias Animales Universidad de Antioquia

²Médico Veterinario. Dr.SCi. Agr. Universidad de Antioquia

*Grupo de Investigación Biogénesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia
correspondencia: syngamia@gmail.com

Recibido: Julio 12 de 2010 Aceptado: Agosto 31 de 2010

RESUMEN

El desarrollo del folículo antral en el ovario de la hembra bovina es producto de un complejo de relaciones endocrinas, paracrinas y autocrinas. Las interacciones propiciadas por las gonadotropinas hipofisarias entre las células de la granulosa y la teca preparan al folículo para la producción de estradiol y posteriormente para las fases finales de maduración oocitaria en el folículo dominante y su posible ovulación, o para la atresia en los folículos subordinados. Es un evento dinámico, donde los patrones de señalización celular cambian secuencial y rápidamente en las diferentes fases de desarrollo folicular (reclutamiento, selección y dominancia). El presente modelo ilustra la revisión de algunas de estas interacciones.

Palabras clave: Atresia, Dominancia, Esteroidogénesis, Gonadotropinas, IGF-1.

ABSTRACT

Antral follicle development in the ovary of female cattle is the product of a complex of endocrine, paracrine and autocrine relationships. The interactions of the pituitary gonadotropins over granulosa and theca cells prepare the follicle to produce estradiol and for the final stages of maturation of the oocyte and its potential ovulation or atresia inside subordinate follicles. It is a dynamic event where cellular signaling patterns changes sequentially and quickly at different stages of follicular development (recruitment, selection and dominance). This model illustrates the revision of some of these interactions.

Key words: Atresia, Dominance, Gonadotropins, IGF-1, Steroidogenesis.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del folículo antral bovino es un proceso controlado de forma endocrina por gonadotropinas, localmente por factores de crecimiento que actúan de manera autocrina y paracrina y además de

influencias ambientales como los cambios en la nutrición tienen efectos en la actividad ovárica (Webb *et al*, 2004).

Cada onda folicular incluye folículos de ambos ovarios y los fenómenos de dominancia folicular afectan tanto al ovario que porta el folículo dominante como al contralateral, lo que permite concluir que los canales de inhibición del desarrollo folicular de los folículos subordinados son más endocrinos que locales. Los factores autocrinos y paracrinos de desarrollo intrafolicular son importantes para el desarrollo, crecimiento y salud folicular individuales, pero parece que no afectan el desarrollo de sus folículos vecinos (Adams *et al*, 2008).

El objetivo de esta revisión es ilustrar el estado actual de conocimiento sobre los factores endocrinos, paracrinos y autocrinos que regulan las diferentes fases de desarrollo y atresia folicular bovina.

Desarrollo folicular preantral

El antro folicular es aquella cavidad formada por el acúmulo de fluido rico en hormonas esteroideas, especialmente estrógenos, el cual es formado en el ovario bovino cuando el folículo tiene entre 250 y 500 micras de diámetro. Los estadios previos a la formación del antro son denominados preantrales. Los folículos preantrales se originan en la hembra desde la vida embrionaria con el surgimiento de las *células germinales primordiales* en el saco vitelino, que migran y una vez se alojan en la cresta gonadal originan a las oogonias, las cuales son rodeadas de un grupo de células aplanadas llamadas pregranulosas denominándose esta estructura *folículo primordial* (Palma, 2008).

El proceso de selección de oogonias a folículos primordiales es muy activo, y se ha calculado que en el bovino de 2.700.000 oogonias iniciales durante la vida fetal, al momento del nacimiento quedan unos 135.000 folículos primordiales. Posterior al nacimiento, las células pregranulosas sufren un proceso de diferenciación, cambiando su apariencia aplanada por una capa de células cúbicas y aquí se denominan *folículos primarios*. Conforme las células granulosas van proliferando y formando varias capas alrededor del oocito (entre 2 y 6 capas), originan los *folículos secundarios*. En la última fase de desarrollo, el folículo inicia la formación del antro y crece en diámetro a gran velocidad denominando este estado *folículo terciario o antral*. Finalmente, el folículo antral de mayor desarrollo destinado a la ovulación es denominado *folículo de Graaf* (Palma, 2008).

Desarrollo de folículos antrales pequeños

El folículo pequeño con reciente formación de su antro crece lentamente (tarda 27 días en pasar de 0.13 a 0.67 mm); a medida que aumenta su diámetro, se acelera la velocidad de crecimiento (6.8 días para pasar de 0.68 a 3.67 mm). Se estima que se requieren 2 ciclos estrales para que un folículo pase de preantral a antral y que este cambio no se relaciona con cambios en la concentración de gonadotropinas ni con la emergencia de ondas foliculares (Adams *et al*, 2008).

Estudios recientes reportan que la Hormona Folículo Estimulante (FSH) se une a sus receptores en las células granulosas de los folículos primarios, pero parece que esta unión es incapaz de activar el sistema de segundos mensajeros de la adenil ciclasa y por lo tanto no induce señalización celular para producción de proteínas. Solamente cuando alcanzan de 1 a 3 mm de diámetro los folículos responden a FSH. Recientes estudios sobre dominancia folicular plantean que el futuro folículo dominante es el primero en alcanzar 1 mm de diámetro, emerge 6 a 12 horas antes del primer folículo subordinado y su tamaño es mayor (Adams *et al*, 2008).

Se sugiere que la formación del antro folicular es debida a que las células granulosas producen hialurona y versican (un proteoglicanos tipo condroitin - sulfato) que generan un gradiente osmótico que atrae fluidos procedentes de los capilares de la teca. El inhibidor de la inter-alfa tripsina también se encuentra en este fluido; éste puede ligarse al versican o a la hialurona, resultando en la retención de éstas moléculas dentro del antro folicular. Las acuaporinas (moléculas que facilitan el transporte de agua en la célula) también están presentes en las células granulosas, por lo que también pueden estar implicadas en el transporte de agua al interior del folículo (Rodgers e Irving-Rodgers, 2010).

Fases de desarrollo folicular

El desarrollo de los folículos antrales bovinos y su posterior selección y dominancia dependen de la sensibilidad de éstos a las gonadotropinas. El desarrollo folicular se puede delimitar en 3 períodos: reclutamiento, selección y dominancia (Senger, 2005). Los mecanismos de expresión génica son variables a lo largo del tiempo, por lo que en las células de la granulosa, la teca y el oocito se incrementa la

expresión específica de algunos genes y sus productos. Estas relaciones son las que se detallarán a continuación.

Reclutamiento

Es definido como la iniciación del crecimiento de una cohorte de folículos dependientes de gonadotropinas (principalmente FSH) (Ptaszynska, 2008). Se caracteriza por el crecimiento simultáneo de 8 a 41 folículos hasta 4 mm de diámetro en los 2 ovarios. La FSH se une a sus receptores en la granulosa induciendo la transcripción para la producción de la aromatasa P450, la cual media la conversión a estrógenos de la testosterona proveniente de las células de la teca. El inicio de actividad de la aromatasa en la célula granulosa es un indicador de madurez del folículo en la fase de reclutamiento (Webb *et al*, 1998; Adams, 1999; Driancourt, 2001; Palma, 2008).

La FSH induce cascadas de señalización que pueden ser mediadas por Proteín Kinasa A (PKA), Proteín Kinasa C (PKC), Kinasas Reguladoras Extracelulares

(ERK), Proteín Kinasas Activadoras de Mitógeno de la p38 (MAPK) y Kinasas del 3 Fosfatidil Inositol (PI3K). Junto con la Hormona Luteinizante (LH), la FSH ligada a sus receptores activan cascadas de señalización que inducen la producción de AMPc y PKA, que promueven crecimiento y proliferación celular. Se ha encontrado que la supervivencia de las células granulosas es mediada parcialmente por cascadas de señalización lideradas por PKA, PKB, PKC y MAPK (Forde *et al*, 2008). Para la competencia oocitaria solo se han descrito 2 activadores de cascadas de señalización: la PKA y la PKC (Sirard *et al*, 2007). Aún se desconocen muchos de los productos de transcripción que activan estas kinasas.

Otro efecto de la FSH sobre las células de la granulosa es el estímulo a la expresión de ARNm que codifica la síntesis de la proteína conexina Cx43, la cual hace parte de puentes celulares o uniones gap localizadas entre la granulosa y el oocito, o entre la granulosa y la teca. Estos puentes facilitan el intercambio de iones, impulsos eléctricos y moléculas menores de 1 kiloDalton entre estos grupos celulares (Palma, 2008).

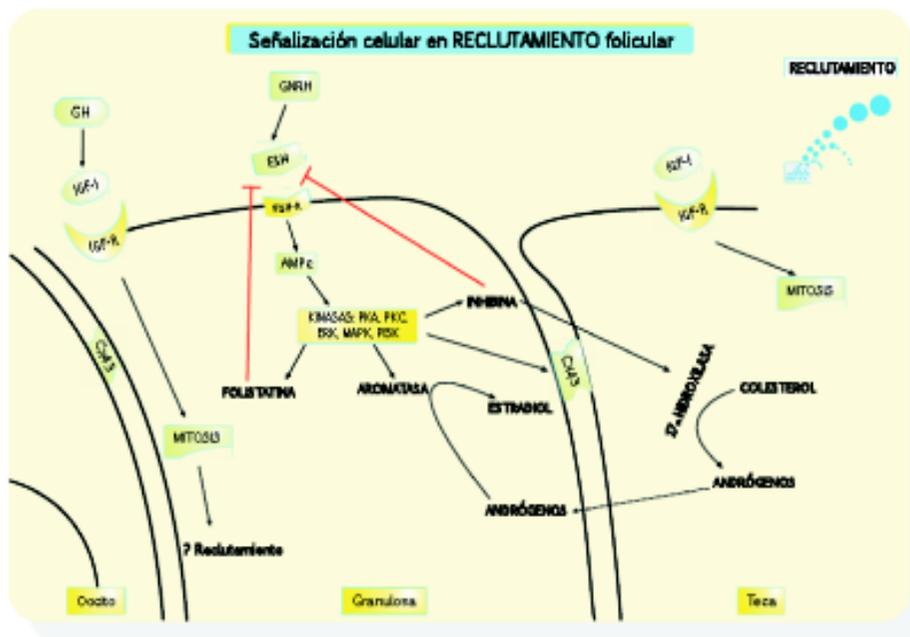


Figura 1. Señalización celular en la fase de reclutamiento folicular

El folículo antral posee varias capas de células de la granulosa, pero en la gráfica sólo se muestra una capa con fines didácticos y facilitar su comprensión. En la imagen se plantean las diferentes cascadas de señalización existentes entre el oocito (a la izquierda), la granulosa (al medio) y la teca (a la derecha), Las flechas negras representan cascadas de señalización activas, mientras que las barras rojas representan interacciones de bloqueo de las mismas. En esta figura se representan las interacciones para la fase de reclutamiento folicular. En esta fase de desarrollo el IGF-I es un estimulador de la mitosis tanto de las células de la granulosa como de la teca; por otra parte la FSH estimula en la granulosa la activación de quinasas que inducen la producción de aromatasa, follistatina e inhibina y proteína formadora de puentes celulares Cx43, que facilita el intercambio paracrino de sustancias de bajo peso molecular.

El reclutamiento folicular se encuentra influenciado positivamente por el Factor de Crecimiento Insulinoide tipo I (IGF-I) y negativamente por la folistatina. El efecto de la IGF-I ha sido demostrado mediante la administración exógena de Hormona de Crecimiento (GH) que indujo el incremento de las concentraciones de IGF-I, lo que resultó en un aumento en el número de folículos reclutados en la cohorte. La aplicación de anticuerpos contra folistatina en vacas resultó en un incremento en el número de folículos de la cohorte, lo que demuestra el efecto antagónico de la folistatina en la producción de FSH, y consecuentemente en el reclutamiento folicular (Adams *et al*, 2008). La figura 1. Ilustra las cascadas de señalización en la fase de reclutamiento folicular:

Selección

En una segunda fase, el número de folículos en crecimiento disminuye por atresia de folículos subordinados. La atresia se puede definir como la reabsorción de líquidos del antro folicular con apoptosis de los componentes celulares del folículo (oocito, células de la granulosa y de la teca). Esto coincide con la disminución en las concentraciones de FSH, que ocurre de 3-4 días después del reclutamiento (Driancourt, 2001; Adams, 2008). Esta disminución es atribuida a la acción combinada entre la inhibina y el estradiol sobre la secreción hipofisaria de FSH que afecta el crecimiento de los folículos menores de 5mm de diámetro, los cuales también reducen su sensibilidad a gonadotropinas (Driancourt, 2001; Ptaszynska, 2008). La FSH induce en la granulosa la producción de activina en algunos folículos, (estimulando un mecanismo de retroalimentación positiva con la FSH) y adicionalmente la de folistatina, que incrementa sus niveles conforme aumenta el tamaño folicular. La folistatina tiene la propiedad de ligarse a la activina en el fluido folicular disminuyendo la activina libre, dando como consecuencia un aumento de la relación inhibina: activina (Driancourt, 2001).

El folículo dominante es el primero en un grupo de folículos reclutados en expresar receptores de LH en las células de la granulosa. Los receptores para FSH se encuentran solamente en las células de la granulosa, mientras los de LH se localizan tanto en granulosa como en teca. Durante el *nadir* (nivel más bajo) de secreción hipofisaria de FSH, el folículo dominante adquiere más receptores de LH en sus células de la granulosa y el crecimiento folicular se hace dependiente

de LH, por lo que los folículos subordinados que son incapaces de producir alta cantidad de receptores de LH, se atresian. Esto se da en bovinos cuando los folículos adquieren un diámetro de unos 6.8 a 8 mm (Driancourt, 2001; Adams, 2008). Aparte de su mayor tamaño, el folículo dominante también presenta diferencias con los subordinados en cuanto al mayor grosor de su pared (Salamone *et al*, 1999; Adams *et al*, 2008).

En el folículo hay 3 fenómenos de señalización celular necesarios para que se presente el estatus de dominancia. El primero es la aparición de receptores de LH en las células de la granulosa. Segundo, hay una disminución selectiva en las cantidades del dímero de inhibina de 34 kDaltons presente en el fluido folicular, lo que no ocurre en inhibinas mayores de 160 kDaltons (Driancourt, 2001; Moore *et al*, 2006). Tercero, hay una reducción de las proteínas ligadas a IGF tales como la IGFBP2, IGFBP4 e IGFBP5 en el folículo dominante. La disminución de IGFBP2 ocurre por menor producción, ya que la FSH en la granulosa suprime la producción de ARNm de IGFBP2; mientras que IGFBP 4 y 5 disminuyen debido a un incremento en la proteólisis. La FSH induce en las células granulosas la producción de Proteína Plasmática Asociada a la Prefez tipo A (PAPP-A), una proteasa que puede desnaturalizar el IGFBP4. El efecto resultante es el incremento en los niveles de IGF-I libre en granulosa e IGF-II en teca (Driancourt, 2001; Moore *et al*, 2006; Lucy, 2007). En la vaca, el gen de expresión de IGF-II está restringido a la teca de folículos antrales, y entre sus funciones ha demostrado estimular estereoidogénesis de las células mediante la activación de receptores de IGF tipo I (Webb *et al*, 1998; Webb *et al*, 2004; Webb *et al*, 2007). Entre tanto IGF-I en granulosa tiene un efecto sinérgico con la FSH para incrementar la actividad de la aromatasa en la célula, promoviendo la síntesis de esteroides. Se ha demostrado que el folículo dominante de una cohorte es el de mayor concentración de IGF-I en su líquido antral (Webb *et al*, 1998; Moore *et al*, 2006).

Otros factores de inhibición del desarrollo folicular incluyen al Factor Transformador de Crecimiento Alfa ($TGF\alpha$), la superóxido dismutasa (SOD) y la proteína 90 de shock térmico, las cuales pueden disminuir la actividad de la aromatasa y consecuentemente la producción de estradiol por las células granulosas, aunque se desconoce si estas sustancias son

preferencialmente producidas por el folículo dominante para inhibir los demás folículos. Algunos miembros de la superfamilia del TGFβ, tales como las Proteínas Morfogenéticas del Hueso tipo 4, 6 y 7 (BMP), junto con las IGF, inducen producción de estradiol, inhibina-A, activina-A, folistatina, y proliferación de las células de la granulosa (Webb *et al*, 2004; Webb *et al*, 2007; Palma, 2008). La inhibina producida por las células de la granulosa puede tener efectos paracrinos sobre las células de la teca estimulando la producción de andrógenos, particularmente la testosterona, lo que puede relacionarse con incrementos en el reclutamiento folicular (Palma, 2008).

Existen algunos factores que contribuyen en esta etapa a la maduración folicular. En folículos de 6 mm

de diámetro se ha identificado que la relación inhibina - activina y la relación entre Factor de Crecimiento Epidermal (EGF) - Factor Transformador de Crecimiento Alfa (TGFα), tienen propiedades estimuladoras de crecimiento y antiapoptóticas. Estas junto con el Factor de Crecimiento Fibroblástico (FGF) hacen parte de la superfamilia del TGFβ que interviene en el desarrollo folicular (Driancourt, 2001; Webb *et al*, 2004; Palma, 2008). El EGF y sus receptores se encontraron en oocito y la granulosa, mas no en la teca. En el oocito no se encuentra ARNm que codificara la síntesis de EGF, lo que da a entender que el factor de crecimiento ingresa al oocito proveniente de la granulosa a través de las proyecciones tranzonales de la zona pelúcida (Palma, 2008). Estas cascadas de señalización mencionadas se ilustran en la figura 2.

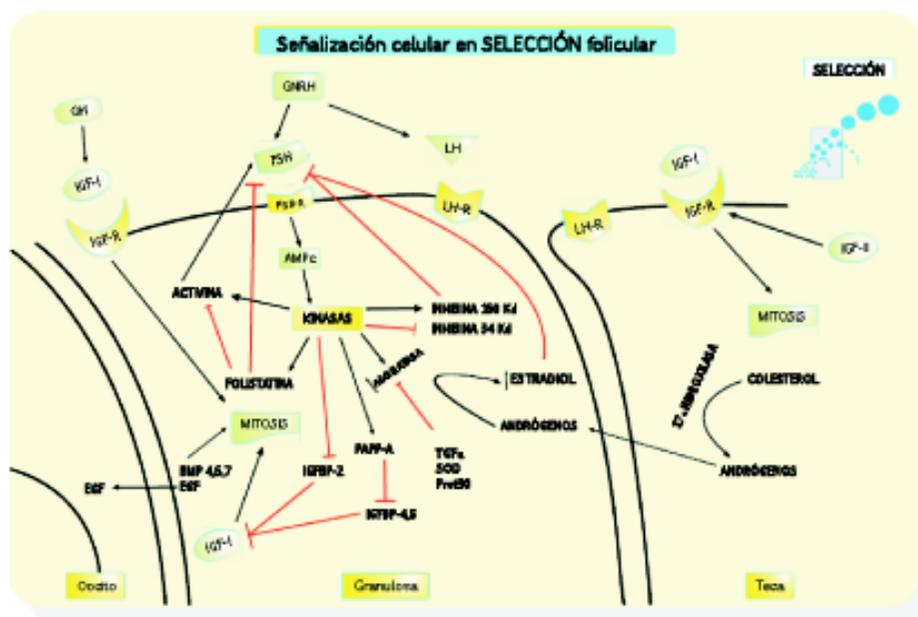


Figura 2. Señalización celular en la fase de selección folicular

La figura muestra las principales cascadas de señalización celular en la fase de selección celular. La actividad mitogénica de IGF-I sobre la granulosa y la teca continúa activa. El IGF-II producido en la teca estimula la formación de receptores de IGF en la misma célula. Por otro lado, se incrementa la producción de hormonas como folistatina, inhibina de alto peso molecular y estrógenos, que deprimen la secreción hipofisiaria de FSH, en esta fase también se incrementa la expresión de receptores de LH y la secreción de estrógenos, producto de un incremento de la actividad aromatasa en las células granulosas.

Ciertos estudios de expresión génica en folículos de 2 a 6 mm, mostraron que las células granulosas de los folículos dominantes disminuyeron los niveles de expresión de ARNm para el receptor de FSH, inhibina alfa, receptor de activina A tipo I, ciclina D2, Proteína de Diferenciación de Célula Mieloide (MCL-1), DICE-1 y también disminución de expresión de genes

proapoptóticos FADD y SIVA. El ARNm para receptor beta de estrógenos en el folículo dominante en algunos estudios aparece como incrementado y en otros disminuido. Las células granulosas incrementaron paulatinamente la expresión de aromatasa y receptor de LH y en la teca se incrementó la expresión de factores relacionados con proliferación celular (TIAF1),

supervivencia (LASS4), y apoptosis (TNFSF8). Otro hallazgo es que la relación estrógenos: progesterona se encuentra disminuida en el líquido folicular en la fase de dominancia (Evans *et al*, 2004; Mihm *et al*, 2006). Se ha encontrado también que la concentración de estrógenos en el fólculo dominante es más alta que en el mayor de los subordinados y que la baja concentración de estrógenos intrafoliculares se ha asociado a la expresión de ARNm de células granulosas para factores proapoptóticos tales como fas, fas ligando, beta glicano, Ciclooxygenasa 1 (COX-1), Factor de Necrosis Tumoral Alfa (TNF α), DNAsa activadora de caspasas (CAD) y DRAK-2. En la teca de fólculos subordinados entrando en atresia se incrementaron los factores beta glicano, caspasa 13, p58, Factor 1 Activador de Proteasas Apoptóticas (Apaf-1), BTG-3 y

Candidato Humano Supresor de Tumores para Células B (TS-BCLL). (Evans *et al*, 2004) En otro estudio se ha asociado la sobreexpresión de algunos genes con apoptosis (MRPL41, VDAC2), fagocitosis de células de fólculos en atresia (STX7) y regresión de fólculos subordinados (SPC22 y EHD3) (Zielak *et al*, 2007). Durante la involución del fólculo, el fluido folicular es reabsorbido. Parte de este líquido puede salir a través de la lámina basal del fólculo y ser tomado por vasos linfáticos. Otra parte puede filtrarse por la menor presión osmótica intrafolicular, debida a la degradación enzimática de sustancias osmóticamente activas como los glicosaminoglicanos, hialurona, condroitín / dermatán - sulfato y ADN en solución (Clarke *et al*, 2006) Las relaciones ocurridas en los fólculos en atresia se encuentran ilustradas en la figura 3.



Figura 3. Señalización celular en la fase de atresia folicular

Los fólculos cada vez tienen menores cantidades disponibles de FSH. Esto sumado a una baja cantidad de receptores de LH en granulosa y teca disminuye la producción de estradiol, inhibe la producción de puentes celulares e incrementa la expresión de genes proapoptóticos como Fas, Fas Ligando, APAF-1 y Caspasas, entre otros. Todas estas acciones resultan en muerte celular programada de los componentes del fólculo y reabsorción de líquidos provenientes del antro folicular.

Dominancia

Esta fase se caracteriza por un rápido crecimiento folicular y maduración oocitaria en el fólculo dominante. Las sustancias producidas por éste son responsables de la supresión gradual en la liberación de FSH y de la inhibición de la emergencia de la siguiente onda de desarrollo folicular con inducción de atresia de los fólculos restantes y es concomitante con el incremento

en la secreción pulsátil de LH hipofisiaria. El diámetro del fólculo dominante en bovinos puede llegar a los 15 mm en momentos previos a la ovulación (Driancourt, 2001). Si el fólculo dominante es removido (por ejemplo por punción ovárica o ablación folicular), un pico de FSH se presentará a las 12 horas, resultando en la emergencia de una nueva onda de desarrollo folicular a las 24 (Adams *et al*, 2008).

Al igual que en el reclutamiento, la IGF-I parece ser un factor de crecimiento indispensable en la dominancia folicular. Animales con deficiencias en su Hormona de Crecimiento (GH), limitan la producción de IGF-I y esto se ha asociado a la suspensión de la dominancia folicular en folículos de 8 mm de diámetro. Esto se debe al parecer a que la falta de IGF-I puede afectar parcialmente la producción de receptores de LH. En esta etapa, la LH puede estimular en la teca la producción de Factor de Crecimiento de Endotelio Vascular (VEGF), un potente estimulador de la angiogénesis. Bajo la acción de VEGF el folículo dominante garantiza el suministro de sangre que transporta las gonadotropinas necesarias para finalizar su crecimiento. En esta función también intervienen

las angiopoyetinas y el Factor de Crecimiento Fibroblástico (FGF), el cual también se ha reportado como mitógeno en las células de la teca. En contraste, la producción de estradiol no parece ser un prerequisite para la dominancia folicular (Webb *et al*, 1998; Lucy, 2007). La unión de la LH a su receptor en las células de la teca estimula la producción de la enzima 17 α Hidroxilasa (conocida también como CYP 17) la cual convierte la pregnenolona y progesterona a dihidroepiandrosterona y androstenediona, respectivamente; ambas son materias primas para la síntesis del estradiol en las células de la granulosa (Palma, 2008). La figura 4 muestra las vías de síntesis de los estrógenos a partir del colesterol en las células de la teca y la granulosa.

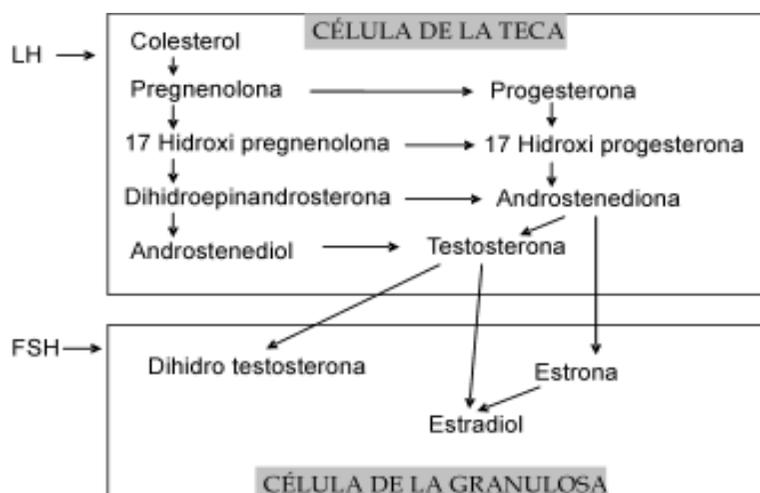


Figura 4. Biosíntesis de esteroides en las células de la teca bajo la influencia de LH, en la que el colesterol es convertido a andrógenos. Posteriormente estos son aromatizados en las células de la granulosa bajo la influencia de FSH (Adaptado de Drummond, 2006)

En la fase de dominancia, la actividad aromatasas es regulada por la proteína 3 Beta Hidroxiesteroide Deshidrogenasa (3 β HSD) en células de la granulosa (Driancourt, 2001; Webb *et al*, 2004). La expresión de ARNm de 3 β HSD sólo se ha encontrado en folículos mayores a 9 mm de diámetro (Webb *et al*, 1998). Durante la dominancia también se ha encontrado que la FSH induce incremento en la expresión génica de las células granulosas para ARNm mensajero que codifica la traducción de receptores de LH, enzima de clivaje de la cadena lateral de la p450 y para la aromatasas p450, estimulando la estereidogénesis (Lucy, 2007; Peter *et al*, 2009). La granulosa es sensible a la unión de receptores de LH en estado preovulatorio; esta unión induce la

producción de receptores de progesterona PR-A y PR-B, que tiene funciones relacionadas con la luteinización. Además, el PR-A está asociado a mecanismos desencadenantes de la ovulación (Palma, 2008).

En estados preovulatorios, la LH induce la fosforilación y modificación de la conexina Cx43, lo que conduce a la interrupción de los puentes intercelulares, desaparición de las uniones gap y separación de las células granulosas del oocito. Esto facilitará el desprendimiento del cumulus oophorus en la ovulación y su expansión en etapas posteriores a ésta. En folículos antrales no ovulatorios la disminución de la Cx43 está asociada con atresia folicular.

Adicionalmente, el Factor de Crecimiento Neuronal (NGF), está asociado también con la disminución de las uniones gap y con síntesis de receptores de FSH, incremento en la producción de PGE2, y proliferación de las células de la teca (Palma, 2008).

En el período previo a la ovulación, la teca adicionalmente incrementa los niveles de Proteína Reguladora de la Esteroidogénesis Aguda (StAR), cuya función es regular el transporte del colesterol en la mitocondria, estimulando la producción de andrógenos a partir de éste (Kallen *et al*, 1998).

El oocito produce Factor Diferenciador de Crecimiento 9 (GDF-9) y Proteína Morfogénica del Hueso 15 (BMP15) como factores paracrinicos relacionados con la regulación de las funciones del cumulus y la granulosa necesarias para la ovulación y la fertilización en ratones y bovinos (Sirard *et al*, 2007).

En condiciones normales, el folículo de mayor diámetro de la cohorte, en ausencia de cuerpo lúteo y ante un pico preovulatorio de producción de LH es el seleccionado para la ovulación, la cual se da cuando

el folículo tiene entre 17 y 20 mm de diámetro (Driancourt, 2001; Moore *et al*, 2006; Ptaszynska, 2008). En el caso de que exista un cuerpo lúteo, los niveles circulantes de progesterona harán un bloqueo del centro de picos hipotalámico, disminuyendo la producción de LH y consecuentemente induciendo la atresia del folículo dominante. La disminución de los niveles de hormonas depresoras de la actividad FSH (estrógenos, inhibina, folistatina) posibilitarán un nuevo pico de FSH que inducirá la emergencia de una nueva onda de crecimiento folicular.

Desde el momento de la formación del antro folicular, se reactiva el proceso meiótico del oocito. La principal sustancia involucrada en la detención de la meiosis son los altos niveles de Adenosina Monofosfato Cíclico (AMPc) en el oolema, cuando el AMPc disminuye prosigue el proceso meiótico oocitario, detenido en profase I desde la fase embrionaria del individuo. Si el AMPc disminuye por menor producción en el oocito, o por deterioro de los puentes celulares de la zona pelúcida provenientes de la granulosa, es un asunto pendiente de esclarecer (Sirard *et al*, 2007; Palma, 2008). La figura 5. Presenta los cambios ocurridos en el folículo dominante, preparándolo para la ovulación.

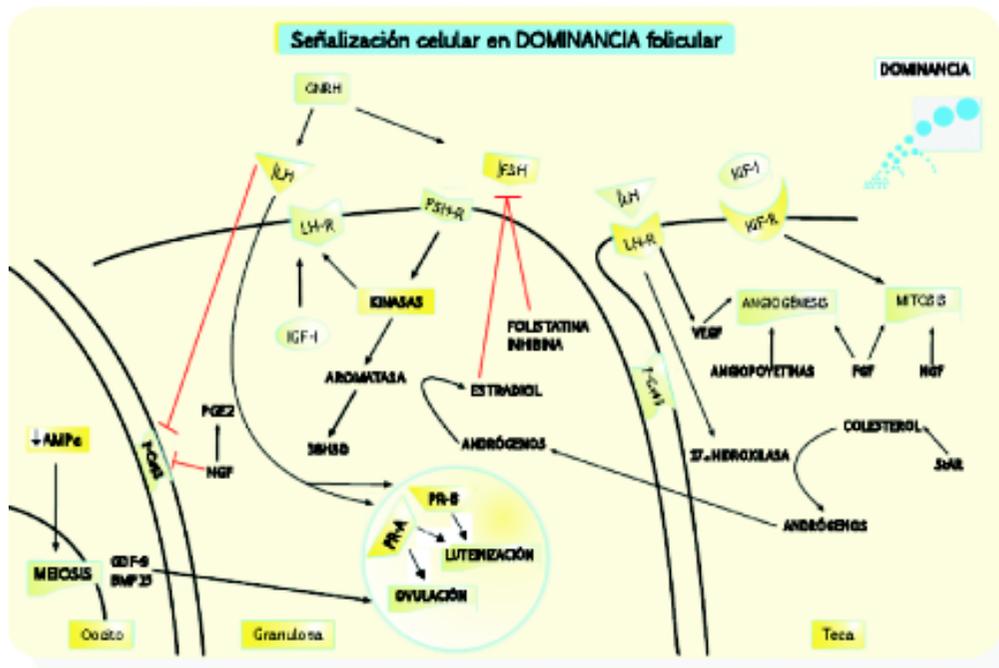


Figura 5. Señalización celular en la fase de dominancia folicular

En esta fase, la actividad aromatasas es altamente dependiente de LH. Los puentes celulares empiezan a disminuir en todo el folículo. Las células de la teca incrementan la mitosis y hay incremento en la vascularización de esta parte del folículo. En la granulosa mientras tanto se inicia la expresión de receptores de progesterona A y B nucleares necesarias para la ovulación y luteinización del tejido. Entre tanto, en el oocito se inicia la disminución de actividad de AMPc necesaria para continuar el proceso meiótico detenido desde la vida fetal del individuo.

Con base en las descripciones de las cascadas de señalización aquí mencionadas se puede concluir que el desarrollo folicular es un fenómeno biológico activo, donde la interacción endocrina, paracrina y autocrina induce eventos al interior del folículo que definirán su supervivencia, o su atresia; y en sus fases finales de desarrollo determinará la posibilidad que el oocito

adquiera su capacidad fecundante y generar un nuevo individuo. Aún se desconocen muchas de las interacciones generadas por ésta glándula temporal; el conocimiento de las mismas permitirá intervenciones que posibiliten mejores resultados en las diferentes biotecnologías reproductivas y conocer factores que contribuyan a una mayor fertilidad de los bovinos.

REFERENCIAS

- Adams GP. Control of ovarian follicular wave dynamics in mature and prepubertal cattle for synchronization and superstimulation. Proceedings of the XX congress of the world association for buiatrics, 1998; 2: 595-605.
- Adams GP. Comparative patterns of follicle development and selection in ruminants. J Reprod Fertil Suppl. 1999; 54: 17-32.
- Adams GP, Jaiswal R, Singh J, Malhiet P. Progress in understanding ovarian follicular dynamics in cattle. Theriogenology 2008; 69: 72-80.
- Bo G, Baruselli PS y Martinez MF. Pattern and manipulation of follicular development in Bos indicus cattle. Animal Reprod Science. 2003; 78: 307-326.
- Clarke H, Hope S, Byers S y Rodgers R. Formation of ovarian follicular fluid may be due to the osmotic potential of large glycosaminoglycans and proteoglycans. Reproduction 2006; 132: 119-131.
- Driancourt MA. Regulation of ovarian follicular dynamics in farm animals. Implications for manipulation of reproduction. Theriogenology 2001; 55: 1211-1239.
- Drummond A. The role of steroids in follicular growth. Reproductive Biology and Endocrinology. 2006; 4: 16.
- Evans A, Ireland JL, Winn M, Lonergan P, Smith G, Coussens P, Ireland JJ. Identification of Genes Involved in Apoptosis and Dominant Follicle Development During Follicular Waves in Cattle. Biology of reproduction. 2004; 70: 1475-1484.
- Forde N, Mihm M, Canty M, Zielak A, Baker P, Park S, Lonergan P, Smith G, Coussens P, Ireland J, Evans A. Differential expression of signal transduction factors in ovarian follicle development: a functional role for betaglycan and FIBP in granulosa cells in cattle. Physiol Genomics 2008; 33: 193-204.
- Kallen C, Billheimer J, Summers S, Stayrook S, Lewis M, Strauss J. Stereoidogenic acute regulatory protein (StAR) is a sterol transfer protein. J. Biol. Chem. 1998; 273: 26285-26288.
- Lucy MC. 2007. The bovine dominant ovarian follicle. Journal of Animal Science 85: E89-E99.
- Mihm M, Baker P, Ireland J, Smith G, Coussens P, Evans A, Ireland J. Molecular Evidence That Growth of Dominant Follicles Involves a Reduction in Follicle-Stimulating Hormone Dependence and an Increase in Luteinizing Hormone Dependence in Cattle. Biology of reproduction. 2006; 74: 1051-1059.
- Moore K, Thatcher W. Major Advances Associated with Reproduction in Dairy Cattle. Journal of Dairy Science. 2006; 89: 1254-1266.
- Palma G. 2008. Biotecnología de la reproducción. Segunda edición. Ed. Reprobiotec. Córdoba. Pp 73-90.
- Peter AT, Vos PL, Ambrose D. Postpartum anestrus in dairy cattle. Theriogenology 2009; 71: 1333-1342.
- Ptaszynska M. 2008. Compendium de reproducción animal. Octava edición. Internet internacional.
- Rodgers R, Irving-Rodgers H. Formation of the Ovarian Follicular Antrum and Follicular Fluid. Biology Of Reproduction. 2010; 82: 1021-1029.
- Salamone DF, Adams GP, Mapletoft RJ. Changes in the cumulus-oocyte complex of subordinate follicles relative to follicular wave status in cattle. Theriogenology 1999; 52: 549-561.

Senger PL. 2005. Pathways to pregnancy and parturition. Segunda edición. Current conceptions inc. Washington.

Sirard M, Desrosier S, Assidiet M. In vivo and in vitro effects of FSH on oocyte maturation and developmental competence. *Theriogenology* 2007; 68: 71-76.

Webb R, Armstrong DG. Control of ovarian function; effect of local interactions and environmental influences on follicular turnover in cattle: a review. *Livestock production science*. 1998; 53: 95-112.

Webb R, Garnsworthy P, Gong J, Armstrongy D. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. *Journal of Animal Science*. 2004; 82: 63-74.

Webb R, Garnsworthy P, Campbell B, Hunter M. Intra-ovarian regulation of follicular development and oocyte competence in farm animals. *Theriogenology* 2007; 68: 22-29.

Zielak AE, Forde N, Park SD, Doohan F, Coussens PM, Smith GW. Identification of novel genes associated with dominant follicle development in cattle. *Reprod Fertil Dev*. 2007; 19: 967-975.

El fenómeno de la migración en aves: una mirada desde la Orinoquia

The phenomenon of migration in birds: a view from the Orinoco

Natalia Ocampo-Peñuela

Ecóloga. Pontificia Universidad Javeriana
Correspondencia: ocamponata@gmail.com

RESUMEN

La migración es un fenómeno que ha llamado la atención de investigadores a lo largo del mundo y de la historia de la ciencia. Este proceso biológico ha sido bien estudiado en aves, sin embargo, en Colombia y, especialmente en la región de la Orinoquia, aún queda mucho por conocer sobre estas viajeras. Este artículo presenta el fenómeno de la migración Neotropical en aves; primero se evidencia una recopilación de bibliografía sobre la migración en aves y algunos de sus aspectos más relevantes, a continuación se hace un análisis de este fenómeno en la región de la Orinoquia y se proponen pasos a seguir para mejorar el estudio y conservación de estas aves en el país y en la región orinocense. Con este artículo se pretende llamar la atención sobre la importancia de estudiar las aves migratorias en la Orinoquia para diseñar estrategias efectivas para su conservación.

Palabras clave: aves, Colombia, conservación, migración, Orinoquia.

ABSTRACT

Migration is a phenomenon that has attracted the attention of researchers throughout the world and history of science. This biological process has been well studied in birds, however, in Colombia and especially in the Orinoco region, much remains unknown about these travelers. This paper presents the phenomenon of migration in Neotropical birds. First of all, presents an evidence of a collection of literature on migration in birds and some of its most relevant aspects, then an analysis of this phenomenon in the region of the Orinoco and proposes steps to improve the study and conservation of these birds in the country and the orinocense region. With this article we try to focus some attention to the importance of studying migratory birds in the Orinoco to design effective conservation strategies.

Key words: birds, Colombia, conservation, migration, Orinoquia.

INTRODUCCIÓN

Uno de los fenómenos más conspicuos y que más ha llamado la atención de los investigadores en el mundo, es la migración. Organismos de diversos grupos

taxonómicos presentan movimientos migratorios como parte de sus vidas y aunque aún queda mucho por conocer, es un fenómeno que ha sido bien estudiado

en algunos animales, especialmente en las aves. Las aves migratorias se desplazan del Norte y del Sur del continente Americano, buscando la franja tropical. Colombia es un sitio obligado de paso de las aves migratorias, y como resultado de esto, muchas regiones de nuestro país se ven inundadas por especies que nos visitan una vez al año, todos los años. La Orinoquia, históricamente, no ha sido reconocida como uno de los sitios de congregación de aves migratorias (Fierro 2009), en gran parte debido al desconocimiento por parte de los ornitólogos y a la carencia de estudios sobre este fenómeno en la región. La mayoría de los estudios sobre aves en la Orinoquia se han centrado en la zona del piedemonte o cerca de algunas poblaciones, ya que es una región muy extensa y con pocas vías de acceso. En las grandes sabanas del Casanare, Arauca, Vichada, y una parte del Meta se encuentran esteros y lagunas, zonas inundadas y playas de ríos que son hábitat para las aves migratorias pero aún desconocemos qué especies los visitan. También en estos departamentos, y en el Guaviare, hay extensos bosques húmedos y de galería que sirven de hábitat a las aves paseriformes que llegan de otras latitudes.

Recientemente, con la publicación del Plan Nacional de Especies Migratorias (MAVDT & WWF 2009) y con las miradas de industriales, forestales, agricultores y, afortunadamente, investigadores puestos sobre la región de la Orinoquia es imperativo analizar el fenómeno de la migración de aves en esta región y las implicaciones para su conservación.

Este artículo pretende presentar una revisión bibliográfica del fenómeno de migración en aves, haciendo énfasis en cómo éste se presenta en la región de la Orinoquia y discutiendo las implicaciones de los vacíos de información y de programas de conservación de estas importantes especies en esta región de Colombia.

La migración

Para entender el fenómeno de la migración en la Orinoquia es importante contextualizarlo como proceso biológico de las aves. Dingle (1996) propone una definición completa que presenta elementos clave para determinar si un individuo es o no migratorio, según la definición propuesta por este autor: "el comportamiento migratorio es un movimiento persistente y directo llevado a cabo por los esfuerzos locomotores propios de un animal o por su embarque activo en un vehículo.

Depende de alguna inhibición temporal de las respuestas propias del mantenimiento de un territorio o un ámbito doméstico, pero promueve su recurrencia y desinhibición eventual". Los organismos de cuyas historias naturales la migración es parte, varían taxonómicamente entre plankton, aves, mamíferos, reptiles, insectos, peces, entre otros. Su belleza y sus jornadas vastas y espectaculares, con frecuencia a grandes altitudes y sobrepasando barreras impresionantes, han convertido a las aves en objetos preferidos de estudio (Greenberg y Marra 2005).

Las características que diferencian a la migración de cualquier otro movimiento habitual de los animales son (Naranjo 2004, MAVDT y WWF 2009):

1. Involucra el desplazamiento persistente de una población o de un grupo de individuos de la misma especie, su duración y alcance son muy superiores a las de los movimientos que llevan a cabo las especies para la dispersión de individuos juveniles, el mantenimiento de un territorio o durante sus recorridos rutinarios alrededor de un ámbito doméstico.
2. Es un movimiento direccional, las especies migratorias tienen un destino definido de su viaje.
3. La supresión inicial o inhibición de respuestas a estímulos particulares; incluso cuando las condiciones son ideales las especies migratorias emprenden su jornada de vuelta a los terrenos reproductivos; o por ejemplo algunas aves mientras vuelan en rutas migratorias no se alimentan, hasta llegar a su destino final.
4. El desarrollo de patrones de actividad particulares para la partida o la llegada de los animales. Muchas especies migratorias alteran sus comportamientos normales mientras están migrando: algunas aves diurnas vuelan de noche para evitar predadores, rapaces que normalmente son solitarias se vuelven gregarias para emprender las largas jornadas, y en muchas aves se evidencia la "inquietud migratoria", una alteración del comportamiento en la que los individuos permanecen alterados y moviéndose rápidamente en los días próximos a su partida.
5. La asignación de energía para propiciar el desplazamiento. Muchas aves acumulan reservas de grasa que son metabolizadas durante la migración,

permitiendo los extensos viajes sin paradas de aprovisionamiento; adicionalmente algunas aves suspenden procesos fisiológicos que demandan energía para ahorrar en su travesía.

Naranjo (2004) define la migración de las aves como "el cambio en la distribución geográfica de una especie, que involucra el desplazamiento de ida y regreso entre su sitio de reproducción y otra localidad, de manera cíclica, en épocas relativamente constantes". Para el caso de estos vertebrados, existe un debate en el que se disputa si las aves migratorias Neotropicales son aves del norte que empezaron a migrar al trópico cuando su hábitat fue invadido por los glaciares o si son aves tropicales que, una vez derretidos los glaciares, volaron al norte a aprovechar nuevos nichos abiertos por esta condición climática. Es probable, entonces, que las migraciones latitudinales incluyan aves de procedencia norteña y tropical y que la secuencia de los cambios climáticos a escala global haya operado sobre los dos conjuntos de especies en una alternancia de precisiones y oportunidades dando origen al fenómeno de las migraciones anuales (Resnatur *et al.*, 2004).

Las migraciones entonces, suponen unos cambios fisiológicos en las especies que les permitan

sobrellevar las adversidades de tan largo viaje mediante la alteración de sus hábitos alimenticios, el almacenamiento de depósitos en forma de grasa y el uso eficiente de dichos depósitos. Pero este fenómeno no supone fronteras políticas, no conoce nombres de países o tendencias en los gobiernos, las aves vuelan siguiendo corredores de bosques, o guiándose por los meandros de un río; estas espectaculares jornadas deben ser entendidas desde una visión ecosistémica. La conservación de estas especies de aves depende de la comprensión holística y el trabajo en equipo de los distintos países que se encuentran en la ruta de estas fuertes y, a la vez frágiles, viajeras.

Tipos de migración

Como fenómeno biológico, los tipos de migración se definen en función de ciertas características: la etapa del ciclo de vida del animal (intra o intergeneracional), la dirección de su jornada (cíclica o unidireccional), la temporalidad (estacional, irrupción poblacional, o nomadismo), y la orientación geográfica (Latitudinal, longitudinal, altitudinal) (MAVDT & WWF 2009). Para las aves, Resnatur *et al.* (2004) describe tres tipos generales que se presentan en la Tabla 1. En esta misma tabla se presentan casos generales de cada tipo de migración en la región de la Orinoquia.

Tabla 1. Tipos de migración, su definición y representación en la Orinoquia (basado en Resnatur *et al.* 2004)

Tipo de migración	Definición	En la Orinoquia
Migración Vertical	Desplazamiento altitudinal dentro de una misma región, generalmente en respuesta a la disponibilidad estacional de recursos	Especies de aves que migran desde la Cordillera Oriental, en el piedemonte llanero, moviéndose por los bosques de galería y altillanura de menores altitudes en busca de alimento (algunos loros)
Migración Horizontal	Desplazamiento dentro de un cinturón latitudinal, en respuesta a la disponibilidad de hábitat o a la presencia de recursos abundantes en parches específicos	Aves acuáticas que buscan esteros, lagunas y zonas inundadas a lo largo y ancho de las sabanas orinocences; la marcada estacionalidad hídrica de la región hace de este tipo de migración una de las más comunes en la región (garzas, garzones, patos, playeros, etc)
Migración Latitudinal	Movimiento estacional entre continentes o al menos con un cambio significativo en latitud	Las aves boreales que llegan a la Orinoquia desde el Norte del continente, y las australes que llegan desde el Sur, se congregan en parches de hábitat propicio para su invernada en Colombia (reinitas, patos, playeros, etc)

La migración latitudinal, por ser una de las más impresionantes y más estudiadas será en la que se hará énfasis durante la mayor parte del documento.

La Orinoquia tiene especies representantes de todos los tipos de migración conocidos pero aún no se sabe con certeza qué especies realizan estos movimientos, en qué fechas y cuál es su destino final. Las recurrentes observaciones de personas de la región y de observadores de aves que han trabajado en la Orinoquia pueden brindar claves importantes para estudios a futuro sobre este fenómeno en Colombia.

Ciclo anual de la migración Neotropical

El ciclo de las aves migratorias Neotropicales está basado en el máximo aprovechamiento de los recursos en los lugares donde éstos abundan. Durante el verano en las latitudes extremas, el alimento está disponible en grandes cantidades y las aves aprovechan para reproducirse, cuidar su descendencia hasta que los pichones se defiendan solos y luego mudar su plumaje para empezar su largo viaje hacia las localidades tropicales, a finales de septiembre y principios de octubre. Durante esta época el alimento escaseará en las latitudes extremas por el frío invierno pero estará disponible en la zona tropical gracias a la ausencia de estaciones; Colombia es uno de los sitios escogido para la llegada e invernada de estas aves. Para saber cuándo deben migrar, las aves perciben cambios sutiles en el largo del día y el clima, señal que les indica cuando empezar su vuelo (Gill 1995). Una vez en su zona de invernada, ya sea Centro, o Sur América las aves se dedican a alimentarse y a recuperarse de su viaje para establecerse como miembros de las comunidades tropicales durante 6 meses. Una vez terminado el invierno, a finales de febrero y principios de marzo, estas viajeras emprenden una vez más su dura travesía hasta su zona de reproducción. Este ciclo se repite año tras año, pues es un comportamiento innato y como tal es resultado de la selección natural (Resnatur *et al.* 2004).

Adaptaciones de las aves migratorias Neotropicales

La migración es un fenómeno que se ve favorecido por características especiales de comportamiento y fisiología (Fierro 2009), para realizar tan vastas jornadas estos vertebrados están adaptados y son capaces de

modificar algunos aspectos de su organismo y hábitos para lograrlo.

Las distancias que estas aves deben recorrer, a veces sin parar, son extraordinarias; el Gaviotín Artico, por ejemplo, recorre 12000Km desde su sitio de reproducción hasta donde pasa el invierno (Gill 1995). Cómo se determinan las distancias hasta las que migra un ave es aún un enigma, sin embargo se conocen datos de algunos grupos de aves sobre las máximas distancias en las que se han registrado: las aves terrestres pequeñas tienen un rango de vuelo de 2500Km, y las aves playeras pueden volar hasta 3000 y 4000Km, lo que equivale a 3 o 4 días de vuelo sin parar (Gill 1995). Para lograr estas travesías transoceánicas tanto la energía como el suministro de agua deben ser llevados en el cuerpo del pájaro (Greenberg 1993), aunque muchas especies migratorias hacen paradas estratégicas para abastecer sus reservas de energía (Gill 1995). Completar este largo viaje implica para las aves algunos cambios en su metabolismo y comportamiento. Éstas especies deben alterar sus ritmos alimenticios (Fierro 2009); previo a la partida de los lugares de reproducción, las aves sufren hiperfagia: fenómeno que las incita a alimentarse en exceso hasta que sus reservas de grasa pasen del 3-4 % al 40 % sobre su peso total; esta grasa es almacenada en la espalda, cuello y bajo las alas (Gill 1995). Dentro de las adaptaciones fisiológicas recientemente descritas está el curioso caso de algunas aves que no se alimentan durante su viaje y, para contrarrestar esta carencia de energía, reducen el tamaño de su intestino antes de migrar (Canevari *et al.* 2001 en Fierro 2009).

Además, las aves migratorias tienen las alas más largas y puntiagudas que las especies no migratorias, un rasgo que minimiza aún más la resistencia al aire; sus músculos pectorales tienden a ser más largos y compuestos de fibras mucho más copiosamente provistas de vasos sanguíneos que transportan oxígeno y nutrientes, y de mitocondrias productoras de energía, lo que hace que los músculos pectorales de las aves migratorias sean especialmente eficientes en cuanto a la producción y el uso de energía se refiere (Deinlein s.f.). Muchas aves migratorias encaran el desafío adicional de volar a grandes alturas. La mayoría de aves cantoras vuelan a alturas entre los 500 y los 2000 metros, pero algunas vuelan tan alto como a los 6800

metros, para soportar los bajos niveles de oxígeno a tales alturas, la sangre de las aves migratorias tiene alta concentración de glóbulos rojos (transporte de oxígeno más rápido) y cuentan con dos formas de hemoglobina que difieren en cuanto a su capacidad de transportar y de liberar oxígeno. Esto garantiza un suministro adecuado de oxígeno en una diversidad de alturas y les permite a las aves adaptarse rápidamente a los variables niveles de disponibilidad de oxígeno (Deinlein s.f.).

Algunas especies migratorias alteran sus conductas de vuelo para aprovechar condiciones climáticas favorables y evitar peligros. Por ejemplo, las aves rapaces suelen ser solitarias pero en época de migración se congregan en grandes grupos para llevar a cabo la travesía, vuelan de día para aprovechar las corrientes de aire ascendente que les permite planear sin mayor esfuerzo y minimizando el gasto energético (Fierro 2009); también existen especies de hábitos diurnos como las reinitas, zorzales, atrapamoscas, turpiales y verderones que migran de noche, este cambio

se debe a que en la oscuridad disminuyen los riesgos de depredación y deshidratación por altas temperaturas, y durante el día aprovechan para alimentarse y reabastecerse (Resnatur *et al.* 2004, Fierro 2009).

Ventajas y desventajas de la migración

Las ventajas de migrar deben ser sustanciales para las aves, pues la migración supone costos muy altos entre los que se encuentran: mortalidad de más del 50 % de los individuos que migran, jornadas que atraviesan océanos y desiertos, vulnerabilidad ante fenómenos naturales como huracanes, exposición a predadores que muchas veces aprovechan el agotamiento extremo de los migrantes, y actividades antrópicas como la cacería (Gill 1995). El tipo de migración que supone los mayores riesgos es la migración latitudinal, en la Tabla 2 se resumen las principales ventajas y desventajas de este tipo de migración para las aves. En un análisis de costo-beneficio para las especies, o para los individuos, la distancia que recorre un migrante para llegar a su sitio de invernada es determinada.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de la migración latitudinal. (Gill 1995)

Ventajas	Desventajas
Actividad a lo largo de todo el año Explotación de oportunidades de alimentación favorables Evasión del mal clima del norte en invierno y otoño Amplias extensiones para anidar con baja depredación en el norte Mayor longitud del día en el trópico y en el verano y la primavera norteañas Productividad, supervivencia de adultos y juveniles moderada	Costos energéticos muy altos Altos riesgos (50% mortandad): predadores, mal clima, cacería Dependen de la conservación de dos áreas aisladas para sobrevivir

En conclusión, las aves migran para aprovechar la abundancia de alimento según la estación del año y evitar las épocas o los lugares en que dicho alimento y otros recursos escasean y, en últimas, la razón por la cual la migración persiste es porque incrementa el "éxito reproductivo", es decir, que migrando las aves pueden criar en promedio a un número mayor de polluelos que permaneciendo en los trópicos. De manera general las aves que migran hacia el trópico sobreviven al invierno mejor que aquellas que se quedan en las zonas templadas, pero aquellos que permanecen en las zonas templadas tienen mayor éxito reproductivo per capita que los migrantes; las

aves residentes en climas tropicales cambian su mayor longevidad por una menor productividad (Gill 1995). Es una balanza de pros y contras que se mantiene estable con la migración, porque aunque los costos son altos, los beneficios también lo son.

Mecanismos de orientación

Uno de los temas más interesantes, y a la vez enigmáticos, sobre la migración son los mecanismos de orientación de las aves. Es claro que para realizar tan vastas jornadas se necesita un mapa, un compás, una guía, o una señal, pues en muchos casos estas

migrantes recorren terrenos desconocidos; las aves usan una combinación de éstas, pero aún no se sabe con certeza en qué grado su ubicación y travesía depende de cada uno de estos mecanismos. Existen diversas estrategias que se hipotetiza usan las aves para orientarse en sus rutas migratorias, estos son: el eje de rotación de la estrella polar del Norte y otras estrellas, la posición del sol, la dirección de los vientos, los hitos terrestres, la orientación polarizada de la luz y el flujo de los campos magnéticos, además del código genético que le indica a las aves cuándo, a dónde y durante cuanto tiempo deben volar (Greenberg 1993, Gill 1995). Desde luego que las especies de migratorias Neotropicales no se confían de una única pista de orientación, ellas se basan en diversos mecanismos para asegurarse de llegar al lugar indicado.

Métodos de monitoreo de aves migratorias Neotropicales

Gran parte de lo que hoy sabemos sobre la migración se lo debemos a los esfuerzos de investigadores en todo el mundo que se han dedicado a estudiar este fenómeno; también a observadores aficionados que de manera juiciosa han registrado sus observaciones; y a organizaciones que han llevado a cabo o apoyado proyectos de monitoreo y conservación de aves migratorias. Debido a que las aves migratorias vuelan a distintas horas, existen varios métodos propuestos por Bibby *et al.*, (2000) para su monitoreo: para las aves migratorias diurnas, se pueden contar situando observadores expertos en lugares de paso obligado para estas aves; para las pequeñas migratorias que vuelan en la noche se pueden usar grabaciones de sus voces de llamado, se pueden observar poniendo un telescopio contra la luz de la luna e identificando su silueta o por imágenes de radar en las que se pueden identificar grandes grupos de aves migratorias. También existen métodos bastante usados como la captura de aves con redes de niebla y el anillamiento de las mismas para el monitoreo a largo plazo, los censos desde puntos fijos o transectos en los lugares de reproducción y de invernada, la telemetría radial y satelital que permiten monitorear los movimientos de las aves migratorias, determinar sus rutas, hábitos y estado de conservación.

Rutas y corredores de migración

Aunque los datos no son exactos, a través del tiempo y gracias a los estudios ornitológicos se han determinado

unas rutas de migración que las aves utilizan, aunque no son estrictas son generalidades que nos permiten entender el comportamiento de estas durante su migración. Estas rutas son principalmente para especies gregarias como patos, playeros y rapaces (Fierro 2009), pues éstas son más fáciles de observar y han sido bien estudiadas; las aves más pequeñas y solitarias, por el contrario, usan corredores de migración mucho más amplios y diversos, que aún no se conocen con certeza. Las tres rutas principales que han sido identificadas, para la migración boreal, son: la ruta Centroamericana que atraviesa el continente usándolo como corredor; la ruta del Golfo de México que permite paradas estratégicas sin necesidad de atravesar largos tramos de océano; y la ruta del Atlántico que supone uno de los mayores retos a las aves, al tener que atravesar gran parte del océano sin parar (Resnatur *et al.*, 2004). Todas las rutas que se reconocen actualmente entran al continente suramericano por Colombia, sea por su la Guajira, por la costa atlántica, por el Darién chocono, por la costa Pacífica, o por la Orinoquia cuando llegan de su paso por Venezuela. Básicamente la mayoría de las aves que llegan desde Norte América pasan o se quedan en Colombia, es un país de ubicación privilegiada cuyas características geográficas lo hacen paso obligado de estas viajeras.

Una vez en Colombia, la mayoría de las aves migratorias se dispersan por el territorio nacional, o continúan su viaje hacia menores latitudes, algunas como las playeras se congregan en sitios específicos. Los puntos de parada en el país no son bien conocidos pero se sabe que muchas aves permanecen en los bosques andinos durante el invierno, algunas en zonas acuáticas permanentes como lagos y lagunas, y muchas son observadas a su paso pero no se ha registrado su estadía. La Orinoquia es una región que, por su gran extensión, hace parte de algunos corredores de migración que utilizan las aves para dirigirse hacia el sur, aunque no aparece como una de las regiones estratégicas de paso de estas aves (Fierro 2009), en el camino individuos deciden quedarse y pasar la temporada en estas tierras.

Las migratorias Neotropicales a su paso por Colombia

A Colombia llegan o pasan individuos de aproximadamente 143 especies (Stotz *et al.*, 1996) que pertenecen al grupo de las aves migratorias

Neotropicales, éstas son: 10 especies de rapaces diurnas, 8 especies de patos, 36 especies de aves playeras (chorritos, andarríos, becasinas, falarpos, etc), 17 especies de aves marinas (págalos, gaviotas y gaviotines), 95 especies de passeriformes (atrapamoscas, golondrinas, zorzales, verderones, turpiales, reinitas, etc) y especies de otros grupos taxonómicos como garzas, pollas de agua, gallinaciegas, vencejos y cuclillos (Resnatur *et al.* 2004, DeGraaf & Rappole 1995). El valor anterior teniendo en cuenta únicamente la migración que cruza fronteras políticas, si se toma el fenómeno desde una visión más amplia, incluyendo migraciones altitudinales, horizontales y locales, este aumenta a unas 275 especies de aves migratorias para Colombia, que equivalen al 14.5 % de las especies registradas para el país (MAVDT & WWF 2009). Las especies migratorias que pasan por Colombia se dividen de la siguiente manera: 154 especies vienen de Norte América (boreales), 23 llegan desde el sur de Suramérica y 25 son aves marinas que viajan largas distancias, muchas veces sin tocar la costa (Fierro 2009).

La estadía de las aves migratorias en Colombia está marcada por ciertas tendencias. Según Naranjo (2004) la mayoría de las aves migratorias Neotropicales terrestres en Colombia se encuentran en alturas mayores a los 1000msnm. Las especies de aves migratorias comúnmente ocupan áreas perturbadas como cultivos y bosques secundarios y son comunes en bosques nublados de montaña. Hay patrones del paisaje que afectan directamente a las aves migratorias como el tamaño y orientación geográfica de los parches, si estos están en rutas migratorias habrá mayor densidad de estas aves; así mismo ocurre con los corredores que están ubicados en rutas de migración. La naturaleza de los ecosistemas y sus ecotonos, así como las relaciones entre los componentes de los mismos son determinantes cuando se trata de la diversidad y densidad de aves migratorias en un lugar. También es importante anotar que las distintas aves migratorias tienen percepciones a distintas escalas sobre el paisaje y esto se relaciona directamente con la forma en que ellas se relacionan con el mismo. Así que en Colombia las aves migratorias hacen lo mismo que en cualquier otra localidad tropical de invernada: se alimentan y se unen por varios meses a las comunidades tropicales, en este caso se adaptan a los ecosistemas colombianos y aprovechan sus ofertas alimenticias.

Las migratorias Neotropicales a su paso por la Orinoquia

Aunque la región de la Orinoquia no es reconocida como una de las zonas importantes de congregación de aves migratorias boreales y australes (Fierro 2009), existen evidencias que, aunque no presenta números como los de la cordillera de los Andes o las costas del país, es una región importante para las aves visitantes a Colombia todos los años, que merece ser estudiada como tal y tenida en cuenta en los programas de conservación para aves migratorias. Se han registrado 124 especies de aves migratorias boreales en la cuenca del río Orinoco (TNC, WWF, Resnatur y Fudena 2007) y se considera que aún hay muchas por observar, pues hay regiones que todavía no han sido estudiadas a profundidad o en absoluto.

A continuación se presentan algunos datos y observaciones que evidencian la presencia del fenómeno en esta región:

La marcada estacionalidad hídrica de la región es el principal compás de los movimientos migratorios de las aves. Las aves acuáticas como garzas, patos, garzones, pollas de agua y playeros, se mueven a lo largo y ancho del territorio buscando reservas de agua que se acumulan en zonas determinadas durante el fuerte verano entre Noviembre y Marzo. Para la época lluviosa, el resto del año, estas aves se dispersan por el territorio y es común observar pequeños grupos de aves acuáticas en las distintas zonas inundadas; en la época seca, por el contrario, se observan grandes congregaciones de individuos de varias especies que dependen del agua, alrededor de los esteros y remanentes inundados del territorio. Estos procesos corresponden a migraciones horizontales ya que no suponen un cambio significativo de altitud ni de latitud.

Esta misma estacionalidad marca la floración y fructificación de las especies vegetales de bosque de las que dependen muchas especies de aves. Los colibríes, por su dieta principalmente nectarívora (complementada con insectos), se mueven entre parches de bosque buscando flores; pero no se ha documentado qué tan lejos viajan estos individuos entre los bosques. No se ha observado a estos pequeños voladores atravesando matrices no arboladas para llegar a otro parche de bosque (Ocampo-Peñuela 2009), y

se tiene conocimiento que algunos de ellos son territoriales (Ej: Phaethorninae) (Hilty & Brown 2001); pero se estima que esto puede estar sucediendo en los bosques de la Orinoquia.

Una evidencia empírica, pero bastante contundente, de la migración Austral en la Orinoquia es la Tijereta (*Tyrannus savana*). Esta especie está presente durante todo el año en la región, pues tiene una subespecie residente, y entre Mayo y Septiembre aumenta significativamente sus números poblacionales hasta el punto de observar miles de estas aves en el cielo y alimentándose, pues se juntan las poblaciones de la subespecie residente con aquellas de la subespecie migratoria (Hilty & Brown 2001).

Respecto a las aves migratorias boreales Passeriformes, se han reportado números significativos para las zonas andinas pero la Orinoquia aparentemente no es hábitat para tan alto número de individuos como las cordilleras ya que pocas de estas especies son comunes en tierras bajas, a menos de 500msnm (Hilty & Brown 2001, McNish 2007). Sin embargo, en la zona del piedemonte, en el municipio de San Martín (Meta) se registraron cuatro especies de aves migratorias boreales Passeriformes entre Enero y Marzo de 2009: *Dendroica striata*, *Dendroica fusca*, *Catharus ustulatus* y *Piranga rubra* (Ocampo-Peñuela 2009). Aún más lejos de la cordillera, en el municipio de Puerto Carreño (Vichada) en Reservas Naturales de la Sociedad Civil ubicadas cerca del río Orinoco se han registrado algunas migratorias boreales que pasan

la temporada en este lugar: *Vireo olivaceus*, *Myiarchus crinitus*, *Tyrannus tyrannus*, *Catharus fuscescens*, *Setophaga ruticilla*, *Seiurus noveboracensis*, *Dendroica petechia*, *Dendroica castanea*, *Dendroica striata*, *Coccyzus americanus*, *Vireo altiloquus*, además de especies de rapaces, playeras, golondrinas y martín pescador (FHV & Fundación Omacha 2007). En el Casanare, en la Reserva Natural La Esperanza (Paz de Ariporo), se han registrado varias migratorias boreales, entre las que se destaca *Oporornis philadelphia* que no se encontraba en esta zona (Ocampo-Peñuela & Garzón 2005). Los datos anteriores son sólo algunos de los estudios que se han realizado en la región cuyos listados reflejan que muchas especies de aves migratorias boreales usan los ecosistemas naturales boscosos de la Orinoquia como hábitat durante el inclemente invierno de sus zonas reproductivas.

Los sistemas productivos también sirven de hábitat a estas aves durante su estadía en el trópico. En un estudio realizado en la Reserva Natural Kaliawirinae (Cumará, Meta) con 4 hectáreas de área, y un sistema de producción sostenible integrado a pequeños remanentes de bosque de galería, se registraron tres especies de aves migratorias boreales: *Dendroica petechia*, *D. striata* y *Setophaga ruticilla* (Ocampo-Peñuela 2006); con el tiempo el listado de este lugar ha aumentando, gracias a estudios constantes, y en la actualidad se han registrado 5 especies más: *Seiurus noveboracensis*, *Piranga olivacea*, *Piranga rubra*, *Contopus virens* y *Vireo olivaceus*.



Figura 1. *Catharus ustulatus*



Figura 2. *Wilsonia candensis*

Lo anterior respecto a las aves de bosque, para las aves acuáticas y playeras los datos son aún más contundentes y numerosos. La Orinoquia, por tener tan marcada estacionalidad hídrica y ecosistemas acuáticos o fuertemente asociados al agua, es un hábitat ideal para las aves playeras y acuáticas que llegan del Norte y Sur del continente. Los esteros, morichales, playas de ríos, caños, sabanas inundables reciben anualmente un buen número de patos, garzas, playeros y pollas de agua migratorias. En ecosistemas naturales se han registrado especies representantes de estos grupos taxonómicos en diversos estudios, pero no se han realizado estudios específicamente en estos ecosistemas.

Sin embargo, existe un agroecosistema que es reconocido por la Convención RAMSAR como un humedal artificial y que cubre aproximadamente 193 000 hectáreas de la región Orinocense, el cultivo de arroz (Murillo *et al.* 2009). Este cultivo se ha identificado como uno de los hábitats más importantes para las especies migratorias que visitan la región de la Orinoquia (Murillo *et al.* 2009, Johnston-González *et al.* 2010). En dos haciendas arroceras de Puerto López (Meta) se registraron 148 especies de aves, de las cuales 53 eran aves acuáticas, 22 migratorias, 18 congregatorias y 12 aves playeras (Murillo *et al.* 2009); este estudio es una evidencia clara de cómo el cultivo

de arroz sirve de hábitat a las aves migratorias durante su estadía en la Orinoquia.

Durante el "Primer censo de aves playeras en la franja arrocera de Casanare-Meta" realizado por la Asociación para el estudio y conservación de las Aves acuáticas en Colombia -Calidris-, se registraron 101 especies de aves, de las cuales 13 fueron aves playeras. Los resultados de este estudio permiten dimensionar con claridad la importancia de la región para un grupo de aves migratorias: los autores estiman que durante el segundo semestre de 2009 y el primero de 2010 240 000 playeros visitaron los cultivos de arroz en la franja Casanare-Meta, con densidades aproximadas de 4.8 ind/ha (Johnston-González *et al.* 2010). Teniendo en cuenta que este cultivo es uno de los más importantes y que ocupa mayor área en la región, y que ahora se ha demostrado es importante para las aves playeras migratorias, es imperativo realizar más estudios de este tipo que permitan caracterizar el uso del cultivo como hábitat para estas aves en aras de diseñar estrategias para su conservación.

Estos son sólo algunos datos que se tienen publicados o a los que se puede tener acceso, pero son suficiente evidencia que la región de la Orinoquia es importante para las aves migratorias en Colombia y que vale la pena realizar más estudios sobre este fenómeno en la región.



Figura 3. *Calidris minutilla*



Figura 4. *Buteo jamaicensis*

Monitoreo y conservación de aves migratorias en Colombia

Así como es preocupante la desaparición de hábitats de nuestras especies nativas, la misma preocupación se aplica a los hábitats de las especies de aves migratorias, estas especies dependen de la conservación de dos hábitats en dos lugares aislados lo que las hace más vulnerables y lo que, a la vez, las hace un buen indicador de conservación de los ecosistemas.

En Colombia no son muchos los estudios que tienen como objeto de estudio estas aves, sin embargo, recientemente se ha despertado un fuerte interés por su conocimiento y conservación. La Asociación Calidris, por ejemplo, lleva a cabo esfuerzos de monitoreo de aves playeras migratorias en la costa pacífica colombiana, la Fundación Proaves tiene tres proyectos para el estudio y conservación de estas aves, y muchas otras organizaciones regionales desarrollan programas de monitoreo de aves migratorias. Uno de los proyectos del orden nacional es "Fortalecimiento de capacidades para la conservación de aves migratorias neotropicales en la Red de Reservas Naturales de la Sociedad Civil" llevado a cabo por WWF, Calidris y Resnatur; este proyecto se adelantó en nuestro país para asegurar la supervivencia de estas aves y de las residentes, pues sus hábitats están desapareciendo. En la actualidad se construye conjuntamente la reglamentación del anillamiento de aves en Colombia, estos protocolos y regulaciones permitirán un mejor desarrollo de programas de anillamiento y, seguramente, incentivarán a más investigadores y organizaciones a participar y diseñar estudios de anillamiento que permitan esclarecer más información sobre las aves migratorias, su ecología, y su paso por Colombia.

En la región de la Orinoquia son pocos los estudios de aves, especialmente de migratorias, entre los que se encuentran publicados están: el proyecto "Proporcionando Refugio Seguro: Conservación de Habitat para Aves Migratorias en la Cuenca del Rio Orinoco" desarrollado por TNC, WWF, Resnatur y Fudena en 2007; el "Primer censo de aves playeras en la franja arroceras de Meta y Casanare, Colombia" realizado por la Asociación Calidris y Fedearroz; y algunos estudios puntuales como los que ha hecho la Corporación Llanera de Ornitología y de la naturaleza Kotsala en humedales y arrozales del Meta.

Es necesario unir esfuerzos entre organizaciones, investigadores y naciones, para generar estaciones de monitoreo y anillamiento permanente que permitan generar información de calidad para avanzar en la comprensión de este importante fenómeno.

Vacíos de información y estrategias de conservación

Por ser las aves migratorias Neotropicales habitantes de dos regiones del mundo, tienen dos hábitats, dos lugares que utilizan, dos sitios en las que se ven amenazadas y dos ambientes con potenciales de conservación para mantener sus poblaciones saludables. Para que la información que se genere sobre las aves migratorias sea completa es importante recopilar datos en ambos hemisferios del planeta, procurando utilizar la misma metodología de muestreo y seguimiento. Norte América hace grandes esfuerzos por el estudio de las aves en su parte del continente, tienen diversas estaciones de anillamiento distribuidas a lo largo del territorio, por ejemplo el programa MAPS que se encarga del anillamiento constante de aves. En Colombia, por el contrario, existen muy pocas estaciones de anillamiento de aves y, por lo general, las que existen no son constantes en su esfuerzo de muestreo y dependen de los recursos de financiación de proyectos.

Generar la información es siempre el primer paso de cualquier estrategia de conservación y este caso no es distinto del resto, es necesario conocer a profundidad la ecología de las aves migratorias, aspectos de comportamiento y distribución, amenazas y oportunidades de conservación, entre otros aspectos, para avanzar en la formulación de estrategias efectivas de conservación de estas viajeras. El marco sugerido para las estrategias que se propongan es el Plan Nacional de las Especies Migratorias, éste tiene 6 ejes principales cuyos objetivos se presentan a continuación (MAVDT & WWF 2009):

1. Generación de información: Acopiar y producir información relacionada con las poblaciones de especies migratorias presentes en Colombia.
2. Conservación, manejo y uso sostenible: Generar y mantener estrategias y planes de conservación para las especies migratorias en Colombia.

3. Política y normativa: Fortalecer los instrumentos legislativos y de política que permitan la protección de las especies migratorias, hábitats y rutas.

4. Manejo de información: Diseñar/adoptar, implementar y administrar un sistema especializado de información pública sobre las especies migratorias

5. Cooperación y financiación: Fortalecer la cooperación nacional e internacional y garantizar la financiación para implementar el plan

6. Alcance y participación: Comprometer e involucrar a diferentes actores estratégicos en los procesos de manejo y uso sostenible de las especies migratorias y sus hábitats para mantener la viabilidad de sus poblaciones

Aunque el Plan es un marco general, todos los investigadores, organizaciones e instituciones pueden participar y aportar en el desarrollo del mismo, es una guía que permite diseñar estrategias efectivas de conservación. Los pasos a seguir están ahora plasmados en un documento, es hora de unir esfuerzos y alcanzar las metas propuestas, un reto más para la conservación en Colombia.

Consideraciones finales

Cada vez son mejor conocidas las implicaciones ecológicas y de conservación que genera la migración de numerosas especies de aves, diversas investigaciones han tenido como objeto los patrones de migración y las explicaciones fisiológicas y genéticas de este fenómeno en las aves (Fierro 2009).

REFERENCIAS

Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil - Resnatur-, Asociación para el Estudio y la Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia - Calidris- y Fondo Mundial para la Naturaleza -WWF Colombia-. 2004. Manual para el Monitoreo de Aves Migratorias. Colombia.

Berthold P. 2001. Bird Migration: A general survey. Oxford University Press. Nueva York.

Sin embargo, las evidencias de la carencia de estudios sobre este fenómeno en la región de la Orinoquia son contundentes, por ejemplo, durante estudios cortos y caracterizaciones de aves se hacen nuevos registros de especies migratorias para la zona. Un caso es el del *Vireo altiloquus* que no tenía registros para la zona de los llanos y fue encontrado en la Reserva Natural Refugio Nimajay (Puerto Carreño, Vichada), en la cuenca del río Bitá durante caracterizaciones rutinarias de las Reservas Naturales de la Sociedad Civil en 2005; el individuo observado estaba en borde de bosque de galería en un caño afluente del río Bitá y presentaba síntomas de cansancio extremo (Ocampo-Peñuela y Garzón 2005). Este ejemplo para ilustrar la carencia de información es sólo representante de un proceso constante en la Orinoquia, cada día se conoce más sobre las aves de la región por el aumento en los estudios pero aún falta mucho por describir, observar y conservar.

Es imperativo continuar realizando estudios de aves en la región de la Orinoquia, se debe procurar hacer muestreos durante la temporada de migración para documentar con certeza la presencia de especies de aves migratorias boreales y australes en la zona. Con seguridad, al aumentar el número de estudios y las zonas estudiadas se aumentará el número de estas especies registrado en la Orinoquia, que actualmente es 124 especies (TNC, WWF, Resnatur y Fudena 2007).

El futuro de la Orinoquia en este ámbito es más prometedor que antes, cada día se hacen más estudios, más investigadores y organizaciones se interesan en esta vasta y biodiversa región del país. Con el Plan Nacional de Especies Migratorias y otros protocolos como el de anillamiento de aves en progreso, el panorama es enriquecedor para la Orinoquia.

Bibby C, Burgess N, Hill D, Mustoe S. 2000. Bird Census Techniques. Academic Press. Londres.

DeGraaf R, Rappole J. 1995. Neotropical Migratory Birds : Natural History, Distribution and Population Change. Cornell University Press. E.E.U.U.

Deinlein M. Sin fecha. Conceptos básicos sobre las aves migratorias Neotropicales. Migratory Bird Center of the Smithsonian National Zoological Park. E.E.U.U.

- Deinlein M. Sin fecha. Si se tienen alas, a volar se dijo: las adaptaciones de las aves para la migración. Migratory Bird Center of the Smithsonian National Zoological Park. E.E.U.U.
- Dingle H. 1996. Migration: the biology of life on the move. Oxford University Press. Oxford, UK.
- Dingle H, Drake A. What is migration?. BioScience. 2007; 57 (2):113-121.
- Fierro K. 2009. Aves migratorias en Colombia. En: Plan Nacional de las Especies Migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad colombiana. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & WWF Colombia. Naranjo, L.G. & Amaya-Espinel J.D. (Editores). Bogotá.
- Franco AM, Bravo G. 2005. Áreas Importantes para la conservación de las aves en Colombia. P 117 en BirdLife Internacional y Conservación Internacional. Áreas Importantes para la Conservación de las Aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad. BirdLife Internacional. Quito, Ecuador.
- Fundacion Horizonte Verde y Fundación Omacha. 2007. Informe Final: Caracterización de la avifauna de las Reservas Naturales para el proyecto: Incremento y consolidación de áreas protegidas y generación de alternativas económicas sostenibles enfocadas en la pesca ornamental y el ecoturismo en la Reserva de Biosfera El Tuparro a través de un esquema participativo. Natalia Ocampo-Peñuela y Ricardo Garzón (Editores).
- Gill F. 1995. Ornithology. Second Edition. W. H. Freeman and Company. New York, United States of America.
- Greenberg R. 1993. Uniendo las Americas: Aves Migratorias en Costa Rica y Panamá. Smithsonian Migratory Bird Center. E.E.U.U.
- Greenberg R, Marra P. 2005. Birds of two worlds: The Ecology and Evolution of Migration. The Johns Hopkins University Press. Smithsonian Institution. Baltimore, E.E.U.U.
- Hilty S, Brown W. 2001. Guía de las Aves de Colombia. Traducido por Humberto Alvarez - Lopez. American Bird Conservancy. 1030p.
- Johnston-González R, Ruiz-Guerra C, Millán CA, Eusse-González D, Espejo N. 2010. Primer censo de aves playeras en la franja arroceras de Meta y Casanare, Colombia. Informe Técnico. Asociación Calidris, Cali, Colombia.
- McNish T. 2007. Las Aves de los Llanos de la Orinoquia. MyB Riqueza Natural.
- Meyer de Schauensee R. 1964. The birds of Colombia, and adjacent areas of South and Central America. Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Philadelphia, E.E.U.U.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial & Fondo Mundial para la Naturaleza-WWF Colombia. 2009. Plan Nacional de las especies migratorias: Diagnóstico e identificación de acciones para la conservación y el manejo sostenible de las especies migratorias de la biodiversidad en Colombia. Naranjo, L.G. & J.D. Amaya-Espinel (Editores). Bogotá, Colombia. 214p.
- Murillo J, Bonilla W, Numa C, Murillo R, Ciuderis K, Pérez S, Oyola L. 2009. El Cultivo de arroz como hábitat estratégico para especies residentes y migratorias en el municipio de Puerto López-Meta. Ponencia en el I Congreso Internacional Biodiversidad de la Cuenca del Orinoco. Villavicencio.
- Naranjo LG. 2004. Conferencia "Las aves migratorias y la planificación del manejo de reservas naturales". En: Reunión técnica del proyecto "Conservación de hábitats para aves migratorias para aves migratorias en la cuenca del Río Orinoco". Villavicencio, Meta.
- Ocampo-Peñuela N, Garzón R. 2005. Listado de la avifauna de la RN La Esperanza. Fundación Horizonte Verde.
- Ocampo-Peñuela N, Garzón R. 2005. Listado de la avifauna de las Reservas Naturales de Puerto Carreño, Vichada. Fundación Horizonte Verde y Fundación Omacha.

Ocampo-Peñuela N. 2006. Comparación de la avifauna de tres sistemas de producción en los Llanos Orientales de Colombia. Rev. Est. Investig. Ecotono Ecol. Bio. Soc. 4: 6-14.

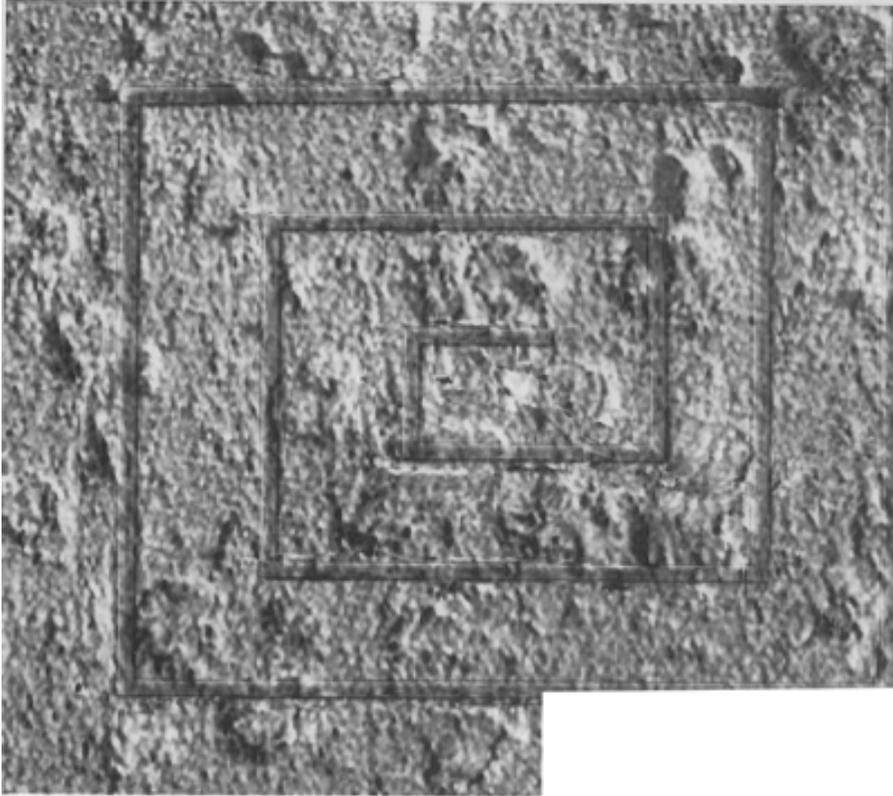
Ocampo-Peñuela N. Contribución de los elementos boscosos del paisaje a un bioma de sabana en San Martín (Meta, Colombia). Trabajo de Grado en Ecología [2009]. Se localiza en la Facultad de Biología, Pontificia Universidad Javeriana.

Rappole J. 1995. The Ecology of Migrant Birds: A Neotropical Perspective. Smithsonian Institution. E.E.U.U.
Salaman P, Cuadros T, Jaramillo J, Weber W. 2001.

Lista de chequeo de las aves de Colombia. Sociedad Antioqueña de Ornitología. Medellín, Colombia.

Stotz DF, Fitzpatrick J, Parker T, Moskovits D. 1996. Neotropical Birds. Ecology and Conservation. Univ. of Chicago Press. Chicago. 478 pp.

The Nature Conservancy -TNC-, Fondo Mundial para la naturaleza -WWF Colombia-, Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil -Resnatur- y Fundación para la Defensa de la Naturaleza -Fudena-. 2007. Proporcionando Refugio Seguro: Conservación de Habitat para Aves Migratorias en la Cuenca del Rio Orinoco. Reporte Final.



CIENCIAS HUMANAS

Propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico

Proposed curriculum for natural science education at the basic level with a physical approach

Lilia M. Ladino-Martínez^{1*}, Yolanda I. Fonseca-Albarracín^{2*}

¹ Licenciada Matemáticas y Física, Msc.

² Licenciada Física, Msc.

* Grupo de Investigación Física y Sociedad, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos, Villavicencio, Colombia. Email: lladino@unillanos.edu.co

Recibido: Junio 11 de 2010. Aceptado: Septiembre 08 de 2010

RESUMEN

El presente documento muestra el marco general en el que se desarrolló el proyecto de investigación "Diseño e implementación de una propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico". En éste proyecto se asume la organización del currículo, el plan de estudios de ciencias naturales y su reestructuración continua como una labor investigativa permanente por parte del colectivo de profesores de los diferentes niveles de educación, en un sentido tal que permita reconocer los problemas alrededor de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en el contexto en particular de cada institución, formular e implementar estrategias de solución y establecer planes de seguimiento y evaluación a estos procesos en beneficio de la formación de las competencias científicas.

Palabras claves: Enseñanza, ciencias naturales, currículo, investigación escolar, competencia científica.

ABSTRACT

This document shows the general framework within which developed the research project "Design and implementation of a curriculum for the teaching of natural sciences at the basic level with a physical approach." In this project it is assumed the organization of the curriculum, the curriculum of science and its continuing restructuring as an ongoing investigative work by the group of teachers of different levels of education, in a way such that recognize the problems around teaching and learning science in the particular context of each institution, formulate and implement solution strategies and establish plans for monitoring and evaluating these processes in benefit of the formation of scientific competences.

Key Words: Teaching, natural sciences, curriculum, research school, science competition.

INTRODUCCIÓN

La educación se ha ido transformando debido a los cambios del entorno social, político, económico, cultural, científico y tecnológico. De acuerdo a los nuevos retos de la educación, es necesario que la formación de los estudiantes en todos los niveles se fortalezca con los conocimientos científicos de tal manera que le permitan a cada individuo una visión crítica del mundo desde un plano investigativo. Sin embargo, la presencia de la física en la enseñanza de las ciencias en el nivel básico es escasa y por lo general solo se toman elementos de la biología, la química y la ecología para la explicación de algunos fenómenos naturales. En la mayoría de las clases de ciencias, los conceptos y principios físicos son ignorados, a pesar de que expertos han recomendado que la enseñanza de la física esté presente en el currículo escolar desde la educación primaria, tal y como se establece en los planteamientos esbozados en los Lineamientos Curriculares de Ciencias Naturales (Ministerio de Educación Nacional, 1998) y en los Estándares Básicos de Competencias (Ministerio de Educación Nacional, 2006).

La enseñanza de las ciencias desde los primeros años de educación debe permitir al hombre la

construcción de una visión del mundo que lo lleve a la comprensión de su complejidad, originada por el avance de la ciencia, la tecnología y las crisis y reformas sociales, políticas, religiosas y económicas. La enseñanza de la física en la educación básica, además de enriquecer el conocimiento científico y cultural, debe generar un espacio donde se posibiliten actividades no solo de manipulación de la información, sino que también se promuevan el desarrollo de la crítica, la creatividad, la fluidez verbal y receptiva, la capacidad de indagación y la convivencia social.

La estructuración de una propuesta curricular frente a la problemática sobre la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico podría desenvolverse desde varias perspectivas. Sin embargo, el objetivo general de esta investigación ubica el planteamiento de una propuesta desde una perspectiva enmarcada en la investigación escolar, el desarrollo de las competencias científicas, rescatando la autonomía institucional, la pertinencia social-cultural del área de las ciencias naturales y la importancia de la física para la comprensión del mundo natural.

MATERIALES Y METODOS

El proyecto de investigación titulado "*Diseño e implementación de una propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico*" se ejecutó entre los años 2006 - 2008 en el departamento del Meta y fue financiado por el Instituto de Investigaciones de la Orinoquía Colombiana IIOC de la Universidad de los Llanos.

El proyecto de investigación inició con una ubicación contextual mediante un diagnóstico de la Enseñanza de las Ciencias en el Departamento del Meta, en el cual se buscó dar respuesta a la pregunta ¿cómo está involucrada actualmente la física en la enseñanza de las ciencias naturales? Para ello se observaron las estrategias metodológicas utilizadas por los docentes, los contenidos desarrollados, los recursos con los que cuentan las instituciones para la enseñanza de las ciencias y los métodos evaluativos que se llevan a cabo. Del total de las instituciones educativas del Departamento del Meta que cuentan con el ciclo completo de Básica, se tomó como población universal a las 126 instituciones educativas oficiales que se

encuentran circunscritas a los cascos urbanos de los principales municipios del Meta, y de ellas una muestra de 10 instituciones participaron en el diagnóstico.

Una vez realizado el diagnóstico se procedió a formular las apuestas teóricas por parte de las investigadoras, frente a la forma como podría estructurarse una propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales con un enfoque físico en el nivel básico, a partir de la enseñanza por investigación, la formación en competencias científicas, la pertinencia socio-cultural de la enseñanza de las ciencias y la función determinante del docente en éste proceso.

La construcción e implementación de la propuesta curricular se desarrolló en dos instituciones educativas piloto de la ciudad de Villavicencio: Institución Educativa Alberto Lleras Camargo e Institución Educativa Colegio Básico Buenos Aires. En estas instituciones se plantearon diversos momentos, algunos paralelos y otros sucesivos de acuerdo con las necesidades en cada una de ellas. La distribución

de las acciones se agruparon de la siguiente manera: actividades de diagnóstico (encuestas, grupos focales, observaciones participantes y cartografía); actividades de formación (talleres de enseñanza de las ciencias naturales con los profesores del área); actividades de complementación (implementación de estrategias de enseñanza en aula con los estudiantes); y actividades de evaluación y seguimiento.

La investigación permitió a las autoras de este trabajo, a un grupo de jóvenes de últimos semestres del programa de Licenciatura en Matemáticas y Física, y a los docentes del área de ciencias naturales de las instituciones piloto, enriquecer su conocimiento, su práctica y aportar algunos elementos en el proceso de mejoramiento de la enseñanza de las ciencias naturales en la región.

Diagnóstico

Para llevar a cabo el análisis del estado actual de la enseñanza de las ciencias naturales en la educación básica del Departamento del Meta, se diseñaron y aplicaron las siguientes técnicas de recolección de la información: Observación participante, Encuesta y Grupos de discusión. Los resultados obtenidos con estas técnicas mostraron que en el establecimiento de los contenidos y estrategias que desde la física son abordados actualmente en la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico existen dificultades al confrontar las diferencias entre lo que ven y plantean los docentes y lo que perciben los estudiantes. Estas diferencias están situadas principalmente en los aspectos metodológicos aplicados por el docente, las formas de evaluación y los recursos con los cuales cuentan las instituciones para la realización de las actividades en las clases de ciencias. Coinciden en los aspectos temáticos referidos a la física que son desarrollados en los diversos cursos e instituciones.

La enseñanza de las ciencias naturales en el Departamento del Meta presenta dificultades de interdisciplinariedad que se evidencian en el deterioro de los procesos de análisis y explicación que desde el entorno físico se pueden dar a diferentes fenómenos naturales. El desarrollo de las temáticas referentes a la física es relegado al tercer o cuarto período en la planeación y su desarrollo está restringido al que se hayan podido culminar los temas precedentes de otros entornos (especialmente el vivo). Existe una marcada tendencia hacia lo biológico. Hay excepciones en algunas instituciones en las cuales la física se ve de manera

independiente entre sexto y noveno, sin embargo, en el nivel de básica primaria su abordaje es casi nulo y está ubicado sólo en algunas definiciones. Además, existe una escasa presencia del entorno ciencia, tecnología y sociedad.

Por otro lado, los docentes abordan con alguna frecuencia la relación entre temas biológicos y ambientales; al igual que la relación entre temas biológicos y químicos. Sin embargo, la relación entre la física y los fenómenos ambientales se aborda muy poco o de manera insignificante, a pesar de que algunas temáticas del plan de estudios de ciencias naturales sobre el medio ambiente poseen relación directa con la física en la explicación de los fenómenos allí involucrados. Por ejemplo, cuando se trata el tema sobre el calentamiento global y el efecto invernadero, se aborda más como una temática de moda y no desde sus causas, procesos y posibles hipótesis de explicación, las cuales necesariamente están soportadas en el entorno físico.

Los contenidos desarrollados en la clase de ciencias naturales hacen referencia, en la mayoría de los casos observados, a una lista de temas desarticulados y descontextualizados. Además, estos temas no poseen una relación de categorías claramente establecida, ni tampoco una ubicación de contexto específico que beneficie directamente la formación de los estudiantes en el área.

La propuesta curricular

En la perspectiva esbozada por el Ministerio de Educación en los Lineamientos Generales de Procesos Curriculares (Ministerio de Educación Nacional, 1998), se plantea la necesidad de trabajar el currículo dentro de un proceso pedagógico que permita la elaboración intencional y consciente de una síntesis de los elementos de la cultura que a juicio de quienes los elaboran deben ser pensados, vividos, asumidos o transformados en la institución escolar, con el fin de contribuir en la formación integral de las personas y de los grupos y a la construcción de la identidad cultural, nacional, regional, local e institucional. En este sentido, el currículo no puede ser una construcción ajena e impuesta a la comunidad escolar, y como lo afirma Magendzo, los diseños curriculares deben ser elaborados en y para las instituciones educativas (Magendzo, 1996).

El objetivo general de esta investigación para la estructuración de una propuesta curricular sobre la enseñanza de las ciencias naturales en el nivel básico con un enfoque físico, plantea una perspectiva situada en la investigación escolar, el desarrollo de las

competencias científicas, rescatando la autonomía institucional y la pertinencia social-cultural del área de las ciencias naturales en la formación de los estudiantes, y con un enfoque físico que asume la física como el pilar conceptual de las ciencias naturales (Ver Figura 1).



Figura 1. Estructura de la propuesta curricular para la enseñanza de las ciencias naturales

En la presente investigación, el proceso desarrollado con las dos instituciones piloto se dio desde la misma perspectiva pero con resultados distintos debido a los aspectos particulares de contexto de las dos instituciones. Estas diferencias están situadas especialmente en el PEI, el modelo pedagógico y la concepción curricular que caracteriza a las dos instituciones; por ello, el resultado de la propuesta para el área de Ciencias Naturales posee aspectos que las diferencia desde la esencia de la enseñabilidad de la misma y sus aportes en la formación del estudiante que desea la institución.

En esta propuesta, y de acuerdo con Adúriz (Adúriz, 2005), se asume una imagen de ciencia realista y racionalista, dentro de un realismo y racionalismo moderados, es decir, la ciencia como una actividad realizada por seres humanos donde los modelos científicos contruidos por ellos no son "copias" directas de la realidad, sino mas bien analogías parciales, provisorias y perfectibles sobre algunos aspectos del mundo real seleccionados de acuerdo con las finalidades de intervención que se persiguen.

Un modelo de enseñanza de las ciencias capaz de desplazar el modelo tradicional de transmisión de

conocimiento debe dar respuesta a dos cuestiones básicas: favorecer la racionalidad de la práctica escolar, convirtiéndola en lo posible, en una práctica fundamentada y rigurosa, y favorecer, a la vez que esto ocurra, teniendo en cuenta las perspectivas e intereses de los protagonistas, sus concepciones, creencias, contextos y situaciones específicas en que dicha práctica tiene lugar (Fumagalli, Kaufman y otros, 1999).

En este sentido, se ha planteado que la investigación escolar puede orientar adecuadamente el aprendizaje de las ciencias, entendiendo ésta como "un proceso general de construcción de conocimiento, basado en el tratamiento de problemas, que se apoya tanto en el conocimiento cotidiano como en el científico, que se perfecciona progresivamente en la práctica y que persigue unos fines educativos determinados" (Fumagalli, Kaufman y otros, 1999).

Este modelo de investigación escolar va más allá de considerar la investigación como una tarea del profesor paralela a su labor docente. Más bien, se trata de adoptar una perspectiva global investigadora sobre la función de enseñar. Es decir, el profesor debe orientar el conjunto de sus tareas profesionales como una hipótesis de trabajo fundamentada sujeta a revisión, a la luz de los

datos procedentes del seguimiento investigativo del proceso de enseñanza-aprendizaje. De esta manera, las situaciones y problemas ambiguos y difíciles, a las que el profesor se enfrenta en el aula y que no tienen una solución inmediata, pueden ser facilitados a través de una perspectiva investigadora sobre la enseñanza de las ciencias.

Este enfoque implica adoptar una nueva imagen del papel del profesor en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, lo cual tiene repercusiones en la toma de decisiones curriculares, ya que un planteamiento investigativo del currículo implica considerarlo también como una hipótesis de trabajo sometida a contraste con la realidad (Stenhouse, 1981).

Si se considera la clase de ciencias como un problema de investigación estrictamente didáctico, existen tres elementos que deben tenerse en cuenta en la búsqueda de su optimización (Segura D, Molina A, y Pedreros R, 1999):

- La manera como se articulan los conocimientos que se construyen con los conocimientos anteriores que posee el alumno (aspecto epistemológico).
- La selección de los temas que se tratan y la determinación de su profundidad, en cuanto ésta debe corresponder entre otras cosas al desarrollo intelectual del estudiante (aspecto lógico).
- La selección de los temas o problemas que se resuelven en clase, en cuanto a la actitud de los alumnos frente a ellos (relaciones de apropiación-rechazo, por ejemplo), lo cual es determinante para la captura del interés por lo que se hace (problema de pertinencia).

La investigación escolar es el proceso básico generador de conocimiento didáctico. Este conocimiento está en continuo proceso de construcción y debe nutrirse de los resultados de la investigación desarrollada por equipos interdisciplinarios y en diferentes niveles de educación, y por la investigación de aula desarrollada por los propios profesores. De esta manera, es indispensable que las conclusiones e innovaciones generadas a partir de la investigación escolar sean incorporadas críticamente al currículo y a la formación docente.

Frente a la pregunta planteada por el Ministerio de Educación Nacional en los Estándares Básicos de Competencias sobre ¿qué saberes y competencias deben desarrollar los estudiantes como resultado de su paso por los diferentes grados y ciclos escolares? (Ministerio de Educación Nacional, 2006), se genera el compromiso para la institución educativa de dar respuesta a través de la articulación de los resultados de las pruebas externas y la evaluación interna, en coherencia con los objetivos definidos por ella misma para el Plan de Estudios y el establecimiento de un proyecto curricular participativo, integral e investigativo que proyecte la institución a la comunidad.

La formación en ciencias naturales que se asumió en esta investigación está enfocada en la *formación de competencias científicas*. Se asume la definición de competencia científica propuesta por PISA: *la competencia científica se refiere a la capacidad de utilizar el conocimiento científico en contextos cotidianos, de aplicar los procesos que caracterizan a las ciencias y sus métodos de investigación, y al mismo tiempo de ser consciente del papel que ejercen la ciencia y la tecnología en la sociedad tanto en la solución de problemas como en la génesis de nuevos interrogantes. Por tanto, una persona con competencia científica, muestra interés por las cuestiones científicas y tecnológicas, reflexiona sobre su importancia desde una perspectiva personal y social y tiene disposición para comprometerse con ellas* (OCDE, 2006). Esto es, ser competente científicamente requiere el aprendizaje de conceptos científicos y sobre ciencia, junto con destrezas y habilidades sobre la búsqueda de información y la forma de abordar y responder a preguntas y problemas sobre fenómenos de la naturaleza. Todo ello debe dirigirse a desarrollar un conjunto de valores, tomar decisiones y participar en temas relacionados con salud, el medio ambiente y la influencia de la ciencia y la tecnología en los grandes dilemas y debates que tiene la sociedad planteados.

La adquisición de la competencia científica conlleva el desarrollo de capacidades o competencias como: 1) la identificación de cuestiones científicas, 2) la explicación científica de fenómenos, y 3) la utilización de pruebas científicas. Estas tres han sido seleccionadas por PISA (OCDE, 2006) por su importancia en la práctica de las ciencias y por su relación con las habilidades cognitivas tales como el razonamiento inductivo/deductivo, el pensamiento basado en sistemas, la toma de

decisiones con sentido crítico, la transformación de la información (por ejemplo, la creación de tablas o gráficos a partir de datos en bruto), la elaboración y comunicación de argumentos y explicaciones basadas en datos, el pensamiento en términos de modelos y la utilización de las ciencias.

Para la configuración de la competencia científica son necesarios tres elementos importantes: contenidos, contextos y actitudes, como se muestra en la Figura 2 (Cañas, Martín, y Nieda, 2007).



Figura 2. Elementos que configuran la competencia científica según PISA

Se distinguen dos tipos de contenidos: contenidos científicos (conocimiento de las distintas disciplinas y del mundo natural) y contenidos sobre la ciencia como forma humana de investigación. Para la selección de los contenidos se sugieren los siguientes criterios: 1) la importancia para la vida cotidiana y no solo desde el punto de vista académico, 2) el nivel de dificultad acorde con la edad y el nivel de desarrollo de los estudiantes, y 3) la representación de las ideas científicas fundamentales y su utilidad a largo plazo.

Se entiende por contextos las situaciones o problemas diversos relacionados con las ciencias y la tecnología, sobre los que se pretende desarrollar la competencia científica. Las cuestiones que se propongan deben estar planteadas dentro de un ámbito cotidiano, elegido por su interés para el ciudadano como para la sociedad, como la salud, los recursos naturales, el medio ambiente, los riesgos, y los temas de frontera de la ciencia y la tecnología. Estos contextos pueden ser de interés personal, social o global. Por ejemplo, a nivel personal puede plantearse una cuestión alrededor de la dieta más adecuada en función de las actividades que se realizan; a nivel social, los procesos de esterilización de la leche; y a nivel global, el hambre en el mundo (Cañas, Martín, y Nieda, 2007).

Un último elemento configurador de la competencia científica, pero no menos importante, es la generación de actitudes que se encuadra en tres áreas diferentes:

el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la responsabilidad sobre sí mismo, los recursos naturales y los entornos.

En cuanto a la pertinencia social-cultural de la enseñanza de las ciencias naturales, ésta se justifica al considerar que el estudiante como cualquier ser humano no es un sujeto aislado y sin historia, es un sujeto inmerso en un contexto social-cultural que lo define. En consecuencia el estudiante se concibe como un individuo que tiene un conocimiento previo (formas de ver, de valorar y de actuar) acorde con el medio que lo rodea y que le ha permitido, y de hecho le permite, pensar y vivir en el mundo (Ayala y otros, 1989).

De esta manera, la enseñanza de las ciencias debería permitir una mediación entre la cultura científica y la cultura común. Sin embargo, hay posiciones que consideran que la única manera de acceder a la cultura científica es negando la propia; mientras que otras se pronuncian en pro de una "ciencia regional" acorde a nuestra cultura. Pero, es necesario tener en cuenta que definitivamente nada se puede transferir a una cultura, sin que sea transformado por ella: para que algo adquiera significado y pueda ser valorado requiere ser puesto en términos de los conocimientos existentes (y de su organización) en el contexto cultural en cuestión. Como lo plantea Paolo Guidoni (Ayala y otros, 1989): son las estructuras internas de la cultura común y sus articulaciones las que conforman una

base fundamental para el desarrollo, significado y coordinación de todas las subculturas particulares, entre ellas la científica. Así, un proceso de asimilación cultural significa una transformación tanto de aquello que es asimilado como de aquello que lo asimila. Esto también significa la posibilidad de que elementos de la cultura base sean incorporados a la cultura particular a la que se quiere acceder (Ayala y otros, 1989).

Por otro lado, sobre el *enfoque físico como una posibilidad en la enseñanza de las ciencias naturales*, éste se justifica teniendo en cuenta que la física investiga sistemas y cambios, fundamentales, relativos a la naturaleza, que están en la base de sistemas y cambios estudiados por otras ciencias y diversas ramas de la tecnología: sistemas como los cuerpos sólidos, líquidos y gaseosos que nos rodean, las moléculas y los átomos, los planetas, las estrellas y las galaxias; y cambios como el movimiento, los procesos térmicos, eléctricos, magnéticos y luminosos. En este sentido, y según Lederman, L. M. (González A, 2005), es posible considerar la física como el pilar conceptual de casi todas las ciencias naturales, ya que en mayor o menor grado sus conceptos, principios, leyes, modelos y teorías sirven a muchas ciencias, incluso a las ingenierías. Estos sistemas y cambios fundamentales constituyen los problemas de conocimiento físico relevantes para la fundamentación de la enseñanza de las ciencias. Así, por ejemplo, para comprender lo esencial de un enlace químico, del movimiento de precesión de la tierra en su órbita, de las barreras de potencial en las membranas celulares o de la distribución de esfuerzos en cualquier edificación, por poner solo un ejemplo de cada caso, resultan indispensables los conocimientos propios de la física.

Hoy día, la física comparte el estudio de algunos sistemas y cambios con otras ciencias y con determinadas ramas de la tecnología. Por ejemplo, el estudio de la estructura de los cuerpos, con disciplinas como la química, la biología, la ingeniería de materiales, la microelectrónica y la ingeniería genética, y el estudio de los sistemas celestes, con la astronomía, la cosmología y la

CONCLUSIONES

La propuesta pedagógica situada desde la perspectiva del proyecto de investigación se cimenta en la teoría propia de la Enseñanza -Aprendizaje por Investigación donde se da mayor importancia a las competencias y habilidades desarrolladas en los estudiantes que en el abarcamiento de gran cantidad de contenidos, los contenidos resultan dentro de la propuesta una excusa

cosmonáutica. Los adelantos alcanzados por la física, y por la ciencia como un todo, hubiesen sido imposibles sin el desarrollo de una de las ramas fundamentales de la ciencia, la matemática. Al propio tiempo, la física y otras ciencias han tenido notable influencia en el progreso de la matemática, especialmente a partir del siglo XVII, en que los físicos comenzaron a utilizar ampliamente el lenguaje matemático.

La física no sólo se relaciona estrechamente con otras ramas de la ciencia y con la tecnología, debido a que comparte con ellas lo que estudia, sino también porque muchos de sus métodos, instrumentos y formas de trabajo son los mismos. Sin embargo, uno de los elementos que hace de la física una ciencia útil para las demás es su lenguaje, el cual se caracteriza por su claridad, precisión, neutralidad y por utilizar representaciones simbólicas (siglas, fórmulas, gráficas, ecuaciones físicas, abreviaturas, símbolos, etc.) como complemento al código lingüístico, que son las mismas para todas las lenguas, teniendo por tanto un marcado carácter universal.

Por último, para el caso particular de la enseñanza de las ciencias la evaluación que se propone desde la perspectiva de este trabajo investigativo es una evaluación diagnóstica continua, la cual suministre información relevante sobre la enseñanza cotidiana y a su vez informe sobre el progreso y rendimiento de los estudiantes (Harlen, 2003 y Blythe, 2006). Al implementar la evaluación diagnóstica continua, es necesario poseer claridad sobre los desempeños de los estudiantes en relación con las metas de comprensión establecidas para el curso, la unidad o la clase (Stone, 2005). Por cuanto, si la enseñanza es efectiva, la valoración de las competencias se vuelve casi automática puesto que se está comparando permanentemente su desempeño actual con el anterior y con el desempeño al que se desea llegar (meta). Además se hace necesario visualizar la mirada del otro en el proceso de construcción del conocimiento propio facilitando el diálogo entre pares.

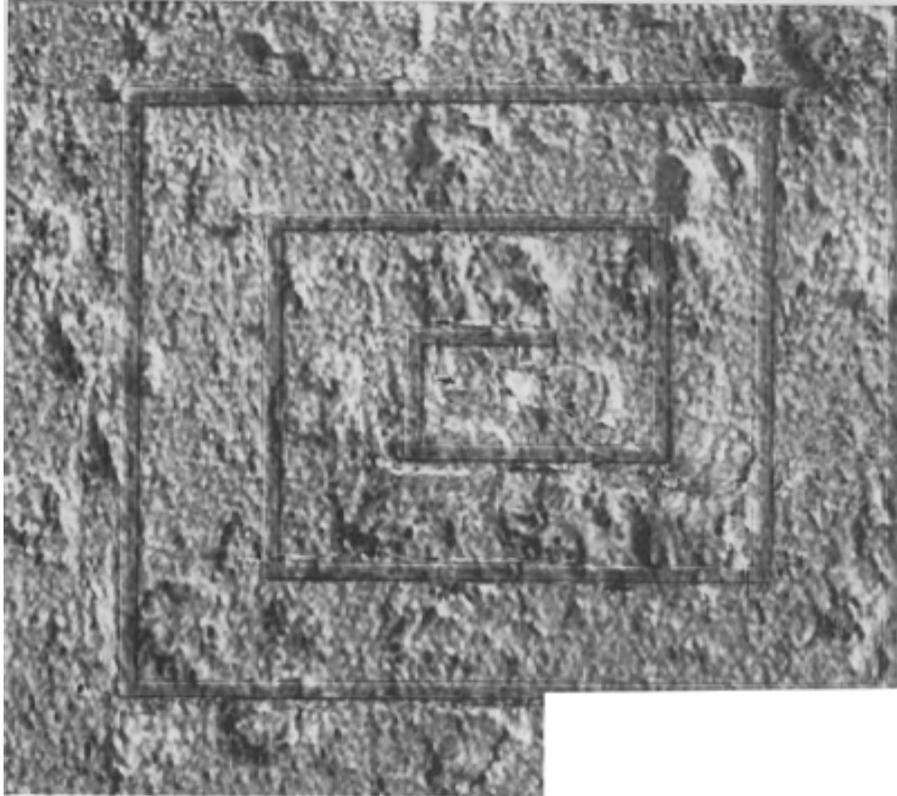
interesante para el desarrollo de las competencias y su pertinencia está ligada con el proceso de interdisciplinariedad establecido con las otras ciencias que conforman las ciencias naturales, proyectando estas miradas y análisis hacia comprender los cambios de las sociedades a través de los productos de la ciencia y la tecnología.

La enseñanza de las ciencias naturales mediante un modelo de investigación escolar que permita el desarrollo de competencias científicas en un contexto social-cultural específico requiere de un currículo con autonomía institucional y regional, es decir acorde con la misión, visión y principios institucionales que satisfacen las necesidades de formación de la comunidad en la que la institución se encuentra inmersa, y en este mismo sentido se deben plantear las competencias generales, los objetivos generales y propósitos de formación del área de ciencias naturales.

La determinación de los problemas de conocimiento físico relevantes para la enseñanza de las ciencias en el nivel básico se aborda en primera instancia a través del reconocimiento de la relación estrecha entre la física y otras ramas de la ciencia y con la tecnología; por cuanto la física no sólo comparte con ellas lo que estudia, sino también porque muchos de sus métodos, instrumentos y formas de trabajo son los mismos. En segundo lugar, es necesario ubicar los elementos que hacen de la física una ciencia útil para las demás ciencias, tales como su lenguaje y el uso de representaciones simbólicas lo que genera un lenguaje con carácter universal.

REFERENCIAS

- Adúriz A. 2005. Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Fondo de Cultura Económica S.A., Buenos Aires.
- Ayala M. Y OTROS 1989. La enseñanza de la física como mediación cultural. Desde una perspectiva constructivista. Universidad Pedagógica Nacional. Física y Cultura, Vol 1, No 1, Bogotá.
- Blythe T. 2006. La enseñanza para la comprensión. Guía para el docente. Paidós, Buenos Aires.
- Cañas A, Martín M, Niedo J. 2007. Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica. Alianza Editorial S.A., Madrid.
- Fumagalli L, Kaufman M, Y OTROS 1999. Enseñar ciencias naturales. Reflexiones y propuestas didácticas. Paidós Educador, Buenos Aires.
- Gonzalez A. 2005. La física en 2005 y el aprendizaje significativo. Revista Iberoamericana de Educación, Organización de Estados Iberoamericanos OEI.
- Harlen W. 2003. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Ediciones Morata, S.L., Madrid.
- Magendzo A. 1996. Currículum, Educación para la democracia en la modernidad. Programa Interdisciplinario de Investigaciones en Educación PIIE, Chile.
- Ministerio de Educación Nacional 1998. Lineamientos generales de procesos curriculares. Editor Ministerio de Educación Nacional, Colombia.
- Ministerio de Educación Nacional 2006. Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas. Editor Ministerio de Educación Nacional, Colombia.
- OCDE. 2006. Informe PISA 2006. Competencias científicas para el mundo del mañana. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. Editorial Santillana, Madrid.
- Segura D, Molina A, Pedreros R. 1999. Actividades de investigación en la clase de ciencias. Díada Editora. Serie práctica No. 14, Sevilla.
- Stenhouse L. 1981. An introduction to curriculum research and development, Londres, Heinemann Educational Books Ltd. (Trad. cast., Investigación y desarrollo del currículum, Madrid, Morata, 1984).
- Stone M. 2005. La enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica. Paidós, Buenos Aires.



CIENCIAS ECONOMICAS

La Movilidad en el Desarrollo Socioeconómico, de la Población ribereña del Rio Meta

The mobility on the socioeconomic development, of the Rio Meta' side population

María Y. Flórez^{1*} Alberto Castro - Sandoval^{1*}

¹ Economistas, Esp.

* Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de los Llanos
Correspondencia: mayoflo@gmail.com

Recibido: Noviembre 04 de 2009. Aceptado: Agosto 23 de 2010

RESUMEN

Las condiciones de movilidad de la población rural para acceder a los diferentes servicios, inciden en sus condiciones de calidad de vida. De qué manera y en qué proporciones, es el objetivo de la presente investigación realizada con la población ribereña del Alto río Meta, en la Orinoquia colombiana. Se aplicaron herramientas de recolección de información utilizadas en Colombia para estos estudios, adicionada de la variable de movilidad que la Organización Internacional del Trabajo (OIT) recomienda tener en cuenta para planificar la inversión social en la metodología de Planificación Integral de Accesibilidad Rural-PIAR.

Palabras claves: movilidad, pobreza, transporte, rural, desarrollo.

ABSTRACT

The mobility conditions of the rural population in order to get different services, have an impact on their quality of life conditions. How and in what proportions, it is the objective of this research carried out with the riverside population of Alto río Meta. For that purpose some tools for gathering information used in Colombia were applied in these studies, but it was added with the variable of mobility that the International Labor Organization -ILO recommends to keep in mind to plan the social investment in the methodology of Integrated Rural Accessibility Planning -IRAP.

Key words: mobility, poverty, transport, rural, envelopment.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se presentan algunas de las realidades en que la población rural ribereña del Alto río Meta, accede a servicios básicos y participa en la producción, distribución y consumo en sus componentes sociales

vistos desde el transporte, en un análisis de su incidencia en el desarrollo rural.

El desarrollo entendido como el nivel de satisfacción o resolución de necesidades básicas humanas, bajo

principios de equidad y sostenibilidad involucra de manera simultánea dos categorías distintas: la intra y la inter generacional, lo que significa que mantener, crear, o ampliar las diferencias espaciales y temporales en el bienestar humano no es desarrollo (Hunter 1997), debido a que en el comparativo de las condiciones sociales entre las zonas urbanas y las rurales, se presentan diferencias significativas en la calidad de vida por el nivel de ingresos que se perciben, lo cual se repite en distintos lugares rurales.

En este sentido, las poblaciones rurales que perciben bajos ingresos resultan afectadas en sus libertades a los derechos fundamentales (Sen *et al.*, 2003) para acceder a educación, a asistencia sanitaria, a otros servicios sociales y su limitada participación en la toma de decisiones políticas, hace que muchas de estas poblaciones se constituyan en alienados de los beneficios de la inversión pública, lo cual afecta el nivel de calidad de vida, en un círculo vicioso al tener pocas oportunidades de participar en mejores opciones laborales y repercute en un bajo crecimiento del Producto Nacional Bruto y en consecuencia merma las posibilidades al desarrollo.

De ahí que se deba mirar al desarrollo a partir del ser humano y no solo del crecimiento económico que se expresa en indicadores como el Producto Interno Bruto Percápita, que no muestra la verdadera situación de los pobres, toda vez que éste no debe estar por encima del verdadero fin que es lo que la gente puede hacer y no lo que pueda tener, es decir, de acuerdo como lo plantea Sen (1993), el proceso de desarrollo económico se debe concebir como la expansión de capacidades de la gente para la satisfacción de necesidades básicas.

Este fundamento en la estrategia más importante de lucha contra la pobreza como lo son los objetivos del milenio, es adoptado por el Programa para el Desarrollo de las Naciones Unidas para establecer la medición de variables socioeconómicas bajo el Índice de Desarrollo Humano (IDH) integrando esperanza de vida, ingreso per cápita y el nivel educativo alcanzado dentro de un contexto de libertad, dado que estos indicadores en regiones rurales con similitudes a la zona de estudio presentan cifras de muy bajo nivel de atención a las necesidades básicas de bienestar con criterios de equidad social.

Bajo esta conceptualización de desarrollo se consideró importante conocer de la complejidad del ser humano, que habita en lugares a los que por distintas razones se arraigan, a pesar de las condiciones geográficas y de acceso que los aíslan de sociedades más desarrolladas, pero donde confluyen elementos que evolucionan bajo el marco del pensamiento económico de la Nueva Geografía Económica (Schmutzler, 1999), a partir del espacio cuyas características heterogéneas de localización y distancia repercuten en los costos de transporte, ignorados durante mucho tiempo por la teoría económica clásica.

De ahí que las disparidades en el desempeño económico se determinen por la concentración que se presenta en regiones cuyos factores endógenos contribuyen más significativamente en los procesos de acumulación, innovación y formación de capital social, por lo que se llega a la definición de territorialización (Storper, 1995), para clasificar las actividades productivas en dependencia directa del aprovechamiento de los recursos específicos de una localidad.

En el caso del grupo poblacional elegido para este estudio por la trayectoria histórica de Cabuyaro que desde 1817, se registra como poblado de tránsito en la movilidad realizada por el río Meta; La ubicación geográfica estratégica de esta subzona del río en la interconexión multimodal hacia una tercera salida al mar en el océano Atlántico; las inversiones en infraestructura de transporte que se realizan allí; las perspectivas de desarrollo de proyectos productivos que enmarcan el territorio y por el potencial de recursos naturales y condiciones de tranquilidad social que caracterizan al sector, surge la pregunta ¿Cómo se presenta el desarrollo en territorios como éste, y cómo se articula a la dinámica regional? . Todo ello para sistematizar una práctica estructural del devenir cotidiano de los pobladores que por distintas razones desde hace más de diez años están asentados en esta zona y no proyectan cambiar el lugar de residencia.

No es fácil para los gobiernos territoriales asumir la responsabilidad de atender todas las necesidades básicas de su población, dada la estructura institucional con limitación de los presupuestos municipales y el poco recurso humano preparado para hacer gestión, por ello se encuentran marcadas diferencias tanto en los niveles de pobreza como de desarrollo entre poblaciones del mismo territorio, como en el caso del alto río Meta entre los municipios de Cabuyaro y Puerto López.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio comprende la ribera del río Meta en los municipios de Cabuyaro y Puerto López, tomada desde la desembocadura del río Humea, a $4^{\circ} 9' 49''$ Norte y $72^{\circ} 55' 39''$ Oeste a 185 msnm y $4^{\circ} 18' 30.41''$ Norte y $72^{\circ} 44' 14.36''$, hasta la desembocadura del río Upía Oeste a 163 msnm, cuya zona presenta un clima cálido, con alta precipitación pluvial en los meses de abril a julio y una temperatura entre 26 y 27°C . (Figura 1).

La población objetivo fue el conjunto de los hogares ubicados hasta 500 metros de la orilla de la cota máxima del cauce del río en el periodo de lluvias y para obtener un tamaño de muestra confiable se tomó la totalidad de los habitantes ribereños del río Meta, en virtud que no se conocían datos poblacionales de esta zona.



Figura 1. Localización de la zona ribereña del Alto río Meta, tomada de Google Earth y adaptada por los autores

Por tratarse de un estudio de movilidad rural, se excluyeron los hogares de la cabecera municipal de Cabuyaro, situada sobre la margen izquierda del río en la zona delimitada.

Estrategia metodológica

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se enmarca en lo que comúnmente se conoce como "estudio de caso" (Harris, 1983), debido a las características del objeto de estudio y a la necesidad de captar la riqueza de los procesos estudiados y la naturaleza de las interacciones que se observan entre los distintos actores sociales, la investigación se apoyó principalmente en metodologías exploratorias cualitativas. La información de campo fue obtenida con la aplicación de un instrumento adaptado por el grupo de investigación *Transporte y desarrollo de la Orinoquia*, a partir de la Encuesta Nacional de Hogares diseñada por el Departamento Nacional de Estadística DANE; la metodología para movilidad del Plan de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD y algunos elementos de la herramienta para la Planificación Integral de Acceso Rural -PIAR, diseñada por la Organización Internacional del Trabajo OIT, en el 2005, que se viene aplicando hace 18 años en Filipinas, hace 4 en Nicaragua y recientemente en Paraguay.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Movilidad

La necesidad del individuo de trasladarse de un lugar a otro implica acudir a distintos modos disponibles. En este caso, las características de localización de las viviendas, de los sitios de trabajo y de los centros de atención de servicios sociales, hacen que los habitantes exploren cómo realizar su desplazamiento y garanticen las actividades requeridas para la subsistencia familiar.

En este sentido, el transporte constituye una actividad productiva y social que permite la movilidad de personas y productos generados en las zonas rurales, incluso las que resultan aisladas bien sea por razones geográficas o por carencia de sistemas de transporte accesibles. (Flórez *et al.*, 2007)

Asimismo, el transporte multimodal que se presenta en estas zonas rurales no es considerado un tema

De esta manera se obtuvo a partir de una muestra de 39 familias, localizadas dentro del área de estudio información sobre las variables sociales de educación, salud, vivienda, servicios públicos y desplazamiento; económicas de ingresos, propiedad, producción y empleo; y de movilidad y acceso a servicios básicos y mercados. Estas variables se utilizaron para estimar el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI, que permite analizar las condiciones sociales de una población (Feres *et al.*, 2005).

Se emplearon además mapas de referencia del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) de la zona objeto de estudio y el equipo se guió en su desplazamiento con esquemas geográficos elaborados con habitantes de la localidad y con el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS).

Procesamiento de la información

La información obtenida a partir de la encuesta fue digitada en hoja de cálculo y los resultados presentados en el escrito en un análisis descriptivo comparativo mediante un contraste de los datos obtenidos en el trabajo de campo con la información reportada por el DANE, de la Encuesta Nacional de Hogares 2005.

estratégico para los planificadores; se ignora la topografía regional, la abundante hidrología, la existente reserva natural y forestal, y como consecuencia no se dispone de diseño para un desarrollo de vías de conectividad acorde con los requerimientos y normatividad ambiental en contraposición a un escenario continuo de necesidades y de habitual utilización de los ríos como forma de locomoción sencilla y accesible a las poblaciones que habitan las riberas y zonas aledañas.

A la luz de la anterior conceptualización en la movilidad social de la zona, los medios usados varían de acuerdo con la actividad; es así como ante la ausencia de servicio de acueducto diariamente por familia se cargan entre 4 a 5 canecas de 5 galones cada una; lo hacen a pie y en canoa en un tiempo promedio de 20 minutos para quienes habitan la margen derecha y 60 minutos para los de la

orilla opuesta. Tiempo que bien podría dedicarse a otras labores productivas si dispusieran de la atención institucional a esta necesidad básica y en tal sentido, es un costo de oportunidad susceptible de valoración económica en los proyectos de inversión pública, según la metodología propuesta entre otros por Dasgupta y Sen en 1973. En la margen derecha en general el suministro de agua es de pozo subterráneo con bomba y la depositan en tanques, sólo cuatro viviendas cuentan con sistema de sanitario conectado a pozo séptico.

En las 13 viviendas ubicadas en la ribera del margen izquierda, aguas abajo del río Meta en el municipio de Cabuyaro, habitan 42 personas y en la margen derecha, jurisdicción de Puerto López, en las 26 viviendas residen 91 personas, con mayor concentración en la vereda Marayal con el 62 %. El 55 % de los habitantes son hombres y cerca de la mitad de la población es menor de 19 años de edad. De otra parte, el 70 % de los habitantes es nacido en el municipio de Puerto López, y como mínimo tienen 10 años asentados allí fundamentalmente por razones de trabajo y no desean marcharse a otra parte.

El nivel de formación educativa en la zona es bajo, pues el 19 % no tiene estudio, el 59 % tiene educación primaria, un grupo muy reducido culminó la secundaria y sólo 2 personas son profesionales. La población entre 6 y 17 años en su totalidad asiste a un establecimiento educativo ubicado en la cabecera municipal de Puerto López, donde viven con algún familiar y sólo el fin de semana regresan a sus casas para apoyar las labores agrícolas.

En salud, el 89 % de la población de la jurisdicción de Cabuyaro se encuentra afiliada al Sistema Social de Beneficiarios SISBEN, que es un programa de Estado financiado por los estratos cuatro en adelante, y los del área de Puerto López, tienen cobertura del 100 %. En general cuando estos pobladores requieren atención en salud acuden al hospital de Puerto López, porque consideran más eficiente el servicio, a pesar de la demora en la atención y la falta de medicamentos. El promedio de visitas es de 1 y hasta 2 veces al año.

En lo referente a la tenencia de las viviendas, la mayoría de las habitadas fueron dadas para su cuidado por los propietarios de las haciendas colindantes con el río. La forma de tenencia es muy particular, puesto que no son

propietarios, ni arrendatarios, ni invasores, ni aparceros. Esta situación garantiza a los propietarios un nivel de convivencia para disponer de mano de obra para actividades eventuales que se presentan en la producción agropecuaria.

Necesidades Básicas Insatisfechas NBI

La tipología de las viviendas permite la determinación de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI a partir de los indicadores cualitativos simples de la pobreza tales como: vivienda inadecuada, vivienda con hacinamiento crítico, vivienda con servicios inadecuados, vivienda con alta dependencia económica, y a excepción de los niños en edad escolar que no asisten a la escuela, se infiere que los ribereños de Cabuyaro presentan situación de miseria crítica dado que el 100 % de los hogares encuestados presentan más de dos necesidades básicas insatisfechas. Para el DANE, 2005 las zonas rurales del Departamento y del municipio de Cabuyaro presentan niveles altos de necesidades básicas insatisfechas y en ningún caso sobrepasan el 50 %, aseveración contraria a la encontrada en la ribera, donde todos sus habitantes viven en condición de miseria.

El alojamiento en el hogar resulta inadecuado cuando el 89 % de las viviendas, están construidas con materiales riesgosos, como la madera burda, que a su vez propicia actividades deforestadoras junto con la leña que utilizan para la cocción de alimentos; el material usado en los techos es el zinc, y se encontró que el 16,7 % de las viviendas no tiene paredes; el 91,7 % presenta deficiencias en pisos y paredes, porque el 58,3 % son en tierra y los más seguros tienen entre 1,5 y 2 metros de altura, en la zona de Cabuyaro, previendo las inundaciones en época de lluvias y el 17 % de las viviendas son un techo sostenido sobre 4 palos. Adicionalmente el 100 % carece de servicio de acueducto y ninguna vivienda tiene sanitario.

De otra parte, el tamaño general de las viviendas está entre 40 y 45 mts², por tanto no cuentan con espacio suficiente, se encontró que el 33,3 % de las familias presenta hacinamiento crítico, o sea que más de 5 personas duermen en un solo cuarto.

En la margen de Puerto López, más del 50 % de las viviendas a pesar que cuentan con tres cuartos incluida la cocina, sólo usan un cuarto como dormitorio para todos los integrantes del hogar. En esta zona algunas viviendas cuentan con paredes en ladrillo y piso en cemento, porque allí el riesgo de inundación es menor. En materia de servicios públicos las diferencias entre los ribereños del sector de Cabuyaro y los de Puerto López se acentúan, porque las primeras carecen en su totalidad de algún tipo de servicio, no cuentan

siquiera con sanitario, obtienen el agua que usan para el consumo, del río o de lluvia en época de invierno, algunos la transportan desde los nacederos existentes en la margen derecha y la almacenan en canecas plásticas abiertas y a la intemperie, mientras la situación en Puerto López, a pesar de ser difícil no presenta tantas deficiencias.

Así las cosas, las NBI más visibles en la zona son vivienda y servicios, las cuales persisten en el 85 % de los hogares como se presenta la tabla 1.

Tabla 1. NBI por componentes, ribera de Puerto López

Detalle	Vivienda inadecuada	servicios inadecuados	Hacinamiento crítico	Inasistencia escolar	Dependencia económica
Hogares					
Porcentaje	84.6%	84.6%	26.9%	7.7%	23.1%
Cantidad	22	22	7	2	6
Personas					
Porcentaje	87,9%	85.7%	40,7%	9,9%	35,2%
cantidad	80	78	37	9	32

Lo anterior permite considerar que la mayor deficiencia se presenta en la vivienda, lo que hace que la calidad de vida se califique en nivel de miseria porque además gran parte de los hogares tiene dos o más necesidades

básicas insatisfechas, lo cual refleja gravedad social; con indicadores de NBI del 100 %, como se aprecia en la figura 1, muy por encima del indicador oficial que registra un 42,9 %, para el municipio y un 29,9% general nacional.



Figura 2. NBI Ribereños de Puerto López. Tomado Censo DANE 2005

Fuente: Realizado por investigadoras. Datos Censo DANE 2005

Ingresos y economía

Los niveles de dependencia económica resultan afectados debido a que en muchos casos los hijos trabajan y aportan ingresos al hogar cuya conformación promedio es de cuatro personas. Sin embargo, hay diferencia relacionada con el lugar de vivienda de los trabajadores. Así, los del área de Cabuyaro perciben montos promedio mensual equivalentes a la mitad de los percibidos por ribereños de Puerto López (figura 2) y el destino de gasto de éstos en su orden son a

alimento, transporte, salud y educación. Esta situación es una réplica de la visión dualista (Martínez 2007) de la sociedad de América Latina: lo rural y lo urbano, lo atrasado y lo moderno, lo agrícola y lo industrial, etc., que llevó a privilegiar una dimensión en perjuicio de la otra, inclusive dentro de ella misma.

No obstante esta realidad, los habitantes de la zona no piensan irse para otro lugar; en promedio llevan diez

años y más en este sector y valoran la tranquilidad en que viven a pesar del alto costo de vida. Para ilustrar un poco esta apreciación puede hacerse un comparativo relacionando los costos de transporte, que proporcionalmente resultan de los más altos de Colombia, tomando como punto de referencia el IPC de Villavicencio.

Igualmente se debe considerar que el gasto mínimo puede cambiar por las variaciones de precios que se dan a través del tiempo y por la composición de la canasta familiar. El cambio en el gasto mínimo se cuantifica en un *Índice de Precios al Consumidor IPC*,

a partir de una aproximación al costo de vida, ver tabla 2. Para un consumidor el gasto mínimo varía ante los cambios de los precios de bienes y servicios dentro de su nivel de utilidad por efecto de la inflación, toda vez que esta última se computa como la variación absoluta en el índice de precios al consumidor, pero en la mayoría de los casos en las poblaciones rurales hay una incidencia adicional generada por el costo que representa el transporte, bien sea, en pesos nominales o bien en el tiempo que se invierte para acceder a los servicios, mercados, actividades productivas y demás libertades, que bien podría con ese tiempo invertido en otras circunstancias mejorar sus ingresos y por consiguiente sus satisfactores.

Tabla 2. Villavicencio. Variación del IPC según grupos de gasto, por niveles de ingreso
Años 2006 - 2008

Grupos de gasto	Niveles de ingreso 2006 Variación Acumulada marzo a abril			Niveles de ingreso 2008 Participación de cada componente		
	Altos	Medios	Bajos	Altos	Medios	Bajos
Total	3.62	4.9	5.11			
Alimento	6.98	6.59	6.64	14.70	30.18	41.42
Cultura	-1.57	-1.43	-2.91	4.69	3.77	2.25
Educación	5.21	5.96	5.97	4.95	5.30	3.57
Gastos varios	7.75	4.42	1.61	11.46	7.48	5.60
Salud	3.56	3.84	3.87	3.39	4.06	4.26
Transporte	3.46	4.27	5.45	23.67	12.17	7.29
Vestuario	0.28	0.4	0.82	5.78	7.92	7.29
Vivienda	1.56	4.51	4.4	31.37	29.12	28.31

Fuente. DANE, suministrada por el evaluador

Fuente. DANE SDDE DESR

Las cifras en la tabla permiten reconocer comparativamente en el tiempo y por componentes, que la mayor destinación del gasto para las familias de ingresos bajos es en alimento y que el gasto en transporte representa una influencia proporcionalmente alta para ellos, en este sentido, la variación del ingreso mínimo se hace con base en la tasa de inflación nacional que para el año 2008 fue del 7,7 % siendo la variación real para el gasto del 9,9 %, y de la mano el costo de movilización crece muy por encima de ésta y más aún cuando el transporte es motorizado y está en función del precio del petróleo.

Algunos costos evidenciados en estos habitantes rurales que perciben ingreso familiar mensual promedio por debajo del salario mínimo legal en lo relacionado con el alimento que incluyen la compra del cilindro de gas propano que usan para la cocción lo deben comprar cada mes en Puerto López a un precio promedio de \$40.000, adicionar el transporte en el carro lechero, único medio

de servicio existente, con un pago de encomienda que oscila entre \$3.000 y \$7.000 hasta el río, y si la familia va al mercado aumenta la tarifa por cada persona; o sea que en solo transporte debe gastar 56 mil pesos, para esta diligencia y si viven al otro lado del río continúan el recorrido en la canoa a remo para no consumir gasolina y luego a pie hasta la vivienda.

En tal sentido, los grupos poblacionales de ingresos bajos, siempre serán los más afectados y la brecha de pobreza mayor pues la variación nacional en el nivel de precios fue de 1,28 % para el 2008, y las ciudades con mayores variaciones mensuales Pasto con 2,75 % y Villavicencio con 1,49 %, así los resultados acumulados en alimentos representaron el 7,32 %, aunque menor del año 2007 que fue de 8,1 %, resulta muy alta para quienes viven más aislados que responden a ingresos bajos de la tabla 3, y así cada vez tendrán menos para destinar a necesidades diferentes a alimento.

Tabla 3. IPC. Variación doce meses, del grupo alimentos, según niveles de Ingreso

Niveles de Ingreso	ABRIL 2008		Puntos porcentuales
	Variación % Nacional Marzo 2008	Abril 2008	
Bajos	8,95	8,06	- 0,89
Medios	8,51	7,70	- 0,81
Altos	8,08	7,67	- 0,41
TOTAL	8,61	7,82	- 0,79

Fuente DANE

No obstante y en oposición, a la media nacional en cuanto a los componentes del IPC Villavicencio, con el -0,41 registró la menor variación en el promedio de los precios. En la capital del departamento de Meta, el grupo de menor variación fue alimentos -1,56 por

ciento grafico 1, que agregados los otros costos se puede deducir por consiguiente que los ribereños tendrán menos oportunidad de acceso a servicios que implican pago de transporte.

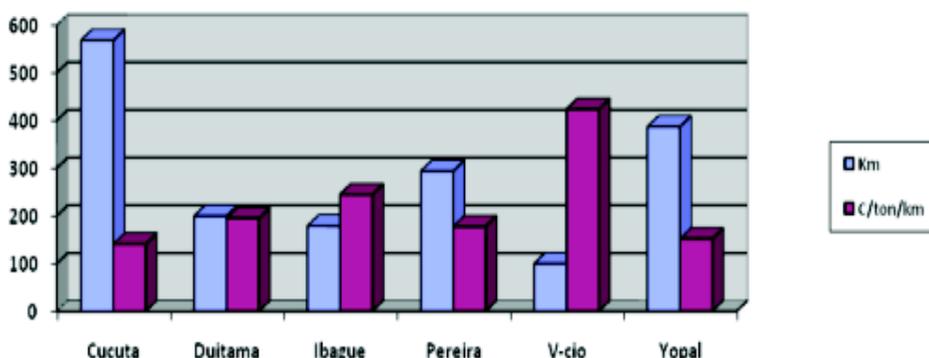


Figura 3. Comparación distancia y costo de transporte desde Bogotá

Porque si bien a nivel nacional la variación anual reportada por gasto en transporte para el 2008 fue de 7,8 % mientras que para el año 2007 fue del 10,0 %; en Villavicencio fue del 7,06 y 7,49 respectivamente que en términos comparativos es de las más altas del País.

El transporte debe ser contabilizado en las infraestructuras económicas que apoyan directamente las actividades productivas por cuanto deben ser accesibles (Hansen 1965), así como la prestación de servicios públicos de abastecimiento de agua, electricidad, gas natural, las telecomunicaciones y otras relacionadas con la gestión del suelo, todas ellas relevantes cuando se consideran estudios socioeconómicos como el que se presenta en esta oportunidad.

En esta zona de estudio se encontró que el arroz es el cultivo con mayor relevancia en el PIB departamental,

y el mayor generador de ingresos a estos pobladores, cada hectárea requiere 22 jornales. Por tal razón, resulta importante conocer que las siembras allí cubren extensiones menores a 4 has en el sector ribereño de Cabuyaro y entre 4 y 10 has en Puerto López, bastante pequeñas frente a las que se encuentran en otras zonas del mismo municipio como las localizadas en la vía a Paratebueno, lo que explica la diferencia tanto de oportunidades en las actividades de siembra y recolección que se realizan sólo durante el segundo semestre, en tanto que en Paratebueno y Cumaral se hace dos veces al año, que además tienen el cultivo de la Palma que ocupa el 71% de los trabajadores de ese sector y las remuneraciones son mejores.

Por otra parte, la pesca artesanal, extractiva, mediante el uso de mallas y anzuelos que es complementaria a las labores agrícolas cada vez les ocupa mayor tiempo, por la paulatina disminución de la oferta natural de peces y el producto apenas permite niveles de subsistencia o

en términos de economía política una reproducción simple.

En cuanto a la movilidad al lugar de trabajo el 84 % de las personas considera que el acceso es fácil en cualquier época del año, porque para ellos realizar un desplazamiento que implica usar diferentes medios de transporte se ha convertido en costumbre, en este caso cruzan el río a remo, en este sector el río tienen entre 420 y 600 metros de ancho, según la época de lluvias, luego continúan a pie hasta el cultivo localizado a menos de 2 kilómetros. La tracción animal y la motocicleta son los medios de transporte terrestre usados con menor frecuencia.

Como se anotó anteriormente la movilidad es limitada al servicio de transporte que presta un particular en una camioneta donde carga la leche, las personas y las encomiendas en dos recorridos diarios que no más del 40 % de los habitantes de esta zona utilizan para desplazarse hacia la cabecera municipal para acceder al mercado, salud y educación. Otros medios usados con menor frecuencia son la motocicleta y la canoa, el 77 % de las familias cuentan con canoa propia y el 33 % posee motocicleta.

Normalmente la población sale el fin de semana y el tiempo de recorrido hasta Puerto López oscila entre 30 y 60 minutos dependiendo del medio utilizado y si es periodo de lluvias.

Para los ribereños de Cabuyaro, específicamente los de la vereda La Embajada, la de mayor población en la zona, la única vía que los conecta con el casco urbano es la fluvial, pero poco la utilizan por el alto costo de la gasolina para los motores, por tanto prefieren ir a Puerto López, en la camioneta de la leche si se dispone del dinero para cubrir el pasaje o a pie en la mayoría de casos, al igual que la gran mayoría de los habitantes del municipio, lo cual explica la baja dinámica comercial de la cabecera de Cabuyaro. Asimismo, el 96 % de los ribereños de la margen derecha, se dirigen a la cabecera municipal de Puerto López por una carretera vehicular sin pavimentar, de 14 kilómetros de longitud, que desde la hacienda Lajitas (frente a las bocas del río Humea) va

paralela al río y en época de lluvias el estado de la vía hace difícil el paso del vehículo; además, un 83 % de quienes residen en otras zonas del municipio utilizan la vía que en planchón cruza el río Meta, luego recorre 22,9 km de carretera mejorada como parte del proyecto de recuperación de la Navegabilidad del río Meta y sale a la vía nacional a 8 kms de distancia del casco urbano de Puerto López.

En conclusión, resulta complicada la comparación entre los costos de transporte visto desde factores socioeconómicos que expresan las NBI de los pobladores rurales ribereños del río Meta, de una vía tan importante como esta red fluvial, toda vez que para el desarrollo de una región cuya posición geoestratégica permite visualizar connotadas ventajas en el tránsito obligado que intercomunicará regiones hoy aisladas, y donde se realizan inversiones importantes en el campo de la producción agrícola con proyección de altos rendimientos y sostenibilidad de los mismos, y en infraestructura fluvial sigue siendo irrelevante al interés gubernamental en la toma de decisiones la resolución de las necesidades básicas de poblaciones con baja densidad poblacional.

El uso de medios multimodales en la movilidad rural es tan normal que el tiempo requerido para la misma no permea la existencia del costo de oportunidad, pero la ponderación del gasto en que se incurre en transporte tiene un peso muy alto en el IPC, que se explica por su inmersión transversal en el costo de los productos y servicios cuya importancia es proporcional al nivel de desarrollo de la población donde se genere el Producto Interno Bruto que lo contiene, así para las zonas rurales ribereñas del alto río Meta resulta invisible, mientras que para países en desarrollo representa el 25 %.

Finalmente, la gestión pública debe propender por la inversión en infraestructura que garantice la conectividad necesaria para la comercialización de productos y el acceso a servicios básicos, así podrá generar crecimiento económico local que permita avanzar en forma indirecta a mejores niveles de calidad de vida, mediante la reinversión de excedentes y por consiguiente a desarrollos sociales.

REFERENCIAS

- Alcaldía municipal de Cabuyaro. Plan de Desarrollo Municipal 2008-2011, Cuatro años de oportunidades 2008.
- Boisier, S. Desarrollo territorial y descentralización. El desarrollo en el lugar y en las manos de la gente. *Eure*, 2004; 30 (90): 27-40.
Casa Editorial El Tiempo. 2002. El Meta y sus municipios. 12.
- Castro A. Prácticas agroforestales en los sistemas productivos en las riberas del río Meta. Universidad de los Llanos. *El Conuco*. 2008; 3(3).
- Dasgupta P, Sen A. 1973; Pautas para evaluación de proyectos. ONUDI.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. Proyecciones 2008. Censo 2005. Colombia. Disponible en: <http://www.dane.gov.co>.
- Feres JC, Mancero X. 2005. El método de las Necesidades Básicas Insatisfechas NBI y sus aplicaciones en América Latina. Chile. Organización de las Naciones Unidas-ONU.
- Flórez MY, Ramírez MA, La Academia y el transporte fluvial rural. Un estudio de caso. *Orinoquia* 2007; 11 (2): 9-16.
- Gobernación del Meta e Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. 2005. El Meta: Territorio de oportunidades. Bogotá. Imprenta Nacional de Colombia.
- Hansen M. 1965. Contabilidad de Costos. Un enfoque gerencial. MC Graw Hill 5ª. Edición. Homgren. Prentice Hall 8ª. Edición. Administración de costos.
- Harriss J. 1983. Marking out on limited resources: or what happened to semifeudalism in a Bengal district. En Harriss B, Harriss J, Ed. *Papers on the Political Economy of Agriculture in West Bengal*, Reprint 170. School of development Studies, University of East Anglia.
- Hunter C. Sustainable Tourism as an adaptive paradigm. *En Annals of Tourism Research*. 1997; 24: 850-867.
- Martínez L. 2007. ¿Puede la pobreza rural ser abordada a partir de lo local? Doctor en Sociología, Universidad de Paris III, Sorbonne, Nouvelle. Disponible en www.flasco.com
- Ospina M. 2005. Por los ríos hacia un nuevo mundo - Colombia ante la integración fluvial de Suramérica. Centro de Integración Fluvial de Suramérica, CIFSA, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Pp 51.
- Rosas P, Sánchez R. 2004. Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión Conceptual. División de Recursos Naturales e Infraestructura. CEPAL. Santiago de Chile. pp 75.
- Sen A. Gutiérrez G. 2003. Desarrollo, libertad y liberación, Centro de Estudios y Publicaciones CEP. Lima.
- Sen A. 1993. "Capability and Well-Being." En: NUSSBAUN, M, SEN, A. (Ed) *The quality of life*, Oxford, Clarendon Press. pp. 47-62.
- Schuldt J. 1997 (Ed.) Neoliberalismo y desarrollo humano- desafíos del presente y del futuro; Lima, Instituto de Ética y Desarrollo Antonio Ruiz Montoya, pp 94-99.
- Schmutzler, A 1999. The New Economic Geography. *Journal of Economic Surveys*. 13 (4):355-379.
- Storpe M. Regional economías como activos relacionales. *Institutions of the learning economy*. Ed. D. Foray and B.A. Lundvall. School of Public Policy and Social, Elsevier. 1995; 24 (6). 895-911, UCLA Los Angeles. USA.
- Vieira E, 2008. La formación de espacios regionales en la integración de América Latina. Universidad Javeriana. Convenio Andrés Bello. Bogotá. 372.

Autores - Authors

Martha Lucia Ortiz Moreno, Bióloga, Msc en microbiología, Docente Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Email: mlortizm@unillanos.edu.co

Rubén Darío Valbuena Villarreal. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Surcolombiana, Neiva Colombia. Email: rubendario@usco.edu.co

Beatriz Elena Zapata Berruecos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia. Email: beelzabe@gmail.com

Pablo Emilio Cruz Casallas, MVZ, MSc, PhD. Grupo de Investigación sobre Reproducción y Toxicología de Organismos Acuáticos - GRITOX, Instituto de Acuicultura, Universidad de los Llanos. Email: pecruzasallas@unillanos.edu.co

Julien Chiquieri. Zootecnista, PhD, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Av. Alberto Lamego, 2000. Horto. Campos dos Goytacazes, RJ. Brasil. Email: julienchiquiri@ceunes.ufes.br

Rita Nobre Soares. Zootecnista, PhD, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Av. Alberto Lamego, 2000. Horto. Campos dos Goytacazes, RJ. Brasil. Email: rnobre@uenf.br

Michelle Sant'Anna Lyra. Zootecnista, MSc, Universidade Estadual do Norte Fluminense. Av. Alberto Lamego, 2000. Horto. Campos dos Goytacazes, RJ. Brasil. Email: mlyrauenf@yahoo.com.es

Víctor Libardo Hurtado Nery. MVZ, MSc, PhD. Universidad de los Llanos. Email: johnnie182@hotmail.com

Gina Paola Campiño Espinosa. MVZ. Email: paolacampes@hotmail.com

Álvaro Ocampo-Durán. Zootecnista, MSc, PhD, DIC Profesor Investigador, Grupo de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción con énfasis en Palmas Tropicales Facultad de Ciencias Agrarias y Recursos Naturales, Universidad de los Llanos. Email: aocampoduran@gmail.com

Alba Eugenia Sánchez García. MVZ, MSc, PhD. Profesora Asociada Clínica Veterinaria Julio E Cuervo, Universidad de Córdoba. Email: albitasan@hotmail.com

Juan Carlos Ballut Pestana. MVZ, MSc. Profesor Asociado Clínica Veterinaria Julio E Cuervo, Universidad de Córdoba. Email: jcballutp@hotmail.com

Alfonso Calderón Rangel. MVZ, MSc. Profesor Asociado Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT). alcaran1@yahoo.com

Virginia Consuelo Rodríguez Rodríguez. Bacterióloga, MSc. Profesora Asistente Universidad de Córdoba, Instituto de Investigaciones Biológicas del Trópico (IIBT). consuelorr1@yahoo.com

Marcos Gonzalez - Tous. MVZ, MSc. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias. Montería, Colombia. Email: marcogonzalez tous@gmail.com

Eliana Ruiz Valencia. MVZ, Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias. Email: eliruiz10@yahoo.com

Luz Ángela Hoyos Garcia. MVZ, Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias. Email: luzangelahoyos@hotmail.com

Esperanza Prieto Manrique. Universidad de Sucre. Sincelejo, Colombia. Departamento de Zootecnia. Email: esperanzaprietom@yahoo.es

Cesar Betancur Hurtado. MVZ, MSc. Universidad de Córdoba, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Departamento de Ciencias Pecuarias. Montería, Colombia. Email: betanci@yahoo.com

Juan Fernando Vásquez Cano. Médico Veterinario. Candidato a MSc. en Ciencias Animales Grupo de Investigación Biogénesis, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia. Email: jufovaca@gmail.com

Martha Olivera A Médico Veterinario. Dr. SCi. Agr. Docente. Universidad de Antioquia. Email: syngamia@gmail.com

Lilia Mercedes Ladino Martínez. Licenciada Matemáticas y Física, Msc. Grupo de Investigación Física y Sociedad, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Email: lladino@unillanos.edu.co

Yolanda I. Fonseca Albarracín. Licenciada Física, Msc. Grupo de Investigación Física y Sociedad, Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad de los Llanos. Email: yoli167@gmail.com

Natalia Ocampo Peñuela. Eecóloga. Pontificia Universidad Javeriana. Email: ocamponata@gmail.com

María Yolanda Flórez, Economista Esp. Gerencia de Empresas. Profesora Universidad de los Llanos. Email: mayoflo@gmail.com

Alberto Castro Sandoval, Economista. Esp. Administración pública. Profesor Universidad de los Llanos. Email: alcastro29@gmail.com

Árbitros Orinoquia- Referees Orinoquia

Juan Climaco Hio, Agronomo, Msc.

Rodrigo Lora Silva, Ing. Quimico, Msc.

Ariel Marcel Tarazona, Zootecnista, Msc.

Carlos Andrés Giraldo Echeverri, MV, MSc.

José Edwin Mojica Rodríguez, MVZ, Msc.

Patricia Azevedo Castelo
Doutora em Ciência Animal Pesquisadora do LZNA/CCTA/UENF.

Carlos González Araujo, PhD.

Agustín Góngora Orjuela, MV, Msc, Dr. Sci.

Luz Helena Aponte, Enfermera, Msc.

Aureliano Hernández Vásquez, MVZ, PhD.

Claudia Jiménez Escobar, MV, Msc, PhD.

Doris Consuelo Pulido, Psicóloga, Msc.

Wilton Oracio Calderón Camacho, Filósofo, Msc, PhD (c).

Johana Murillo, Biologa, PhD (c).

Karl Adolf Ciuderis Aponte, MVZ.

Emilio Garcia Gutiérrez, Ing, Agrónomo, Msc.

Julio Hernando Urbina Avila, Economista, PhD.

Revista ORINOQUIA

Instrucción a los autores

La revista técnico científica ORINOQUIA publicará artículos originales, avances de investigación, comunicaciones científico-técnicas breves y reseña de publicaciones científicas. Los manuscritos serán aceptados sobre la base de su significación científica, se entiende que no han sido publicados, serán sometidos a evaluación por pares. Los artículos serán sometidos a revisión editorial.

Tipos de Contribución

Podrán presentarse para publicación en la Revista ORINOQUIA:

1. Artículos de investigación originales.
2. Artículos técnicos.
3. Artículos de revisión, sólo por solicitud expresa del Comité Editorial.
4. Comunicaciones cortas.
5. Cartas al Editor.

Estilo del Manuscrito

Título claro y conciso, preferiblemente que no exceda de 14 palabras; debe ir seguido de las iniciales del (los) nombre(s) y primer apellido completo del (los) autor(es) y el nombre de la institución donde se realizó el trabajo.

Pie de Página

Los artículos deben llevar un pie de página con la siguiente información acerca del (los) autor(es): Título, cargo, entidad y dirección.

Resumen

No debe exceder de 300 palabras y debe presentar brevemente el propósito del estudio y detalles importantes de los hallazgos y las principales conclusiones. Evitar frases redundantes, información generalmente conocida y las repeticiones. Debe adicionarse una versión del abstract en idioma inglés.

Introducción

Establecer brevemente la naturaleza y el propósito del trabajo y citar trabajos importantes recientes elaborados por otros autores.

Materiales y Métodos

Describir los materiales, métodos, aparatos, procedimiento experimental y métodos estadísticos en suficiente detalle para permitir a otros autores reproducir los resultados. Esta parte puede tener subtítulos.

Resultados

Los datos experimentales deben ser presentados breve y concisamente, evitar repetir información presentada en tablas y figuras.

Discusión

Enfocar hacia la interpretación de los hallazgos experimentales. No repetir literalmente los datos presentados en la introducción o información dada en los resultados. Una síntesis de la confrontación de los datos obtenidos con la literatura más reciente. Los apartes, resultados y discusión deben ser presentados separadamente.

Referencias

Citar únicamente las referencias utilizadas. Se debe examinar cuidadosamente el manuscrito, fijándose que la correcta escritura de los nombres de los autores y las fechas coincidan tanto en el texto como en la lista de referencias. En el texto se debe referir al apellido del autor (sin inicial del nombre) y el año de la publicación. Ejemplo: "Desde que Peterson (1966) demostró que ...", "Esto está de acuerdo con los resultados obtenidos más tarde (Kramer 1989)".

Para libros

Apellidos e iniciales de los nombres de los autores/ editores, año, título, editorial, sitio de la publicación, página(s). Ejemplo:

- Gaugh H.G. 1992. *Statiscal of regional yield triáis*. Elsevier, Amsterdam. 278 pp.

Para libros de varios autores

- Shigeno K. 1992. Shrimp culture industry in Japan. In: Fast W. and Lester L. J. (Editors), Marine Shrimp Culture; Principles and practices. Elsevier, Amsterdam, pp. 641 - 652.

Revista ORINOQUIA - Univeisidaó de los Llanos - Villavicencio. Meta. Colombia
Volumen II - If 2 - Año 2007

Tablas

Deben ser enviadas en hojas separadas; tener un encabezamiento conciso y ser numeradas secuencialmente con números arábigos.

Figuras (Fotos)

Deben ser de buena calidad, brillantes, el número de la figura, el nombre de la figura, el nombre del autor y en la parte superior de la figura se deben indicar suavemente con lápiz en el reverso. Se deben numerar secuencialmente con números arábigos. Enviar las descripciones en hojas separadas. Referir las figuras en el texto y su localización aproximada indicada en el margen. Se aceptan fotografías en formato electrónico, las cuales deben ser enviadas en archivo independiente del archivo de texto.

Abreviaciones y Símbolos

Expresadas las cantidades en sistema métrico. Aclarar las abreviaciones cuando se usen por primera vez en el texto.

Referencias

Si se hace referencia en el texto a una publicación escrita por más de dos autores se debe utilizar el apellido del primer autor seguido por "et al" o "y cois". Esta indicación, sin embargo, no debe ser usada nunca en la lista de referencias. En ésta, tanto el apellido o inicial del primer autor como de todos los coautores deben ser menciona-dos. Cuando se citan referencias en el texto deben ser ordenadas cronológicamente. La lista de

referencias debe ordenarse alfabéticamente por apellidos de autores y cronológicamente por autor. Si un autor es mencionado con coautores se debe utilizar el siguiente orden. Publicaciones únicas del autor, ordenar de acuerdo con las fechas de publicación. Publicaciones del autor con más de un coautor. Publicaciones del mismo autor en el mismo año se deben ordenar así: 1974 a. 1974 b., etc.

Ordenar las referencias, así. Para publicaciones periódicas:

a. Apellidos e inicial(es) de los nombres de todos los autores, separados por comas (punto), año. Título abreviado de la revista de acuerdo al index Medicus. Volumen, primera y última página. Ejemplo:
Sen Band Fleeger J.W. 1995. The modem techniques in agricultural sciences. Am J Vet Res. 34:150-65.

b. Para simposios editados, números especiales, presentados en una publicación periódica. Ejemplo:
Benzie JAH, Ballement E, and Frusher S. 1993. Genetic structure of Penacus monom in Australia; Concordant results from DNA in alozymes. In: Gall GAE and Chen H. (Editors), genetics in aquaculture IV. Proceedings of the Fourth International Symposium. 29 abril - 3 mayo 1991, Wuahn, China, Aquaculture, 111; 89-98.

Las contribuciones para la Revista Orinoquia deberán ser enviadas en medio impreso y en disquete de 3.5 en formato Word 95, 97, 98, 2000 a la siguiente dirección: Comité Editorial

REVISTA ORINOQUIA
Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana
Universidad de los Llanos
Km 12 vía a Apiay, Vereda Barcelona
Telefax 6698630
Villavicencio, Meta
E-mail: orinoquiacolombiana@hotmail.com

Revista ORINOQUIA

Author guidelines

The *Revista Orinoquia* is a technical scientific journal which is interested in publishing original articles, research advances, brief scientific-technical communications and summaries of scientific publications. Manuscripts will be accepted based on their scientific importance. It must be clearly understood that they have not already been published and that they will be submitted to peer-review. Articles will be submitted to editorial review.

Types of contribution

The following may be submitted for consideration for being published in the *Revista Orinoquia*:

- 1) original research articles,
 - 2) technical articles,
 - 3) review articles,
- but only at the express request of the Editorial Committee,
- 4) short communications and
 - 5) letters to the Editor.

Manuscript style

A clear and concise Title must be used, preferably not exceeding 14 words; this must be followed by the initials of all authors' Christian names, complete first surname and the name of the institution where the work was done.

Footnote

Articles must have a footnote containing the following information about the author(s): degrees held, position, entity and address.

Summary

This must not exceed 300 words and must briefly present the study's purpose and give important details regarding its findings and main conclusions. Redundant phrases, generally/widely known information and repetition must be avoided. A version of the summary written in English must also be provided.

Introduction

This should briefly establish the work's nature and purpose and cite recent important work carried out in the field by other authors.

Materials and Methods

This section should describe the materials, methods, apparatus used, experimental procedure and statistical methods in sufficient detail to allow other authors to reproduce the results. This part may have subtitles.

Results

The experimental data must be briefly and concisely presented, ensuring that information presented in the Tables and Figures is not repeated in the text.

Discussion

The Discussion should be focused on interpreting experimental findings. Do not repeat verbatim the data presented in the Introduction or information given in the Results; give a concise comparison of the data obtained with that given in the most recent literature. The parts, results and discussion must be presented separately.

References

Only cite those references used in the manuscript. It must be carefully examined, making sure that the correctly written authors' names and dates coincide in both the text and the list of references. References made in the text must contain the author's surname (without giving the initial for the Christian name) and the year of publication. Example: "since Peterson (1966) showed that ...", "This agreed with results obtained later on (Kramer 1989)."

For books: Authors/editors' surnames and Christian name initials, year, title, publisher, place where published, page(s). Example:

- Gaugh H.G. 1992. Statistical of regional yield trips. Elsevier, Amsterdam. 278 pp.
For books having several authors:
- Shigeno K. 1992. Shrimp culture industry in Japan. In: Fast W. and Lester L. J. (Editors), Marine Shrimp Culture; Principles and practices. Elsevier, Amsterdam, pp. 641-652.

Tables

These must be sent on separate sheets; they must be given a concise heading and be numbered sequentially using Arabic numbers.

Figures (photos)

These must be good quality, glossy; the number of the Figure, its name and the author's name must be given on the upper part of the reverse of the Figure written lightly in pencil. They must be numbered sequentially using Arabic numbers. The descriptions must be submitted on separate sheets. Refer to the Figures in the text, indicating their approximate location in the margin. Photographs can be accepted in electronic format; these must be sent in a separate file to that containing the text.

Abbreviations and symbols

Quantities should be expressed using the metric system. Abbreviations should be clarified when used in the text for the first time.

References

If a publication written by more than two authors is referred to in the text, then the first author's surname must be used, followed by *et al.* Such indication, however, must never be used in the list of references; here the surname or initial of the first author as well as all the co-authors must be mentioned. When references are cited in the text, they must be chronologically ordered. The reference list must be alphabetically ordered by authors' surnames and chronologically by author. The following order must be used if an author is mentioned as being a coauthor. The author's sole pub-

lications, ordered according to publication date. Author's publications having more than one co-author. The same author's publications in the same year must be ordered as follows: 1974 a. 1974 b., etc. Order references as follows. For periodic publications:

- a. All authors' surnames and initials (separated by full-stops). The year of publication. The journal's abbreviated title according to Index Medicus. The volume: first and last pages. Example:
Sen Band Fleeger J.W. 1995. The modern techniques in agricultural sciences. *Am J Vet Res.* 34:150-65.
- b. For edited symposia, special issues, presented in a periodic publication. Example:
Benzie JAH, Ballement E, and Frusher S. 1993. Genetic structure of *Penacus monom* in Australia; Concordant results from DNA in alozymes. In: Gall GAE and Chen H. (Editors), *Genetics in Aquaculture IV. Proceedings of the Fourth International Symposium. 29th April – 3rd May 1991, Wuahn, China, Aquaculture, 111; 89-98.*

Contributions for the *Revista Orinoquia* should be sent in printed form and on a 3.5 diskette in Word 95, 97, 98 or 2000 format to the following address:
Editorial Committee,

Revista Orinoquia,
Instituto de Investigaciones de la Orinoquia
Colombiana,



ORINOQUIA



Cupón de Suscripción

Nombres y apellidos: _____
 Títulos: _____
 Empresa: _____ Cargo: _____
 Dirección: _____ Apartado Aéreo: _____
 Teléfonos: _____ Ciudad: _____

Valor de la Suscripción

NÚMERO	PRECIO REVISTA	PRECIO VOLUMEN
Volumen 4	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 5	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 6	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 7		\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 8	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 9	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 10	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$14.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>
Volumen 11	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$2,5 <input type="checkbox"/>	\$7.000 <input type="checkbox"/> US\$5 <input type="checkbox"/>

CONSIGNACIÓN BANCO DE BOGOTÁ

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS CUENTA No. 364-10663-3
 EN FORMATO DE RECAUDO NACIONAL SUCURSAL LOS CENTAUROS

ENVIAR CUPÓN DILIGENCIADO Y PAGO DE SUSCRIPCIÓN
 UNILLANOS Sede Barcelona

Instituto de Investigaciones de la Orinoquia
 Localizada a 12 km del centro de Villavicencio vía a Puerto López
 Telefonos: 669 86 30 - 6698600 - 6698069- 6698489 - 6698823
 A.A. 110 Villavicencio, Meta. Colombia



ORINOQUIA

La revista Orinoquia pretende destacar los principales cambios técnico-científicos de la región de la Orinoquia, el papel de la Universidad de los Llanos en la formación de recurso humano y la potencialidad de los investigadores frente a los problemas de la región de cara al país.

Orinoquia es una Revista Científica del Instituto de Investigaciones de la Orinoquia Colombiana (IIOC), de la Universidad de los Llanos; dedicada a difundir los resultados de investigación y nuevos conocimientos, por medio de la publicación de artículos originales que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la región y en general de la Población colombiana.

