



ISSN-Revista en Línea: 2539-178X

REVISTA DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS-UNIAMAZONIA **FAGROPEC**

VOLUMEN 9 NÚMERO 2 JULIO - DICIEMBRE DE 2017

FAGROPEC, es una publicación de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia, con publicación semestral, abierta a la difusión y discusión de trabajos en el área de Medicina Veterinaria, Zootecnia, Ecología, Zoología y afines. Los manuscritos deben ser enviados al correo electrónico: rcagropecuarias@uniamazonia.edu.co y la correspondencia relacionada con asuntos editoriales a la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados y/o Facultad de Ciencias Agropecuarias Campus principal de la Universidad de la Amazonia, Calle 17 Diagonal 17 con Carrera 3F - Barrio Porvenir, Florencia (Caquetá), Colombia.

Editor General

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA, Ph.D.
Universidad de Nariño

Comité de Arbitraje

Pedro A. Vargas Pinto Ph.D.
Universidad de la Salle
Fausto Andrés Ortíz Morea Ph.D.
Universidad de la Amazonia
Juan Carlos Suarez Salazar Ph.D.
Universidad de la Amazonia
Yury Tatiana Granjas Salcedo Ph.D.
Universidad Estadual Paulista
Gloria Elena Estrada Cely Ph.D.
Universidad de la Amazonia
Jair Pérez Osorio Ph.D.
Universidad de la Salle
Marcelo Rafael del Campo Rojas Ph.D.
Universidad Santo Tomas de Chile
Hernan Eduardo Ocaña M. Ms.C
Universidad de la Amazonia
Cesar Augusto Serrano Novoa Ph.D.
Universidad de Santander
Luis Gabriel Gonzalez Herrera Ph.D.
Universidad Nacional sede Medellin

Comité de Editorial

Cesar Andrey Galindo Orozco Ph.D.
Universidad de la Salle
Francisco Alejandro Sánchez Ph.D.
Universidad de los Llanos
Hugo Mantilla-Meluk Ph.D.
Universidad del Quindío
Juan Fernando Naranjo Ph.D.
Universidad CES
Santiago Henao Ph.D.
Universidad CES

Equipo de Apoyo Editorial

Beatriz Elena Patiño Quiroz, M.Sc.
Universidad de la Amazonia
Alba Cristina Espinosa Núñez, M.Sc.
Universidad de la Amazonia
Andres Felipe Valencia Hernández, M.Sc.
Universidad de la Amazonia.

Traducción al Portugues

Nicolas Ernesto Baldrich Romero

Diagramación

Yeison Julián Penagos, Biólogo.

Portada: Logo conmemoración 20 años del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de la Amazonia.

Esta publicación es apoyada por la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de la Amazonia.

Prohibida la reproducción total o parcial de los artículos publicados con fines comerciales. Su utilización se puede realizar con carácter académico, siempre que se cite la fuente.

Nota: la responsabilidad de las ideas de los artículos corresponde a sus autores.

REVISTA FACULTAD
**CIENCIAS
AGROPECUARIAS
FAGROPEC**

rcagropecuarias@uniamazonia.edu.co
© Universidad de la Amazonia 2017. <http://www.udla.edu.co>



Campus Porvenir: Calle 17 Diagonal 17
con Carrera 3F - Barrio Porvenir

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
Nota del editor	50
<hr/>	
1. La agroforestería frente al cambio climático	51-56
<i>Jorge Fernando Navia Estrada</i>	
<hr/>	
2. Criopreservação de ovócitos e embriões bovinos	57-61
<i>Angelo José Burla Dias</i>	
<hr/>	
3. Ciclo reproductivo y dinámica folicular en ganado <i>bos indicus</i>.	62-68
<i>Andres Felipe Valencia Hernández, Diana Cristina Sanchez Arevalo, Nicolas Ernesto Baldrich Romero</i>	
<hr/>	
4. Análisis del modelo normativo de prevención sanitaria de influenza aviar en Colombia	69-75
<i>Beatriz Elena Patiño Quiroz, Nicolas Ernesto Baldrich- Romero y Sebastian Duque Patiño</i>	
<hr/>	
5. Tratamiento de fractura Salter-Harris tipo I de fémur de canino, mediante uso de placa de comprensión dinámica: Estudio de caso	76-81
<i>Alba Cristina Espinosa-Nuñez y María Alejandra Guzmán-Rios</i>	
<hr/>	
6. La calidad en la enseñanza de la medicina veterinaria en Colombia	82-83
<i>Cristina Elodia Bahamon Cabrera</i>	
<hr/>	
7. De la introducción a la extinción	84-85
<i>Un análisis desde el ejercicio de la veterinaria a la producción o inclusión de nuevas variedades o especies.</i> <i>Gloria Elena Estrada-Cely</i>	
<hr/>	
8. Reseña histórica del programa medicina veterinaria y zootecnia Universidad de la Amazonía, Florencia Caquetá	86-87
<i>Sandra Milena Lodoño Páez</i>	
<hr/>	
Proceso editorial e Instrucciones para Autores	88-91
<hr/>	



Nota del editor

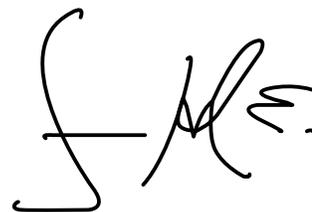
Para la Facultad de Ciencias Agropecuarias, de la Universidad de la Amazonía, es de suma importancia presentar en forma continua y decidida su número 2 del año 2017, de la revista FAGROPEC, debido al esfuerzo integral, a la constancia y perseverancia de todo su equipo editor y comité directivo, presentando artículos de alta calidad para tener alternativas de desarrollo, de toma de decisiones de la Amazonía, de reflexión y en otros idiomas, fortaleciendo así a la comunidad académica, científica, técnicos y productores que conlleve a la calidad de FAGROPEC.

Como editor, deseo expresar que el éxito de FAGROPEC, se basa en la calidad, de los artículos escritos por los autores con altas exigencias académicas, técnicas y políticas de este comité editorial, debido a la revisión de los manuscritos por expertos calificados en las áreas del conocimiento agrario, y por esto, agradecemos a los árbitros, por ser profesionales de alta cualificación, al generar una crítica constructiva para los logros en la presente edición.



Para todo el equipo editorial, es primordial presentar esta edición, Volumen 9 No. 2 de julio a diciembre de 2017, de la Revista FAGROPEC, donde se presenta una diversidad de artículos y de reflexión de las ciencias agropecuarias, iniciando en el como La Ciencia agroforestal interviene frente al cambio climático, de la Investigación en idioma portugués en la criopreservación de embriones de bovinos tecnología de alta fundamentación para la región; de ciclo reproductivo y dinámica folicular en Bos indicus; del análisis normativo de la influenza aviar en Colombia; del tratamiento de fracturas en caninos; y de reflexión sobre la reseña histórica del programa veterinaria en Colombia y cómo se desarrolló este programa en la

Universidad de La Amazonía; además de la introducción a la extinción para tener nuevas especies en la región y por último una revisión de experiencias de como los sistemas agroforestales mitigan el cambio climático; por lo tanto, está diversidad de artículos fortalecen el conocimiento y generan herramientas adecuadas para lograr estrategias de investigación e interacción social que aporten a la planificación y toma de decisiones integrales en la región Amazónica.



Ph.D. JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA
Editor General

LA AGROFORESTERÍA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

Agroforestería against climate change

Jorge Fernando Navia Estrada¹

Filiación Institucional

¹Ingeniero Agrónomo. Profesor Asociado. Ph.D.
Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de
Nariño, Pasto, Colombia

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de junio de 2017.
Aceptado 3 de noviembre de 2017.

Resumen

Desde la revolución industrial y debido a demandas cada vez mayores de energía y de lucro, cada año se incorporan altas concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, por lo cual se ha podido evidenciar el aumento de la temperatura de la tierra en casi 0,6 grados desde entonces, generando una variabilidad climática en los diversos territorios. El CO₂ es el más importante gas efecto invernadero que el hombre produce, ya que representa las mayores concentraciones de GEI en la atmósfera, además de que nos dirige a un inminente calentamiento global. El Dióxido de Carbono (CO₂) circula continuamente en la naturaleza como resultado de los procesos de fotosíntesis, respiración, combustión y descomposición de la materia orgánica. Otros gases radiativamente activos que existen naturalmente en la atmósfera son el Metano (CH₄), el Óxido Nitroso (N₂O) y los Clorofluoro-carbonados. Para reducir este impacto es necesario que los emisores principales disminuyan las sus emisiones de gases utilizando tecnologías limpias, además que fijen y almacenen más carbono en los ecosistemas forestales y agroforestales. Entonces los ecosistemas tropicales constituyen una fuente neta de carbono. Por ello ha surgido la necesidad de promover la conservación y el manejo de plantaciones y bosques naturales y por lo tanto, La ciencia Agroforestal (AGROFORESTERÍA), se convierte en una opción de desarrollo sostenible para Nariño, debido a que se ajustan a las condiciones físico - bióticas y sociales, contribuyendo a la mitigación de gas carbónico (CO₂), a la disminución de la degradación de los agroecosistemas y como beneficio indirecto en el mejoramiento de la calidad de vida de la población humana. Por lo anterior se hace necesario documentar y registrar la potencialidad que presta esta ciencia en la fijación de carbono, para dar paso a desarrollar un mercado donde se permita la comercialización de servicios ambientales y la opción de adoptar este servicio por parte de los productores.

Palabras claves:

Abstract

Since the industrial revolution and due to increasing demands for energy and profit, each year high concentrations of greenhouse gases (GHG) are incorporated into the atmosphere, which has made it possible to show the increase in the temperature of the earth in almost 0.6 degrees since then, generating a climate variability in the different territories. CO₂ is the most important greenhouse gas that man produces, since it represents the highest concentrations of GHG in the atmosphere, in addition to leading us to imminent global warming. Carbon dioxide (CO₂) circulates continuously in nature as a result of the processes of photosynthesis, respiration, combustion and decomposition of organic matter. Other radioactively active gases that naturally exist in the atmosphere are methane (CH₄), nitrous oxide (N₂O) and chlorofluorocarbons. To reduce this impact, it is necessary for the main emitters to reduce their emissions of gases using clean technologies, in addition to fixing and storing more carbon in forest and agroforestry ecosystems. Then tropical ecosystems constitute a net source of carbon. That is why the need to promote the conservation and management of plantations and natural forests has arisen and therefore, Agroforestry (AGROFORESTRY), becomes a sustainable development option for Nariño, because they adjust to the physical conditions - biotic and social, contributing to the mitigation of carbon dioxide (CO₂), to the reduction of the degradation of agroecosystems and as an indirect benefit in the improvement of the quality of life of the human population. Therefore, it is necessary to document and record the potential that this science offers in carbon fixation, in order to develop a market that allows the commercialization of environmental services and the option of adopting this service by producers

Key words:



Autor para Correspondencia*:
jornavia@yahoo.com

Como citar:

NAVIA-ESTRADA, Jorge F. 2017. La agroforestería frente al cambio climático. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 9(2). Pp. 5-10

Introducción

Desde la revolución industrial y debido a demandas cada vez mayores de energía y de lucro, cada año se incorporan altas concentraciones de gases efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, por lo cual se ha podido evidenciar el aumento de la temperatura de la tierra en casi 0,6 grados desde entonces (IPCC, 2001).

Según Brown (1996) y Ciesla (1996), el CO₂ es el más importante gas efecto invernadero que el hombre produce, ya que representa las mayores concentraciones de GEI en la atmósfera, además de que nos dirige a un inminente calentamiento global. El dióxido de carbono (CO₂) circula continuamente en la naturaleza como resultado de los procesos de fotosíntesis, respiración, combustión

y descomposición de la materia orgánica. Otros gases radiativamente activos que existen naturalmente en la atmósfera son el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los clorofluorocarbonados.

Para reducir este impacto es necesario que los emisores principales disminuyan sus emisiones de gases utilizando tecnologías limpias, además que fijen y almacenen más carbono en los ecosistemas forestales y agroforestales (Bermúdez, *et al.*, 2000 y Campos, *et al.*, 2001). Entonces los ecosistemas tropicales constituyen una fuente neta de carbono (Brown, 1996). Por ello ha surgido la necesidad de promover la conservación y el manejo de plantaciones y bosques naturales, pero también se ha hecho evidente que tradicionalmente, la explotación agropecuaria en los trópicos es descuidada y tiende a degradar los ecosistemas

(Gerwing *et al.*, 1996).

En los últimos años los investigadores han acentuado sus esfuerzos en la búsqueda de tecnología sostenibles que permitan recuperar y mantener el potencial productivo de las áreas degradadas y diversificar la gama de productos generados por el sistema de producción con el fin de permitir mayor competitividad. En este aspecto es donde se ha destacado la agroforestería como alternativa sostenible para los sistemas productivos del sector agropecuario. Los sistemas agroforestales (SAF), son formas de uso y manejo de los recursos naturales en las cuales especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en una secuencia temporal. Dentro de las ventajas de la agroforestería se pueden mencionar: Disminución de la degradación del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo con incremento en la materia orgánica y aporte de nitrógeno, control de condiciones medioambientales adversas (Vientos, excesiva temperatura, evaporación recurso hídrico, entre otros), sombra y alimento para animales y disponibilidad de productos comercializables.

Adicionalmente, la agroforestería por medio de los sistemas agroforestales ambientales reduce el impacto contaminante de la mayoría de las actividades económicas del mundo. Dentro del paradigma de la sostenibilidad, la práctica de la Agroforestería ha ganado espacio entre investigadores, planificadores, extensionistas y productores, además ha captado un profundo interés de organizaciones financieras de la investigación y desarrollo. También, su enfoque es multidisciplinario donde se debe involucrar la participación de campesinos o agricultores en la identificación, diseño y ejecución de las actividades de investigación.

Por lo anterior se hace necesario fomentar, documentar y registrar la potenciabilidad que presta esta ciencia agroforestal en la fijación de carbono y en todos los elementos del efecto GEI, para dar paso a desarrollar un mercado donde se permita la comercialización de servicios ambientales y la opción de adoptar este servicio por parte de los pequeños productores (Shroeder, 1994).

Marco teórico

Situación actual

En el departamento de Nariño, existen muchos problemas de tipo ambiental y productivo, principalmente en el trópico de altura (mayor a 2000 m s.n.m), que se considera como un área de reserva o parque natural por su condición de despensa hídrica de los sistemas de producción, históricamente ha sido intervenido por las comunidades que desarrollan una agricultura en torno a especies agrícolas de importancia económica como trigo, papa, cebada, avena, haba, hortalizas (zanahoria, cebolla de rama, repollo), frutales (tomate de árbol, lulo) y ganadería de leche.

Un elemento relevante en la región andina colombiana es su alta concentración de minifundio. El 88% de los predios del área rural son de minifundio y el 70% de ellos presentan tamaños menores de tres hectáreas. La estructura de tenencia rural muestra la predominancia de propiedad particular, categoría que representa el 90% del total de las formas de tenencia.

El 70% de la producción agropecuaria de la zona andina de Nariño, está restringida en un semestre por año, por la escasez de fuentes de agua, debido a la deforestación de la zona de reserva, la vinculación de áreas de paramos y bosques a la producción y al deterioro de los suelos. En Nariño, el 35% de los suelos ha perdido totalmente la capa arable en un proceso de erosión acelerada y el 65% restante sufre deterioro físico y químico, que no permite alcanzar niveles altos de productividad, al menos que se utilicen altas dosis de insumos, que incrementan hasta en un 50% los costos de producción, por lo tanto sus cultivos son de baja rentabilidad y no competitivos en el mercado nacional e internacional.

Por lo tanto es fundamental analizar la importancia de la Agroforestería frente a la variabilidad y cambio climático y por esto su conceptualización y sus ventajas.

Porque la agroforestería

El cultivo de los árboles y plantas agrícolas en íntima combinación, es una práctica ancestral que los agricultores han utilizado a través de la historia del mundo. En América tropical es común la práctica de la agricultura migratoria (tumba, roza y quema) y de los huertos caseros. Lo anterior son algunos ejemplos que ahora se conocen como Agroforestería, los árboles fueron una parte integral de estos sistemas agrícolas y el objetivo de esta práctica no fue la producción de madera, si no la producción de alimentos.

En 1860, en Birmania se estableció una plantación de Teca (*Tectona grandis*; L.), utilizando un método llamado Taungya, que significa agricultura en laderas. La filosofía del sistema Taungya fue establecer plantaciones forestales en donde no era posible emplear la tierra para uso agrícola y en pago a esta labor, se le permitía a los productores, cultivar la tierra entre las líneas de plantación para producir cultivos alimenticios.

Para 1970, muchas actividades realizadas en el pasado contribuyeron a la aceptación general de la Agroforestería como un sistema de uso de la tierra y se basaron en la revisión de:

- La redefinición de las políticas de desarrollo por el Banco Mundial.
- La reexaminación de las políticas forestales por la FAO.
- Intereses científicos en los sistemas agrícolas de naturaleza mixta.
- El deterioro de la situación alimentaria en muchos países en vías de desarrollo.
- La alarmante y acelerada deforestación y degradación ecológica de los ecosistemas tropicales.
- La crisis energética de los años 70 y su consecuencia en el precio y carestía de los fertilizantes.

En 1975, el Centro Internacional de Investigaciones del Canadá, comisionó a John Benepara un estudio sobre:

- Identificación de vacíos la investigación forestal a nivel mundial.
- Evaluación de la interdependencia forestal y agrícola, en los países tropicales.
- Formulación de programas de investigación forestal, con resultados rentables de impacto social y económico en los

países en vías de desarrollo.

- Preparación de un plan de acción para obtener apoyo económico internacional.

Bene y su equipo, analizaron la situación y llegaron a la conclusión que la primera prioridad debería ser dada para sistemas de producción combinados los cuales podrían integrar la forestería, la agricultura y/o ganadería con el objetivo de optimizar el uso de las tierras tropicales. Para 1977 el equipo de trabajo recomendó que se creara un Consejo internacionalmente financiado para la investigación en Agroforestería.

En ese mismo año (1977) se creó el ICRAF (Consejo Internacional para la Investigación en Agroforestería), posteriormente Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería, y actualmente Centro Mundial de Agroforestería (World Agroforestry Centre) con su sede central en Nairobi, Kenya y delegaciones en Asia y América Tropical. Esta institución ha jugado el papel de líder en coleccionar información, conducir investigaciones, diseminar sus resultados, ser pionero de nuevos enfoques y sistemas, y sobre todo a aclarar las dudas que aún tienen muchos escépticos sobre la Agroforestería.

Por otra parte, en América Tropical hay que reconocer el papel del Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE), con sede en Turrialba, Costa Rica en la investigación y desarrollo de la Agroforestería en América Latina.

Definiciones de agroforestería

La primera definición de Agroforestería, fue expresada por Bene y colaboradores en 1977, “Agroforestería se define como un sistema sostenible de manejo de tierras que aumenta la producción total, combinando simultáneamente o secuencialmente cultivos agrícolas, cultivos de árboles, plantas forestales y/o animales, y aplicando prácticas de manejo que sean compatibles con los patrones culturales de la población local”

Combe y Budowski (1979, 1993) y Combe (1982), señalan el siguiente concepto: “Agroforestería es el conjunto de técnicas de manejo de tierras, que implican la combinación de árboles forestales, ya sea con ganadería o con cultivos y la combinación puede ser escalonada en el tiempo o en el espacio, con el objeto de optimizar la producción por unidad de superficie, respetando el principio de rendimiento sostenido”

Para 1982, el ICRAF la define como: Agroforestería es un sistema de uso de la tierra en el que se combinan deliberadamente, de manera consecutiva y simultánea, en la misma unidad de aprovechamiento de tierra, especies arbóreas perennes con cultivos agrícolas anuales y o animales, a fin de obtener una mayor producción”

Para Nair (1985): “Agroforestería es el nombre colectivo que se da a sistemas de uso de la tierra en los que leñosas perennes (árboles, arbustos, etc) crecen en asociación con plantas herbáceas (cultivos, pastos) y/o animales en un arreglo espacial, en rotación o ambos, y en los cuales hay interacciones, tanto ecológicas como económicas, entre el componente arbóreo y no arbóreo del sistema”.

Así mismo, Young (1989) expresa: “La Agroforestería representa un enfoque en el uso integral de la tierra, que involucra una mezcla o retención deliberada de árboles y otras leñosas perennes en el campo de la producción agropecuaria, que la misma se beneficie de las interacciones ecológicas y económicas resultantes”.

Por último Somarriba, (1990), Plantea “Agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: 1. Existen al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2. Al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y 3. Al menos uno de los componentes es manejado con fines agrícolas (incluyendo pastos).

Por lo tanto, en estas definiciones, el componente arbóreo (ó especies leñosas) a utilizar en la Agroforestería, así como su número de distribución espacial y temporal está supeditada a tres aspectos: papel funcional del componente arbóreo en el subsistema agrícola, lugar en el paisaje general y momento en el ciclo del subsistema agrícola (Mueschler *et al*, 1997).

En la Agroforestería, se plantean Sistemas Agroforestales (SAF), donde el concepto de sistemas, resulta útil en el estudio y la puesta en práctica de sistemas agroforestales, pues la presencia del componente arbóreo introduce nuevas interacciones y una dinámica diferente al sistema de manejo por parte de los productores, por lo tanto es importante enfatizar en la definición y los términos mencionados.

Un sistema es un todo, o una estructura organizada de varios componentes relacionados, que derivan productos para satisfacer las necesidades del hombre. Cuando uno de los componentes se altera puede influir sobre el sistema total. El sistema es dinámico: las condiciones de los componentes y sus interacciones cambian a través del tiempo. Por ejemplo, si durante algún tiempo las pasturas no producen suficiente alimento, el agricultor debe buscar otros medios para mantener a su ganado y los animales pueden aprovechar parte del follaje de un cerco vivo para complementar su alimentación (Hart, 1985).

El límite define el borde del sistema, el cual presupone la interacción entre los componentes, nivel de control sobre entradas y salidas (Hart, 1985). Este límite puede definirse por el tamaño de la escala para el diseño y diagnóstico de los sistemas agroforestales propuestos. De acuerdo a los límites pueden ser MICRO, cuando las unidades de manejo son domésticas (unidades campesinas, pequeños rebaños); MESO, cuando son comunidades locales o ecosistemas y MACRO, cuando es una región o un país.

Los componentes de los sistemas agroforestales, son los árboles, los cultivos agrícolas y/o animales, y las variables socioeconómicas (Hart 1985). La interacción de estos componentes expresados en términos de energía y materia produce, bienes y servicios buscando imitar la arquitectura de la biomasa boscosa, con efectos en el microclima y el suelo dando la estructura al sistema (Navia *et al*, 2000; Geilfus, 1994, Voll y 2).

Por qué existe interés en La Agroforestería?

Los sistemas tradicionales de uso de la tierra en los trópicos han

enfaticado más en la reducción de los riesgos de las cosechas que en el logro de una producción óptima. En consecuencia, los sistemas de cultivo y la cría de animales, especialmente en áreas poco fértiles o propensas a la erosión, incluyen asociaciones de varias especies, cultivos intercalados y esquemas de rotación complejos. Muchos de esos sistemas no son suficientemente productivos como para satisfacer las necesidades crecientes de la población; por esto, cada vez se hace más necesario desarrollarlos y mejorarlos, es decir, incorporar el uso de tecnologías apropiadas para hacerlos más productivos.

La disminución de la capacidad productiva de la tierra se debe en gran parte a la deforestación y al uso inapropiado de los recursos; esos problemas surgen en parte, del aumento de la demanda por el uso de la tierra. El aumento demográfico, las presiones económicas para intensificar la producción agrícola con el propósito de obtener ganancias inmediatas y en consecuencia el manejo inadecuado de los recursos, motivan una mayor demanda por el uso de los mismos. El incremento de los precios de ciertos productos agropecuarios en el mercado internacional, como por ejemplo la carne, estimulan la apertura de nuevas fronteras, a menudo no aptas, para la producción de estos bienes (Pla, 1994).

Es difícil estimar la velocidad con que se está efectuando la tala de bosques en las regiones tropicales, ya que los datos sobre la extensión y condiciones de los bosques tropicales se hallan bastante dispersos y a menudo son imprecisos. Más de la mitad de los bosques tropicales del mundo se encuentran en América Latina; y la tasa de deforestación en la región es muy alta; cada año se pierde aproximadamente un 1,3% de los bosques, en comparación con un 0,9% en Asia y un 0,6% en África. Por ejemplo en Colombia en la década de los 90 la tala era el 1,7% anual (890.000 has/año); a finales de los 90 y en este siglo XXI se ha disminuido a 500.000 has/año (WorldResourcesInstitute, 1992, citado por Navia, 2000).

La deforestación en nuestro país, ha causado la eliminación de especies de árboles y otras plantas valiosas desde el punto de vista medicinal; también malogrado recursos genéticos, pues son eliminadas especies o variedades que pueden resultar importantes para el mejoramiento de especies existentes. Así mismo, un tasa elevada de deforestación ocasiona escasez de leña en zonas donde ésta es la principal fuente de energía para la población. También causa pérdida de la capacidad de retención de agua, disminución de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas y la degradación de cuencas, reservorios, ríos y estuarios, debido al aumento de la cantidad de sedimentos y turbidez de las aguas, entre otros factores (Navia, *et al*, 1999).

Además, cuando es eliminada la cubierta del bosque, los suelos se encuentran más expuestos a los efectos de las lluvias, el sol y los vientos; a ello se suma el impacto de las prácticas relacionadas con el uso de los suelos para la agricultura o la ganadería. Todos estos factores hacen que los suelos sean más propensos a la erosión.

Se han propuesto los sistemas agroforestales, como una alternativa adecuada para aumentar y mantener la producción a largo plazo de acuerdo al estado de los terrenos, porque estos pueden contribuir a solucionar problemas de uso de los recursos naturales debido a las funciones biológicas y socioeconómicas

(productos de madera, leña, frutas, forraje y postes), que pueden cumplir. Desde el punto de vista biológico, la presencia de árboles favorecen los sistemas de producción en aspectos tales como el mantenimiento del ciclaje de nutrientes y el aumento en la diversidad de especies.

El ciclaje de nutrientes entre la vegetación y el suelo contribuye a mantener la productividad; al aumentar el número de especies pueden coexistir plantas de diversos requerimientos nutricionales; o especies que exploran diferentes estratos del suelo (especialmente en zonas secas), lo que permite un mayor uso de los recursos disponibles. Además, debido a la estructura vertical proporcionada por los árboles y otras especies leñosas, pueden convivir plantas con diferentes requerimientos de luz; así mismo, los árboles protegen al suelo de los efectos del sol, el viento y las fuertes lluvias que caracterizan a las zonas tropicales húmedas (Krismanurthy y Avila, 1999).

Beneficios y desventajas de la agroforestería

El beneficio general de la Agroforestería, es aumentar o mantener la productividad vegetal y animal, a través del Ciclaje de nutrientes, de una mayor fotosíntesis o materia seca por unidad de área y con esto asegurar la sostenibilidad a través de la intensificación apropiada en el uso de la tierra y combinar lo mejor de la experiencia tradicional con los conocimientos modernos (Current, 1997; CATIE, 1993)

Beneficios biológicos y físicos

- Se logra mejor utilización del espacio vertical y del período de cultivo y se imitan patrones ecológicos naturales en cuanto a forma y estructura y se capta mejor la energía solar.
- Se regresa mayor biomasa al sistema (materia orgánica), lo cual es de mejor calidad, presentando, una recirculación más eficiente de nutrientes, incluyendo su ascenso desde las capas más profundas del suelo.
- Es muy apropiado para zonas marginales ya que es probable que tenga mayor resistencia a la variabilidad de la precipitación y puede practicarse en pendientes más pronunciadas.
- Disminuye los efectos perjudiciales del sol, el viento y la lluvia sobre los suelos.
- Minimizan la escorrentía del agua y la pérdida de suelo.
- Los árboles leguminosos (y algunos de otras familias) fijan e incorporan nitrógeno y este aporte minimiza el gasto en fertilizantes.
- Los animales consumen la cobertura herbácea que puede competir con los árboles, dificultar el manejo e incrementar el riesgo de incendios en plantaciones forestales. En silvopasturas con árboles frutales o palmas, el pastoreo facilita la cosecha de los frutos.
- En el caso de silvopasturas, hasta el 70% de la biomasa producida por los cultivos asociados y el forraje de algunas especies de AFN (árboles fijadores de Nitrógeno) se complementan en su contenido de nutrientes (energía, proteína, vitaminas y minerales) y pueden ser utilizados en la alimentación animal, sin crear competencia por los productos de consumo humano.
- Se mejora la estructura del suelo (más agregados estables) y se evita la formación de capas duras.

- La diversidad de especies evita la proliferación de insectos y puede haber influencias benéficas debido a mutualismos.
- Se favorece la fauna silvestre, la que, en algunos casos puede ser una apropiada fuente de proteína.
- Desde el punto de vista de los suelos agrícolas son capaces de sumir alrededor de 10% de las emisiones de CO₂. Estos suelos se distinguen de uno agroforestal por sus periodos y volúmenes de carbono ciclados, que en el último varían entre 10 a 50 tn/ha; de acuerdo a los sistemas agroforestales que se investiguen los linderos y cercos vivos los cuales aportarían 3 a 25 tn/ha, los sistemas Taungya y huertos caseros hasta 50 tn/ha. Hay quienes sugieren un volumen medio de carbono secuestrado por los sistemas SAF, igual a 95 tn/ha.

Beneficios económicos y sociales

- El agricultor (especialmente el de escasos recursos) se autoabastece de leña, postes, madera, flores para miel, productos medicinales, etc.
- Los árboles constituyen un “capital en pie”, un seguro para emergencias; cuando se necesita dinero rápidamente.
- Se evita dependencia de un sólo cultivo y se reducen los problemas asociados con lluvias irregulares, fluctuaciones de precios, dependencia de productos importados (plaguicidas, fertilizantes) y aparición de plagas.

Puede proveer beneficios socioeconómicos y culturales, entre los cuales puede mencionarse la disminución de los riesgos económicos para el agricultor al lograr diversificar la producción; el empleo de mano de obra familiar, con una mejor integración de los miembros de la familia al proceso productivo y el mantenimiento de costumbres o prácticas de uso de la tierra, de fuerte arraigo cultural, lo cual puede considerarse en una mejora de la calidad de vida.

Desventajas generales de la agroforestería

Competencia por los nutrientes: Los árboles extraen muchos nutrientes del suelo, un árbol con raíces superficiales compite mucho más con los cultivos asociados, que un árbol con raíces pivotantes (profundas). Para que el balance de nutrientes sea adecuado para los cultivos asociados hay que seleccionar especies y distancias de siembra de las plantaciones adecuadas y practicar podas para incorporar los nutrientes de los árboles al suelo.

Competencia por agua: Por su tamaño, el árbol es gran consumidor de agua. En este caso también hay que saber seleccionar las especies y distancias de siembra de las plantaciones; a veces se practican podas en la estación seca para limitar su consumo de agua.

Efectos alelopáticos: Algunas especies de árboles, producen sustancias que impiden el crecimiento de muchas otras plantas, lo que se conoce como efecto alelopático.

Hay desconocimiento de las **potencialidades** de los sistemas agroforestales entre los responsables de toma de decisiones y esto resulta en escasez y falta de fondos para programas de investigación y extensión

La recuperación económica toma más tiempo (plazo más largo) para personas de pocos recursos económicos (debido al intervalo de tiempo necesario para el cultivo de árboles).

Conclusiones

A nivel local, la ciencia Agroforestal, por estar en el nicho ideal debido a su complejidad y territorio, es fundamental para beneficiarse de sus investigaciones, tanto, por las comunidades que lo habitan, la tenencia de la tierra en minifundio o la necesidad de recuperar un manejo racional de los recursos naturales y su sustentabilidad.

Para la ciencia Agroforestal, es necesario un cambio de visión de nuestro enfoque tradicional por el enfoque sistémico. La investigación en Agroforestería, es dinámica y no convencional, donde debe cambiarse para integrar a los productores.

Las soluciones en la ciencia agroforestal, considera las condiciones de aplicabilidad de los modelos planteados.

Las investigaciones en Agroforestería, tienen en cuenta los objetivos planteados por los agricultores.

La Ciencia Agroforestal, por ser de complejidad presenta el enfoque sistémico, lo cual exige cambios de mentalidad por parte de los diferentes actores en la investigación y extensión.

Literatura citada

- Brown, S. (1997). Estimating biomass and biomass change of tropical forests. AO, Montes 134. Roma. 55 p.
- Budowsky, G. (1993). Agroforestería: Una disciplina basada en el conocimiento tradicional. Revista Forestal Centroamericana, 14-18.
- Catie. (1993). Curso Internacional “Desarrollo de Sistemas Agroforestales”. Documento JICA. Turrialba, CR. 210 p.
- Ciesla, W. M. (1996). Cambio Climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Estudios FAO Montes 126. Roma. 147. pp. 1-84.
- Current, D. (1997). ¿Los sistemas agroforestales generan beneficios para las comunidades rurales? Resultados de una investigación en América Central y el Caribe. Agroforestería en las Américas, 4 (16), 8–14.
- GeilfuS, F. (1994). El Árbol al servicio del agricultor: Manual de Agroforestería para el desarrollo rural. ENDA – CARIBE – CATIE. Turrialba. C.R. vol 2. 657 p.
- Hart, R. (1985). Agroecosistemas: Conceptos básicos. CATIE, Turrialba, CR. 160 p.
- IPCC. (2000). Intergovernmental Panel on Climate Change. 2000. IPCC Special Report: Land Use, Land Use Change and Forestry.

- Krismanurthy, L., y AVILA, M. (1999). Agroforestería Básica. United Nations Environment Programme. Oficina Regional para América Latina y el Caribe, Red de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental. 340 p.
- Mueschler, R. y Bonnemann, A. (1997). Potentials and limitations of agroforestry for changing land-use in the tropics: experiences from Centrl America. *Forest Ecology and Management* 91, 61 –73.
- Nair, P.K.R. (1985). Classification of Agronomy Systems. Working Paper No. 28 Nairobi, Kenia. ICRAF. 52 p.
- Navia E., J.; Davila; G. y Caicedo, A. (2000). Opciones tecnológicas para el manejo sostenible de los suelos de Bolívar y Mercaderes en el departamento del Cauca. *Revista de Ciencias Agrícolas – Universidad de Nariño*. XVII (2), 136-145.
- NAVIA E; J. F. (2000). Agroforestería: Una opción tecnológica para el desarrollo sostenible del recurso suelo y agua. *Revista de Ciencias Agrícolas – Universidad de Nariño*. XVII (2), 213-218.
- Navia E., J.F., Baez, F., Bolaños, M.A., González, G., López, C.M., Patiño, R., Rodríguez, P., y Narvaez, H. (1.999). Manejo de suelos de ladera para el corregimiento de La Victoria. *Cartilla ilustrada No. 7*. San Juan de Pasto, marzo de 1999. 24 p.
- Pla S., I. (1994). La materia orgánica y la degradación y erosión de suelos en el trópico. En *Memorias del VII Congreso Colombiano de la Ciencia y el Suelo, El componente biorgánico del suelo*. pp 38-47.
- Somarriba, E. (1990). *Qué es Agroforestería*. El Chasqui, CATIE, Turrialba, C.R. 24. pp. 5-13.
- Velez, G. y Moreno, F. (1993). Principios de agrosilvicultura. *Crónica forestal y del medio ambiente*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Postgrado en silvicultura y manejo de bosques. Julio, No.8, 43-57.

CRIOPRESERVAÇÃO DE OVÓCITOS E EMBRIÕES BOVINOS

Criopreservation of bovine oocytes and embryos

Angelo José Burla Dias¹

Filiación Institucional

¹Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Viçosa, Mestrado em Produção Animal pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Doutorado em Biociências e Biotecnologia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Professor Associado da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Tem experiência na área de Medicina Veterinária, com ênfase em Reprodução Animal.

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.



Autor para Correspondencia*:

angeloburlaenf@gmail.com

Como citar:

BURLA-DIAS, Angelo J. 2017. Criopreservação de ovócitos e embriões bovinos. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 9(2). Pp. 11-15

Resumo

A criopreservação é uma técnica avançada que envolve estruturas de congelamento a temperaturas muito baixas (-196) para o propósito de preservação por muitos anos, as células ou tecidos. O princípio básico e simples do processo é a remoção de água das células antes da congelamento-los a fim de evitar a formação de cristais. Os agentes crioprotectores podem ser classificados em penetrante (glicerol, DMSO, etileno-glicol e 1,2 propanodiol) e não penetrante (sacarose, trealose e rafinose, polímeros, proteínas e lipoproteínas). Neste texto se descrevem técnicas para a criopreservação de oócitos e embriões a partir das características e fatores que afetam cada um dos métodos.

Palabras clave:

Abstract

Cryopreservation is an advanced technique that involve freezing structures at very low temperatures (-196) whith the purpose of preserving cells or tissues for many years. The basic and simple principle of the process is to remove water from the cells before freezing them in order to prevent the formation of crystals. The cryoprotectants agents may be classified as penetrant (glycerol, DMSO, ethylene glycol and 1,2 propanediol) and non-penetrating (sucrose, trehalose and raffinose, polymers, proteins and lipoproteins). This text describes techniques for the cryopreservation of oocytes and embryos from the characteristics and factors that affect each of the methods.

Key words:

Introdução

Desde o nascimento do primeiro bezerro por transferência de embrião congelado (WILMUT e ROWSON, 1973), as técnicas de criopreservação têm sido continuamente aprimoradas, sendo hoje um dos principais componentes das modernas tecnologias reprodutivas. Exemplo disso é a grande quantidade de embriões bovinos congelados anualmente. Das 549.279 transferências de embriões produzidos *in vivo* no mundo em 2004, 222.301 (40%) foram de embriões congelados (VIANA, 2005).

O armazenamento de ovócitos e embriões por longos períodos simplifica a movimentação de material genético, permite a preservação de estoques genéticos raros e superiores, facilita o manejo das transferências, além de ter várias possibilidades de aplicação na espécie humana.

Mas apesar da criopreservação ser amplamente utilizada para sêmen e embriões produzidos *in vivo*, ainda persiste a necessidade de desenvolvimento de protocolos mais eficazes, principalmente para embriões zebuínos. Devido a diferenças morfológicas e bioquímicas esses embriões apresentam maior sensibilidade ao congelamento que os embriões taurinos. Possivelmente as menores taxas de prenhez obtidas com embriões zebuínos congelados sejam devido a falta de um protocolo específico para esses embriões.

Em contrapartida o sucesso na criopreservação de ovócitos e embriões produzidos *in vitro* tem sido muito difícil de ser atingido. Atualmente há um interesse crescente para entender os aspectos criobiológicos fundamentais responsáveis pelas baixas taxas de sobrevivência desses gametas e embriões, visando o desenvolvimento de protocolos mais eficientes.

Este trabalho irá revisar as técnicas atuais para criopreservação de ovócitos e embriões, abordando as peculiaridades dos métodos mais utilizados, assim como os fatores que afetam a eficácia da criopreservação dessas estruturas.

Métodos de criopreservação

Os princípios da criopreservação são similares para todas as células vivas e a maioria deles origina-se de leis da natureza, como as leis da termodinâmica. Provavelmente, o princípio mais simples e importante da criopreservação é a necessidade de remover a maior parte da água das células antes que elas congelem (SEIDEL, 1988). No entanto para permitir que as células resistam a essa desidratação e ao frio, é necessário a utilização de soluções crioprotetoras. Os mecanismos de ação dos crioprotetores ainda são muito pouco entendidos e provavelmente variam com o crioprotetor utilizado.

Os crioprotetores podem ser divididos em penetrantes e não penetrantes. Exemplos de crioprotetores penetrantes incluem o

glicerol, DMSO, etilenoglicol e 1,2 propanediol. Todos eles são moléculas relativamente pequenas. Os não penetrantes incluem grandes açúcares como sucrose, trealose e rafinose, polímeros (PVP), proteínas e lipoproteínas. Frequentemente, gema de ovo, leite e soro sanguíneo são usados como crioprotetores por conterem essas moléculas (SEIDEL, 1988; RODRIGUES, 1992).

A sobrevivência dos embriões ao congelamento é influenciada pela taxa de adição do crioprotetor, duração da exposição antes do congelamento (WHITTINGHAM, 1980), velocidade de resfriamento (MAZUR, 1977), procedimento de descongelamento (SEIDEL, 1988), remoção do crioprotetor (RENARD *et al.*, 1982) e do grau de permeabilidade do embrião ao crioprotetor utilizado, o que é dependente do coeficiente de permeabilidade do embrião para o respectivo agente, o gradiente entre as concentrações intra e extracelular do crioprotetor, de temperatura e da área de superfície (WHITTINGHAM, 1980; SCHNEIDER e MAZUR, 1984; NIEMANN, 1991). Além disso, gametas e embriões de cada espécie e estágio de desenvolvimento embrionário apresentam suas próprias características de permeabilidade (WHITTINGHAM, 1980; NIEMANN, 1991, TAKAGI *et al.*, 1994, DOBRINSKY, 1996). Até o momento não existe um método de criopreservação eficiente e capaz de ser aplicado a todas as espécies (VAJTA *et al.* 2000), sendo necessária a adaptação do método de acordo com o tipo de estrutura e espécie de interesse.

No campo da reprodução animal, os métodos de criopreservação mais frequentemente utilizados são o congelamento convencional por cristalização e a vitrificação. A cristalização tem sido o método de escolha para sêmen e embriões produzidos *in vivo*. Esse método consiste no resfriamento lento das soluções (0,3 a 0,6 °C/min), as quais possuem baixas concentrações de crioprotetores penetrantes (1 a 2 M) (EROGLU *et al.*, 2002).

Diferentemente, a vitrificação requer altas taxas de resfriamento (15000-20000 °C/min) e elevadas concentrações (6-8M) de crioprotetores penetrantes (SHAW, 2000). A vitrificação consiste na transição de soluções aquosas do estado líquido para o estado vítreo (amorfo), ou seja, um estado com propriedades mecânicas de um sólido semelhante a um vidro, estado no qual não se formam cristais de gelo (CROWE e CROWE, 2000). Seus benefícios estão relacionados à redução de gastos, uma vez que dispensa equipamentos caros e sofisticados, agilidade no processo e simplificação de procedimentos, se comparados ao congelamento por cristalização, porém as altas concentrações de crioprotetores utilizadas elevam muito o potencial tóxico das soluções crioprotetoras (KULESHOVA *et al.*, 2002).

Atualmente, a vitrificação tem sido o método de escolha para criopreservação de ovócitos e embriões produzidos *in vitro*, principalmente após a introdução das OPS (palheta aberta estirada) como recipiente para envase dos ovócitos e embriões. Esse método permite reduzir o volume da solução de vitrificação (1,0µl), aumentar a velocidade de resfriamento para aproximadamente 20.000 C/ min, e assim reduzir a concentração de crioprotetores nas soluções de vitrificação, conseqüentemente, promovendo maiores taxas de viabilidade dos ovócitos após a desvitrificação (VAJTA *et al.*, 1998).

Criopreservação de ovócitos

A criopreservação com estocagem de materiais biológicos a temperaturas muito baixas (ex: nitrogênio líquido a -196°C) é desejável por razões biológicas e comerciais, uma vez que pode reduzir os custos, riscos genéticos e transmissão de doenças que estão normalmente associados com a manutenção de animais vivos e linhagens celulares.

No entanto alterações de membranas celulares, cromossomos, DNA, citoesqueleto, função enzimática, ultraestrutura e zona pelúcida podem ocorrer quando as células são colocadas em temperaturas abaixo da temperatura corporal (SHAW *et al.*, 2000). Esses danos podem acontecer em qualquer segmento do processo de criopreservação.

Ao contrário dos espermatozoides e embriões, que são rotineiramente criopreservados com sucesso, ovócitos têm se mostrado extremamente sensíveis a baixas temperaturas (MEN *et al.*, 2002). O grande tamanho celular, sensibilidade do fuso meiótico e da zona pelúcida ao resfriamento, sua suscetibilidade para ativação partenogênica e danos pelo resfriamento, são fatores que afetam o congelamento e descongelamento do gameta feminino (NOWSHARI *et al.*, 1994, Shaw *et al.*, 2000).

O estágio de maturação ovocitária é um fator de grande impacto sobre os resultados da criopreservação dessas células (MEN *et al.*, 2002). Tentativas de vitrificar ovócitos bovinos imaturos não têm sido bem sucedidas. Ovócitos bovinos imaturos congelados em 1,8 M de etilenoglicol apresentaram taxa de fertilização *in vitro* significativamente menor que ovócitos maturados (OTOI *et al.*, 1995). Resultados semelhantes foram obtidos por IM *et al.* (1997), congelando ovócitos bovinos com propilenoglicol ou DMSO.

Destruição das junções comunicantes entre as células do *cumulus* e o ovócito normalmente ocorrem quando os ovócitos são criopreservados no estágio de vesícula germinativa, sendo essa alteração uma das principais causas da baixa taxa de sobrevivência ovocitária a criopreservação. Recentemente VIEIRA *et al.* (2002) vitrificaram ovócitos bovinos imaturos em OPS (VAJTA *et al.*, 1997) e obtiveram 6% de formação de blastocistos, além de descreverem o nascimento de bezerros saudáveis obtidos de blastocistos derivados de ovócitos imaturos vitrificados.

Diferentemente, ovócitos maturados podem sofrer danos durante o processo de criopreservação pela despolimerização de microtúbulos, o que interfere na organização do fuso meiótico, causando aumento na incidência de aneuploidia. Mudanças irreversíveis no fuso podem ocorrer já em temperaturas de 7°C abaixo da temperatura corporal (EROGLU *et al.*, 1998). Esses ovócitos também são susceptíveis a liberação prematura dos grânulos corticais, o que tem sido relacionado a menores taxas de fertilização (HOCHI *et al.*, 1998). MEN *et al.* (2002) obtiveram maior taxa de produção de blastocistos vitrificando ovócitos maturados, que aqueles em estágio de vesícula germinativa (8,37 e 1,06 %, respectivamente), utilizando a metodologia de OPS. Da mesma forma, diversas equipes têm apresentado resultados semelhantes de formação de blastocistos a partir de ovócitos maturados (MARTINO *et al.*, 1996; VAJTA *et al.*, 1997; HOCHI

et al., 1998; VIEIRA *et al.*, 2002).

Outro importante fator que pode influenciar a sobrevivência de ovócitos bovinos a criopreservação é o método de congelamento. O tempo de equilíbrio, concentração do crioprotetor, procedimento de congelamento e diluição do crioprotetor são fatores determinantes para o sucesso da criopreservação celular (NOWSHARI *et al.*, 1994). Ultimamente a busca de crioprotetores menos tóxicos, como a trealose, tem sido tentado. Este dissacarídeo vem sendo utilizado como crioprotetor extracelular, na criopreservação de embriões (SAHA *et al.*, 1996); sêmen (AN *et al.*, 2001) e ovócitos (HASTENREITER, 2006).

Protocolos recentes de vitrificação são promissores, mas os resultados ainda são muito baixos para a utilização comercial desta técnica. São descritas taxas de formação de blastocistos oriundos de ovócitos vitrificados em torno de 10%, contra 40-45% dos controles não vitrificados (VAJTA *et al.*, 1997; PAPIS *et al.*, 2000) e taxas de nascimento de 15-20% (VIEIRA *et al.*, 2002). Esses resultados reforçam a necessidade de pesquisar fatores adicionais que afetam a sobrevivência de ovócitos bovinos submetidos a vitrificação, como forma de contornar a enorme sensibilidade do gameta feminino à criopreservação.

Criopreservação de embriões

A criopreservação de embriões tornou-se uma técnica integrante dos processos de transferência de embriões em bovinos na década de oitenta e atualmente sua importância é claramente evidenciada pelo grande número de embriões congelados e transferidos a cada ano.

A criopreservação tem grandes aplicações operacionais, pois permite a transferência de embriões conforme a disponibilidade de receptoras e a conveniência do criador (LÔBO, 1996).

O desenvolvimento de metodologias padronizadas de congelamento lento permitiu sua aplicação comercial em larga escala para embriões bovinos produzidos *in vivo*, originando taxas de gestação ligeiramente inferiores àquelas obtidas com embriões transferidos “a fresco”.

O método clássico para congelamento de embriões bovinos produzidos *in vivo* utiliza soluções crioprotetoras contendo glicerol 1,4 M, sendo esse crioprotetor adicionado em duas etapas. Após o descongelamento é necessária a remoção do crioprotetor antes da transferência embrionária, o que exige uma infra-estrutura mínima para tal procedimento (NIEMANN, 1991). A substituição do glicerol pelo etilenoglicol 1,5M (VOELKEL E HU, 1982) nas soluções crioprotetoras facilitou ainda mais a aplicação dessa técnica, sem alterar a taxa de prenhez. Por ser mais permeável aos embriões, o etilenoglicol pode ser adicionado em uma única etapa (método *one-step*) e não necessita ser removido após o descongelamento, permitindo a transferência direta dos embriões para o útero das receptoras.

Atualmente, os procedimentos de congelamento para mórulas e blastocistos bovinos coletados não cirurgicamente resultam em taxas de gestação de 50 % (LUCAS-HAHN, 1995). No entanto uma particularidade bastante importante quanto à

criopreservação de embriões bovinos diz respeito à taxa de gestação de embriões zebrúinos congelados ser aproximadamente 20 % inferior aquela obtida com embriões taurinos congelados (ZANENGA, 1993). Embriões zebrúinos apresentam graus de degeneração celular mais elevados que embriões taurinos congelados, possivelmente devido a diferenças ultraestruturais entre embriões taurinos (*Bos taurus*) e zebrúinos (*Bos indicus*) (VISINTIN *et al.*, 2002). Esse fato assume uma grande importância no contexto nacional, visto que o Brasil possui uma população bovina estimada em 176 milhões de cabeças e, desse total, cerca de 80 % é constituída de zebrúinos, compreendendo animais de raças puras, bem como os mais variados graus de mestiçagem (ACNB, 2005).

Atualmente o grande desafio neste campo tem sido a criopreservação de embriões produzidos *in vitro* (PIV). A elevada sensibilidade ao resfriamento e baixa congelabilidade desses embriões, quando comparadas aos produzidos *in vivo*, interfere na utilização comercial deste método e compromete a plena aplicação da produção *in vitro* de embriões bovinos (MASSIP, 2001).

Uma alternativa para criopreservar estes embriões é a vitrificação (BEGIN *et al.* 2003). Diversas metodologias têm sido testadas, utilizando diferentes suportes para envase dos embriões, com o objetivo de reduzir o volume da solução de vitrificação e assim aumentar a velocidade de resfriamento, o que permitir reduzir as elevadas concentrações dos crioprotetores penetrantes das soluções de vitrificação e assim diminuir o potencial tóxico dessas soluções.

O protocolo mais utilizado atualmente para a vitrificação de embriões PIV, é o que utiliza as OPS (palheta aberta estirada) como suporte para envase dos embriões (VAJTA *et al.*, 1997), permitindo alcançar taxas de gestação de aproximadamente 20-30% (DINNYÉS *et al.*, 1999; NEDAMBALE *et al.*, 2004). Porém ainda existe uma grande variação nos resultados, devido a enorme diversidade de combinações de sistemas de produção *in vitro* de embriões, principalmente na etapa de cultivo.

Metodologia

Para o desenvolvimento da presente investigação, foram consultadas todas as bases oficiais de biotecnologia reprodutiva e reprodução animal em nível global e nacional. A seleção de documentos correspondeu, em primeira instância, às referências oferecidas pelas fontes oficiais e posteriormente pelo rigor científico das mesmas, o anterior apoiado por ferramentas da teoria fundamentada, este desenho de pesquisa qualitativa tem sido utilizado para procurar novas técnicas nos processos biotecnológicos aplicados à reprodução.

Conclusões e perspectivas

A criopreservação tornou parte integrante da moderna pecuária, permitindo estocar sêmen e embriões para utilização em momento oportuno, porém ainda é necessário melhorar os resultados atuais, principalmente com relação a ovócitos e embriões produzidos *in vitro*. Nesse sentido é importante entender os fatores envolvidos na sensibilidade de gametas e embriões às baixas temperaturas, assim como desenvolver

métodos simples, rápidos e eficazes, que permitam o armazenamento dessas estruturas por longo tempo. Grandes avanços têm sido feitos com a vitrificação, porém ainda há necessidade de aumentar a repetibilidade dos resultados. O próximo desafio no campo da vitrificação é o desenvolvimento de métodos que permitam a transferência direta dos embriões, o que permitirá uma maior utilização dessa técnica.

Literatura citada

AN, T.Z., Iwakiri, M., EdashigE, K., Sakurai, T. y Kasai, M. (2001). Factors affecting the survival of frozen-thawed mouse spermatozoa. *Cryobiology*, 40, 237-249.

Asada, M., Ishibashi, S., Ikumi, S. y Fukui, Y. (2002). Effect of polyvinyl alcohol (PVA) concentration during vitrification of in vitro matured bovine oocytes. *Theriogenology*, 58, 1199-1208.

Begin, I., Bhatia, B., Baldassarre, H., Dinnyes, A., y Keefer, C. (2003). Cryopreservation of goat oocytes and in vivo derived 2- to 4- cell embryos using the cryoloop (clv) and solid-surface vitrification (ssv) methods. *Theriogenology*, 59, 1839-1850.

Crowe, J.H., y Crowe, L. M. (2000). Preservation of mammalian cells- learning nature's tricks. *Nature. Biotechnology*, 18, 145-147.

Dobrinisky, J.R. (1996). Cellular approach to cryopreservation of embryos. *Theriogenology*, 45, 17-26.

Dinnyés, A., Yang, X. Z., Li, X. L., Bagis, H., Presicce, G. A., Gasparrini, B., Neglia, G., Nagai, T., y Wilmut, I. (2001). Solid Surface Vitrification (SSV): An Efficient Method for Oocyte and Embryo Cryopreservation in Cattle. Abstracts of Papers at the Thirty-Eighth Annual Meeting of the Society for Cryobiology, 332-333.

Eroglu, A., Toth, T.L., y Toner, M. (1998). Alterations of the cytoskeleton and polyploidy induced by cryopreservation of metaphase II mouse oocytes. *Fertility and Sterility*, 69, 944-957.

Eroglu, A., Toner, M., y Toth, T.L. (2002). Beneficial effect of microinjected trealose on the cryosurvival of human oocytes. *Fertility and Sterility*, 77(1), 152-156.

Hastenreiter, G.P. (2006). Avaliação do efeito crioprotetor da trealose intracelular na vitrificação de ovócitos bovinos maturados *in vitro*. Campos dos Goytacazes. Monografia. Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2006. 61p.

Hochi, S., Ito, K., Hirabayashi, M., Ueda, M., Kimura, K., y Hanada, A. (1998). Effect of nuclear stages during IVM on the survival of vitrified-warmed bovine oocytes. *Theriogenology*, 49, 787-796.

Im, K.S., Kang, J.K., Kim, y H.S. (1997). Effects of cumulus cells, different cryoprotectants, various maturation stages and preincubation before insemination on developmental capacity of frozen-thawed bovine oocytes. *Theriogenology*, 47, 881-891.

Lôbo, R. B. (1996). Programa de Melhoramento Genético da raça

Nelore. 3.ed. Ribeirão Preto: PMGRN. 104p.

Lucas-Hahn, A. (1995). Cryopreservation of micromanipulated embryos. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Reprodução Animal*, 11, Belo Horizonte. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. p.102-109.

Martino, A., SOngsasen, N., y Leibo, S.P. (1996). Development into blastocysts of bovine oocytes cryopreserved by ultra-rapid cooling. *Biol. Reprod.*, 54(5), 1059-1069.

Massip, A. (2001). Cryopreservation of embryos of farm animals. *Reproduction in Domestic Animals*, 36(2): 49–55.

Mazur, P. (1977). Slow freezing injury in mammalian cells. In Elliott, K. & J. Whelan: The freezing of mammalian embryos (Ciba Foundation Symposium n° 52). Elsevier, Amsterdam, p.19-41.

Men, H., Monson, R.L., y Rutledge, J.J. (2002). Effect of meiotic stage and maturation protocols on bovine oocyte's resistance to cryopreservation. *Theriogenology*, 57(3), 1095-1103.

Nedambale, T.L., Dinnyés, A., Groen, W., Dobrinisky, J.R., Tian, X.C. y Yang, X. (2004). Comparison on in vitro fertilized bovine embryos cultured in KSON or SOF and cryopreserved by slow freezing or vitrification. *Theriogenology*, 62(3-4), 437-449.

Niemann, H. (1991). Cryopreservation of ova and embryos from livestock: current status and research needs. *Theriogenology*, 35(1), 109-124.

Nowshari, M.A., Nayudu, P.L., y Hodges, J.K. (1994). Effect of cryoprotectant concentration, equilibration time and thawing procedure on survival and development of rapid frozen-thawed mature mouse oocytes. *Theriogenology*, 42(7), 1193-1204.

Otoi, T., Yamamoto, K., Koyama, N., Suzuki, T. (1995). In vitro fertilization and development of immature and mature bovine oocytes cryopreserved by ethylene glycol with sucrose. *Cryobiology*, 32(5), 455-460

Papis, K., Shimizu, M., y Izaike, Y. (2000). Factors affecting the survivability of bovine oocytes vitrified in droplets. *Theriogenology*, 54(5), 651-658.

Renard, J.P.; Heyman, Y.; Ozil, J.P. (1982). Congélation de l'embryon bovin: une nouvelle méthode de décongélation pour le transfert cervical d'embryons conditionnés une seule fois en paillettes. *Annales de Médecine Vétérinaire*, 126, 23-32.

Rodrigues, J.L. (1992). Aspectos da congelação de embriões bovinos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Transferência de Embriões, 7, Jaboticabal, *Anais*. Jaboticabal, p.55-79.

Saha, S., Rajamahendran, R., y BOENDIONO, A. (1996). Viability of bovine blastocyst obtained after 7,8 or 9 days of culture in vitro following vitrification and one-step rehydration. *Theriogenology*, 46(2), 331-343.

- Schneider, U., y Mazur, P. (1984). Osmotic consequences of cryoprotectant permeability and its relation to the survival of frozen-thawed embryos. *Theriogenology*, 21(1), 68-79.
- Seidel, G.E. (1988). Principles of cryopreservation of cells. In: *Techniques For Freezing Mammalian Embryos*. Colorado , *Proceedings*. Colorado, Colorado State University, p.6-13.
- Shaw, J.M., Oranratnachai, A., y Trouson, A.O. (2000). Fundamental cryobiology of mammalian oocytes and ovarian tissue. *Theriogenology*, 53(1), 59-72.
- Takagi, M., Otoi, T., Boediono, A., Saha, S., y Suzuki, T. (1994). Viability of frozen-thawed bovine IVM/IVF embryos in relation to aging using various cryoprotectants. *Theriogenology*, 41(4), 915-921.
- Vajta, G., Holm, P., Kuwayama, M., Booth, P.J., Jacobsen, H., Greve, T., y Callessen, H. (1998). Open pulled straw (OPS): vitrification: a new way to reduce cryoinjuries of bovine ova and embryos. *Molecular Reproduction Development*, 51(1), 53-58.
- Vajta, G., Booth, P.J., Greve, T., y Callessen, H. (1997). Successful vitrification of early stage bovine in vitro produced embryos with the open pulled straw (OPS) method. *Cryo-Letters*, 18(3), 191-195.
- Vajta, G. (2000). Criopreservação de ovócitos e embriões produzidos *in vitro*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Transferência de Embriões, 15, Rio Quente-GO, 2000. *Arquivos da Faculdade de Veterinária*, UFRGS, Porto Alegre, v.28 p.85-94 (supl.).
- Viana, J.H.M. (2005). A produção mundial de embriões em 2004. *O embrião*, 25, 4-5.
- Vieira, A.D., Mezzalira, A., Barbieri, D.P., Lehmkuhl, R.C., Rubin, M.I.B., y Vajta, G. (2002). Calves Born after open pulled straw vitrification of immature bovine oocytes. *Cryobiology*, 45(1), 91-94.
- Visintin, J.A., Martins, J.F.P., Bevilacqua, E.M., Mello, M.R.B., Nicácio, A.C., y ASSUMPÇÃO, M.E.O.A. (2002). Cryopreservation of *Bos taurus* vs *Bos indicus* embryos: Are they really different? *Theriogenology*, 57(1), 345-359.
- Voelkel, S.A., y Hu, Y.X. (1992). Use of ethylene glycol as a cryoprotectant for bovine embryos allowing direct transfer of frozen-thawed embryos to recipient females. *Theriogenology*, 37(3), 687-697.
- Whittingham, D.G. (1980). Principles of embryo preservation. In Ashwood-Smith: *Low temperature preservation in medicine and biology*. Pitman Medical I, London, 65-83.
- Wilmot, I. y Rowson, L.E.A. (1973) Experiments on the low-temperature preservation of cow embryos. *Vet. Rec.*, 92(26), 686-690.
- Zanenga, C.A. Congelamento de embriões em zebuínos, evolução e viabilidade. In: Congresso Brasileiro dx Reprodução Animal, 10, Belo Horizonte, 1993. *Anais. Belo Horizonte. Colégio Brasileiro de Reprodução Animal*, p.125-130.

CICLO REPRODUCTIVO Y DINÁMICA FOLICULAR EN GANADO *Bos indicus*.

Reproductive cycle and follicular dynamics in Bos indicus

Andrés Felipe Valencia Hernández^{*1}, Diana Cristina Sánchez Arevalo², Nicolás Ernesto Baldrich Romero³

Filiación Institucional

¹Médico Veterinario. U.D.C.A. M.Sc Universidad de la Salle. Docente programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de la Amazonia.

²Médico Veterinario Universidad de la Salle, Especialista en Laboratorio Clínico Veterinario UDCA. Docente programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de la Amazonia

³Médico Veterinario Zootecnia (c) Mg Sistemas Sostenibles de Producción, Docente programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de la Amazonia.

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.



Autor para Correspondencia*:
a.valencia@udla.edu.co

Como citar:

VALENCIA-HERNÁNDEZ, Andrés F., et al. 2017. Ciclo reproductivo y dinámica folicular en ganado *Bos indicus*. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 9(2): 16-22.

Introducción

Un mejor entendimiento de la fisiología reproductiva en ganado bovino y especialmente en lo concerniente a la funcionalidad y dinámica folicular ovárica ha sido lograda en las últimas décadas gracias al uso de la ultrasonografía (Sartori y Barros, 2011) como herramienta mas no como un lujo.

Aunque la mayoría de los estudios reportados en la literatura han usado ganado *Bos taurus* para estudiar la fisiología ovárica, en los últimos años se ha incrementado el número de reportes en razas *Bos indicus* tales como Brahman y Nelore a tal punto que ya han salido a la luz pública estudios comparativos entre *Bos taurus* y *B. indicus*.

La presente revisión, pretende acercar y ahondar en el ciclo estral de ganado *B. indicus* teniendo en cuenta sus particularidades tanto anatómicas como fisiológicas y tomando como base el ganado Brahman y sus comparaciones con otras razas.

Fisiología reproductiva

El ciclo estral consta de cuatro fases o periodos: diestro, proestro, estro y metaestro; el diestro es el periodo de reposo sexual, en el cual se produce la lisis del cuerpo lúteo; el proestro, donde por acción de las gonadotropinas, se inicia el desarrollo y rápido crecimiento de folículos ováricos destinados a madurar, un

Resumen

El ciclo estral es el conjunto de acontecimientos fisiológicos que se producen en el ovario, a intervalos de tiempo cíclicos, como consecuencia de las variaciones en los niveles hormonales. Se han realizado varios trabajos tanto en ganado *Bos taurus* como en *Bos indicus* usando la ultrasonografía para evaluar los ciclos asociados a la reproducción tanto en vacas como en novillas bajo diferentes condiciones en donde se ha estado estableciendo las diversas diferencias entre estos dos tipos de ganado bovino. En el bovino, el ciclo estral tiene una duración media de 21 días considerándose normal un intervalo entre los 18 y 24 días. En el transcurso del ciclo, los ovarios sufren una serie de cambios que finalizan con la ovulación y la expulsión de un oocito capacitado para ser fertilizado por un espermatozoide y soportar el desarrollo embrionario temprano. Estos cambios están regulados por hormonas provenientes del hipotálamo, hipófisis, ovarios y útero. La presente revisión de literatura pretende ahondar en el tema a partir del acervo bibliográfico disponible.

Palabras clave: *Bos indicus*, Bovino, Ciclo Estral, Dinámica Folicular.

Abstract

The estrous cycle is the set of physiological events that occur in the ovary, cyclic time intervals, as a result of changes in hormone levels. There have been several works on both cattle *Bos taurus* and *Bos indicus* using ultrasound to assess the associated cycles reproduction in both cows and heifers under different conditions where they have been setting the various differences between these two types of cattle. In cattle, the estrous cycle has an average duration of 21 days considered normal interval between 18 and 24 days. During the cycle, the ovaries undergo a series of changes ending with ovulation and the expulsion of a oocyte qualified to be fertilized by a sperm and develop early embryonic. These changes are regulated hormone from the hypothalamus, pituitary, ovaries and uterus. This literature review aims to delve into the subject from the available bibliography.

Key words: *Bos indicus*, Bovine, Estrous Cycle, Follicular Dynamics.

marcado incremento en la actividad de los órganos reproductivos; el estro o periodo de receptividad sexual o periodo de maduración y dehiscencia de los folículos; y el metaestro, periodo de ruptura del folículo y de la formación y permanencia del cuerpo lúteo (Arthur, 1975). Según Vatti (1962) y Roberts (1971a), en el ciclo estral ocurren modificaciones en el ovario que se cumplen en dos fases: una estrogénica o folicular, dominada por el proestro y el estro, y una progestacional o luteal, dominada por el metaestro y por el diestro. Roberts (1971a) reporta que la ovulación ocurre durante el metaestro.

El ciclo estral es regulado por una serie de mecanismos endocrinos y neuroendocrinos involucrando hormonas hipotalámicas, como el Factor Liberador de Gonadotropinas (GnRH), hormonas hipofisarias, como la hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH) y hormonas gonadales tales como los estrógenos (E₂), progesterona (P₄) y la inhibina (Ereno, 2002).

La GnRH es sintetizada por neuronas hipotalámicas (Brandan et al, 2011) en la parte media basal del hipotálamo es liberada en forma de pulsos y llega a la hipófisis anterior o adenohipófisis a través del sistema porta hipotalámico hipofisario, el cual es un sistema de vasos sanguíneos conformado por un plexo vascular en los dos extremos del mismo: uno en la eminencia media para recoger las hormonas y el segundo en la adenohipófisis para

permitir su transporte hasta las células diana (Dunlop y Malbert, 2004), en donde determina la secreción de FSH y LH (Brandan *et al.*, 2011).

La diferencia de la producción de FSH o de LH podría deberse a la diferencia en los pulsos de producción de la GnRH y en los cambios de los perfiles esteroideos, pero también por la acción inhibitoria de la inhibina y estimuladora de la activina (Ying, 1989; De Paolo *et al.*, 1991). Halasz (1993), sugiere que la regulación central de la producción de GnRH puede ser debida a un mecanismo catecolaminérgico que podría ser modificado por los esteroides gonadales y las endorfinas pues los axones que contienen norepinefrina, dopamina, serotonina, ácido gamma amino butírico (GABA), pro-opiomelanocortina (POMC), factor liberador de corticotropina (CRF), vasopresina, sustancia P, neurotensina, galanina y neuropéptido Y, acaban en la neurona que sintetiza GnRH.

Los receptores para la FSH se localizan sólo en las células de la granulosa, tanto en las del cumulus como en las de la pared (Xu, Gaverick y Smith, 1995). La unión de la FSH con los receptores de la granulosa supone una estimulación de la aromataza, que a su vez cataliza la conversión de andrógenos a estrógenos y la producción de receptores de LH en las células de la granulosa que les permite responder al pico preovulatorio de LH y estimula la mitosis de las células de la granulosa, lo que conlleva al crecimiento folicular (Palma, 2001).

La LH estimula a las células de la teca a que produzcan andrógenos a partir del acetato y del colesterol, además, también las estimula para que se diferencien por completo en el folículo en desarrollo. Las células de la granulosa y las de la teca, con sus receptores para la LH y FSH, se combinan para dar lugar a la producción de estrógenos (Gigli *et al.*, 2006). Cuando la LH se une a las células de la teca, se estimula la producción de estrógenos, los andrógenos pasan a las células de la granulosa, las cuales en respuesta a la FSH y mediante la producción de citocromo P-450, aromatizan dichos andrógenos formando estrógenos (Dunlop y Malbert, 2004). Un nivel elevado de estrógenos y de FSH estimula la presencia de receptores para la LH en la capa externa de las células de la granulosa, lo cual es necesario para que los folículos alcancen su madurez y lleguen a ser folículos preovulatorios. Así mismo, el incremento de los niveles de estrógenos, activan por vía hipotalámica un doble efecto: el circuito nervioso en el cerebro intermedio quien contribuye al comportamiento de excitación y aceptación al macho durante el estro y liberación de LH de la pituitaria al inicio del estro. El pico de LH estimula el crecimiento folicular y del ovocito (Sartori y Barros, 2011).

Arthur (1975), sugiere que el incremento de LH en el plasma estimula el crecimiento de las células de la granulosa dentro del folículo y secreción de P_4 , al mismo tiempo que es liberada la enzima colagenolítica que actúa sobre la pared del folículo contribuyendo a la ruptura del mismo generado por el incremento de la presión ejercida por el fluido folicular. Posteriormente Tilly y Johnson (1990), reportaron que los niveles de LH y prostaglandinas aumentados estimulan la acción del activador del plasminógeno en las células de la teca. Posteriormente, Murdoch *et al.* (1999a, b) encontraron que la plasmina rompe el exodominio del factor de necrosis tumoral α (TNF - α) en el

endotelio de las células de la teca provocando en la oveja la disolución del tejido posterior a la ovulación. Toda ésta interacción de eventos endocrinos resultan en la ovulación cerca de 12 horas después de finalizado el estro (Sartori y Barros, 2011). Sin embargo, Vatti (1962) sugiere que la ovulación se produce 14 horas después de finalizado el estro.

Posterior a la ovulación, el folículo colapsado se reorganiza y forma el cuerpo lúteo (CL). Las células de la teca se hipertrofian y se dispersan entre las células de la granulosa luteinizadas. Las células de la granulosa y de la teca, dan origen a las células luteales grandes y pequeñas respectivamente. Las células luteales grandes, son las responsables de la secreción basal de P_4 aunque no responden a la estimulación con LH, mientras que las células luteales pequeñas responden a dicha estimulación aumentando los niveles de P_4 (Dunlop y Malbert, 2004).

La función del cuerpo lúteo es la de secretar P_4 con el fin de preparar el útero para una gestación posterior (Rippe, 2009). Además, la P_4 también suprime la actividad sexual, inhibe posteriores ovulaciones a través de una inhibición de la producción de LH en el eje hipotalámico hipofisario, sin embargo puede producirse la secreción de FSH y desarrollarse un crecimiento folicular.

Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación, fueron consultadas la totalidad de bases oficiales de la Fisiología reproductiva y Dinámica folicular a nivel mundial y nacional. La selección de documentos correspondió en primera instancia a las referencias ofrecidas por las fuentes oficiales y posteriormente por la rigurosidad científica de los mismos, lo anterior apoyado en herramientas de la Teoría fundamentada, cuyo diseño de investigación cualitativa ha sido utilizado para desarrollar teorías sobre fenómenos reproductivos especialmente en el ganado *Bos indicus* generación de conclusiones científicas como producto de nuevo conocimiento.

Resultados y discusión

Rajakoski (1960) basado en estudios histológicos de ovarios, propuso la hipótesis que en los ovarios ocurren dos ondas de crecimiento folicular durante el ciclo estral de los bovinos, lo cual fue corroborado por Guilbault *et al.* (1991).

Usando la ultrasonografía, Pierson y Ginther (1987) reportaron que en promedio durante el ciclo estral de un bovino ocurren 2 ondas de crecimiento folicular con folículos de varios diámetros. Concluyeron que cada onda involucra un proceso de selección, que un folículo crece hasta un diámetro pre-ovulatorio y que antes de la evidencia de dicho crecimiento los folículos de menor tamaño sufren una regresión de tamaño. Ireland y Roche (1987), encontraron ciclos con 3 ondas de desarrollo folicular que cada una arrojó un folículo dominante (FD).

Ginther, Knopf y Kastelic (1989a) hallaron la ocurrencia de 2 ondas de crecimiento folicular en el 81% de los animales, mientras otros (Savio *et al.* 1988; Sirois y Fortune, 1988) encontraron la incidencia de tres ondas de desarrollo folicular en el 80% de los animales muestreados. Por su parte Stagg (2000),

encontró que en el 95% de los ciclos estrales las vacas muestran dos o tres ondas foliculares, el restante porcentaje tienen cuatro ondas.

Algunos hatos tienen predominancia de dos o tres ondas de crecimiento folicular (Ereno, 2002). En novillas de razas cebuínas, la dinámica folicular es caracterizada por la presencia de dos ondas (33%) y tres ondas (57,1%) (Rhodes *et al.*, 1995b; Figueredo *et al.*, 1997).

Rhodes, De'ath y Entwistle (1995a), después de evaluar 117 ciclos estrales de 17 novillas brahman, encontraron que el 26,5%, 66,7% y 6,8% de los ciclos tenían dos, tres o cuatro ondas de desarrollo folicular respectivamente y la duración del ciclo fue en promedio de 20,9 días. En cinco novillas *Brahman* examinadas por más de 12 ciclos estrales, éste autor también reportó que el mismo patrón de ondas foliculares se repetía en el 60 al 87.5% de las veces.

Otros estudios en novillas Nelore (Sartorelli *et al.*, 2005; Mollo *et al.*, 2007), en vacas gyr (Gambini *et al.*, 1998; Viana *et al.*, 2007), y vacas brahman (Zeitoun, Rodríguez y Randel, 1996), también reportaron una predominancia de ciclos estrales de tres ondas pero además observaron animales con dos, cuatro y unos pocos animales con cinco ondas de desarrollo folicular por ciclo.

Cada onda folicular tiene una vida media de siete a diez días mientras esta progresa a través de las etapas de desarrollo tales como reclutamiento, selección, dominancia y atresia u ovulación (Diskin, 2003).

El reclutamiento de ondas foliculares y la selección y dominancia del folículo está basada en las respuestas diferenciales a la FSH y LH (Adams *et al.*, 1992a, b, 1993; Ginther *et al.*, 1996). Oleadas en las concentraciones de FSH plasmática son seguidas uno a dos días por la emergencia de una nueva onda de desarrollo folicular, mientras la FSH es subsecuentemente suprimida por los productos del folículo en crecimiento tales como el estradiol y la inhibina. En cada onda, el folículo dominante adquiere receptores para LH y continúa su crecimiento mientras los subordinados (que continúan dependiendo de la FSH) sufren atresia (Ginther *et al.*, 2001). La supresión de la LH como una consecuencia de la secreción de progesterona por el cuerpo lúteo, causa que el folículo dominante cese sus funciones metabólicas y sufra regresión; esto lleva a una nueva oleada de FSH y la emergencia de una nueva onda folicular (Adams *et al.*, 1992b). La regresión del cuerpo lúteo permite que la frecuencia de los pulsos de LH incremente y el FD aumente su crecimiento; elevadas concentraciones de estradiol resultan en un feedback positivo en el eje hipotálamo - hipófisis lo cual conlleva a un pico de LH y la ovulación.

En animales que presentan un ciclo estral con dos ondas de desarrollo folicular, el reclutamiento de la primera onda coincide con el día de la ovulación o día cero, en el día tres hay presencia del FD y éste alcanza el diámetro ovulatorio el día seis. Este folículo permanece estático por pocos días hasta que la segunda onda se inicia en el día 10. El FD de la segunda onda se convierte en el folículo ovulatorio del ciclo estral siguiente (Ereno, 2002). En un ciclo de tres ondas de desarrollo folicular se evidencia una fase estática más corta del FD de la primera onda y por una fase

luteal más larga. La tercera onda se inicia el día 16 y de ésta se origina el folículo ovulatorio (Sirois y Fortune, 1988; Savio *et al.*, 1988).

Las ondas de desarrollo folicular no solamente se presentan en animales con actividad ovárica cíclica, ellas también se presentan durante el periodo prepuberal (Ereno, 2002), la gestación y el anestro postparto (Ereno, 2002; Henao, 2001).

La dieta puede afectar el perfil de ondas de crecimiento folicular, debido a que una dieta pobre está asociada a bajas concentraciones de factor de crecimiento semejante a insulina Tipo I (IGF-I) (Murphy, Boland y Roche, 1990), reducción del diámetro del folículo dominante de todas las ondas y también reducción del tiempo de persistencia de éste folículo durante la primera onda (Rhodes, *et al.*, 1995b).

Gong, *et al.* (1991) y Singh, *et al.* (1997), demostraron que el IGF-I y la folistatina pueden modular el proceso de reclutamiento pues administraron hormona de crecimiento (GH) y la concentración de IGF-I circulante fue más alta, lo que conllevó a un aumento en el número de folículos reclutados por onda.

La emergencia de una onda folicular en bovinos se caracteriza por la presencia de un folículo de aproximadamente 4 ó 5 mm de diámetro y un grupo de folículos menores de 3 mm, en ese momento es cuando las concentraciones de FSH alcanzan su pico máximo (Ginther, 2000) el cual puede ser de uno a dos días (Stagg *et al.*, 1998). Después de las concentraciones máximas de FSH, los niveles disminuyen durante varios días mientras que los folículos crecen desde los 4 a los 8,5 mm (Adams, *et al.*, 1992a; Ginther, *et al.*, 1997).

En ganado *Bos indicus*, un número alto de folículos pequeños se han registrado durante la emergencia de la primera onda de desarrollo folicular. Buratini, *et al.* (2000) registraron aproximadamente 50 folículos pequeños en ovarios de novillas Nelore. Similarmente, cuando los datos fueron combinados con otros estudios en 115 novillas de la misma raza de las cuales se tenían registros de 190 ondas de desarrollo folicular que fueron sincronizadas con la ayuda de tratamientos hormonales, el número promedio de folículos ≥ 3 mm al inicio de la onda fueron de 41,5 (Sartori y Barros, 2011). Mediante la evaluación de los ovarios de novillas en el día 17 del ciclo estral (día 0 = estro) provenientes de planta de sacrificio, Segerson, *et al.* (1984) detectaron un mayor número de folículos pequeños en novillas *Brahman* que en *Angus*. Igualmente Álvarez *et al.* (2000) también observaron un mayor número de folículos en el momento de la emergencia de la onda en vacas lactantes multiparas *Brahman* (39 ± 4) comparadas con *Senepol* (33 ± 4) o *Angus* (21 ± 4). Carvalho *et al.* (2008) encontraron un mayor número ($33,4 \pm 3,2$ comparado con $25,4 \pm 2,5$) de folículos pequeños en la emergencia de la onda folicular en razas cebuínas (Nelore y Gyr) que en razas europeas (*Angus* y *Holstein*).

En promedio, los folículos crecen a una tasa similar y luego el grupo o cohorte de folículos en crecimiento hacen divergencia a un solo FD y a un grupo de folículos subordinados (Ginther, 2000). La tasa de crecimiento de los folículos de los que se produce la ovulación y otros folículos dominantes es menor en el

ganado Nelore (0,9 mm/d; Figueiredo *et al.*, 1997; Carvalho *et al.*, 2008) que en las razas europeas (1,1–2,0 mm/d, Sirois & Fortune, 1988; Knopf *et al.*, 1989; Sartori *et al.*, 2004; Carvalho *et al.*, 2008).

La divergencia folicular ha sido usada para referirse al tiempo en el cual las diferencias en la tasa de crecimiento entre el futuro FD y los futuros folículos subordinados llega a ser aparente (Ginther *et al.*, 1996). Generalmente ocurre cuando el folículo más grande alcanza un diámetro promedio de 8,5 mm (Ginther *et al.*, 1997; Ginther *et al.*, 1998; Ginther *et al.*, 1999; Kulick *et al.*, 1999; Ginther *et al.*, 2001). Cerca del inicio de la divergencia de diámetro, el folículo más grande se convierte en el folículo dominante, aparentemente antes que el folículo segundo mayor alcance un diámetro similar.

Después de esta etapa, el folículo dominante continúa creciendo y los subordinados se someten a atresia. Teniendo en cuenta que el bovino es generalmente mono-ovulatorio, la presencia de un simple folículo dominante es el hallazgo más común al momento de examinar por ultrasonografía los ovarios. Sin embargo, la codominancia se puede presentar en vacas de alta producción de leche (Sartori *et al.*, 2002, 2004; López, Sartori, Wiltbank, 2005). Existen pocos reportes de codominancia en ganado cebú (Sartorelli *et al.*, 2005).

El futuro FD emerge 6 horas antes que el folículo segundo mayor (subordinado) y sus medidas de crecimiento son iguales hasta el momento de hacer la divergencia, las cuales en promedio son de 0,5 mm cada 8 horas (Ginther, *et al.*, 1999).

Ginther, *et al.* (1996), analizando los datos obtenidos a partir del seguimiento a 33 ondas de desarrollo folicular cada 24 horas, observaron que el FD fue el más grande en el 76% de las ondas, de igual tamaño en el 21% o menor en el 3% que el folículo segundo mayor, concluyeron que muchas veces el FD tiene una ventaja en tamaño respecto a los otros, por lo tanto, este folículo es el primero en tener un diámetro decisivo en el momento de la divergencia.

El dominio funcional es luego establecido y el folículo dominante continúa creciendo mientras que los folículos restantes que han emergido como parte de la misma onda folicular cesan su crecimiento (Diskin *et al.*, 2003). El folículo dominante se distingue de los folículos subordinados por su capacidad ampliada para producir estradiol (Ginther *et al.*, 1997; Austin *et al.*, 2001), por el mantenimiento de bajas concentraciones intrafoliculares de factor de crecimiento insulínico ligado a proteínas 2, 4 y 5 (IGFBPs) y listostatina (Austin *et al.*, 2001), un incremento de las concentraciones libres de IGF-I (Ginther *et al.*, 2001) y un incremento sustancial de tamaño (Diskin *et al.*, 2003). Austin *et al.* (2001), sugieren que algunos de los cambios intrafoliculares también como las diferencias de tamaño, son evidentes dentro de las 33 horas siguientes al pico de FSH de la emergencia de la onda del pre-folículo y con suficiente antelación de la divergencia folicular y la adquisición de dominancia funcional. Así mismo, Austin *et al.* (2001) refieren que los folículos destinados a convertirse en atrésicos son caracterizados por una baja capacidad de producir estradiol y una producción mayor de IGFBPs de bajo peso molecular. Estos dejan de crecer y eventualmente disminuyen de tamaño con una pérdida asociada

de los receptores para las gonadotropinas (Ireland y Roche, 1983a, b) y el inicio de la apoptosis de las células de la granulosa (Diskin *et al.*, 2003).

Las células de la teca ovárica expresan receptores de LH desde tamaños preantrales hasta preovulatorios (Xu *et al.*, 1995). La selección del folículo dominante ocurre durante la disminución de las concentraciones de FSH y éste mantiene las concentraciones de FSH al máximo hasta que ovula o se atresia dependiendo del patrón de la secreción de la hormona luteinizante (LH) en ese momento (Diskin *et al.*, 2003). Durante la etapa final del folículo dominante, parece suceder una transición de dependencia de FSH a dependencia a LH pero la causa de este cambio es desconocida (Diskin *et al.*, 2003). Sin embargo, un folículo dominante seleccionado únicamente expresa mRNA para receptores de LH en las células de la granulosa (Bao *et al.*, 1997) las cuales son la clave para permitir el crecimiento continuo bajo estimulación de la LH. Las consecuencias son que el crecimiento continuo y la producción de estradiol por cuenta del folículo dominante depende de la frecuencia pulsátil incrementada de LH la cual, si es prolongada, puede llevar a la persistencia del folículo dominante (Sirois y Fortune, 1990; Stock y Fortune, 1993). Aunque existe cierta controversia sobre el momento en que estas células comienzan a expresar receptores funcionales para LH y si son necesarias para apoyar el crecimiento del folículo dominante en el momento de desviación cuando los niveles de FSH están disminuyendo o bajos. La cantidad de mRNA de los receptores de LH fue medida por PCR en tiempo real, fue más alta en células de la granulosa del folículo más grande de la onda comparada con el folículo segundo mayor antes de la desviación morfológica, sugiriendo que la adquisición de respuesta a la LH por las células de la granulosa es parte del proceso de la desviación (Beg *et al.*, 2001).

Conclusión

Las diferencias importantes en la fisiología y en el comportamiento reproductivo entre *Bos taurus* y *Bos indicus*, pueden influenciar la respuesta a los protocolos de sincronización del estro y de la ovulación para cumplir con el objetivo de una inseminación artificial a tiempo fijo.

Literatura citada

- Adams, G.P., Matteri, R.L., & Ginther, O.J. (1992a). Effect of progesterone on ovarian follicles, emergence of follicular waves and circulating follicle stimulating hormone in heifers. *J Reprod Fertil.*, 96(2), 627-640.
- Adams, G.P., Matteri, R.L., Kastelic, J.P., Ko, J.C., & Ginther, O.J. (1992b). Association between surges of follicle stimulating hormone and the emergence of follicular waves in heifers. *J Reprod Fertil.* 94(1):177-188.
- Adams, G.P., Kot, K., Smith, C.A., & Ginther, O.J. (1993). Selection of a dominant follicle and suppression of follicular growth in heifers. *Animal Reproduction Science*, 30(4): 259-271.
- Alvarez, P., Spicer, L.J., Chase, C.C., Payton, M.E., Hamilton, T.D., Stewart, R.E., Hammond, A.C., Olson, T.A., & Wettemann,

- R.P. (2000). Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. *J Anim Sci.*, 78(5), 1291–1302.
- Arthur, G.H. (1975). *Veterinary reproduction and obstetrics*, fourth edition, Baillière–Tindall. London, 616 p.
- Austin, E.J., Mihm, M., Evans, A.C., Knight, P.G., Ireland, J.L., Ireland, J.J., & Roche, J.F. (2001). Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of follicles in the first follicular wave of the bovine estrous cycle. *Biol Reprod.*, 64(3), 839–848.
- Bao, B., Garverick, H.A., Smith, G.W., Smith, M.F., Salfen, B.E., & Youngquist, R.S. (1997). Changes in messenger ribonucleic acid encoding luteinizing hormone receptor, cytochrome P450-side chain cleavage, and aromatase are associated with recruitment and selection of bovine ovarian follicles. *Biol Reprod.*, 56(5), 1158–1168.
- Beg, M.A., Bergfelt, D.R., Kot, K., Wiltbank, M.C., & Ginther, O.J. (2001). Follicular-fluid factors and granulosa-cell gene expression associated with follicle deviation in cattle. *Biol Reprod.*, 64(2), 432–441.
- Brandan, N., Llanos, I., Reyes, J. y Rodríguez, A. (2011). *Hormonas Hipotalámicas e hipofisarias*. Universidad Nacional del Nordeste Facultad de Medicina. Corrientes, República Argentina. 25p.
- Buratini, J., Price, C.A., Visintin, J.A., & Bó, G.A., (2000). Effects of dominant follicle aspiration and treatment with recombinant bovine somatotropin (BST) on ovarian follicular development in nelore (*Bos indicus*) heifers. *Theriogenology*, 54(3), 421–431.
- Carvalho, J.B., Carvalho, N.A., Reis, E.L., Nichi, M., Souza, A.H., & Baruselli, P.S., (2008). Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, 69(2), 167–175.
- De Paolo, L.V., Bicsak, T.A., & Erickson, G.F. (1991). Follistatin and activin: A potential intrinsic regulatory system within diverse tissues [minireview]. *Proc Soc Exp Biol Med*, 198: 500–512
- Diskin, M.G., Mackey, D.R., Roche, J.F., & Sreenan, J.M. (2003). Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Anim Reproduc Sci.*, 78(3-4), 345–370
- Dunlop, MALBERT. (2004). *Fisiopatología veterinaria*. Editorial Acribia S.A. p 233 – 236.
- Ereno, R.L. (2002). *Dinâmica Folicular em Bovinos*. (Tese de mestrado). Universidad Estatal Paulista, Sao Paulo, Brasil.
- Figueredo, R.A., Barros, C.M., Pinheiro, O.L., & Soler, J.M. (1997). Ovarian follicular dynamics in Nelore breed (*Bos Indicus*) cattle. *Theriogenology*, 47(8), 1489–1505
- Gambini, A.L.G., Moreira, M.B.P., Castilho, C., & Barros, C.M., (1998). Follicular development and synchronization of ovulation in Gir cows. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, 22(4), 201–210.
- Gigli, I., Russo, A., & AGÜERO, A. (2006). Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. *In Vet*, 8(1), 183–203.
- Ginther, O. J., Knopf, L., & KASTELIC, J. P. (1989a). Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J. Reprod Fertil.*, 87(1), 223–230.
- Ginther, O.J., Wiltbank, M.C., Fricke, P.M., Gibbons, J.R., & KOT, K. (1996). Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod.*, 55(6), 1187–1194.
- Ginther, O.J., Kot, K., Kulick, L.J., & Wiltbank, M.C. (1997). Emergence and deviation of follicles during the development of follicular waves in cattle. *Theriogenology*, 48(1), 75–87.
- Ginther, O.J., Bergfelt, D.R., Kulick, L.J., & Kot, K. (1998). Pulsatility of systemic FSH and LH concentrations during follicular-wave development in cattle. *Theriogenology*, 50(4), 507–519.
- Ginther, O.J., Bergfelt, D.R., Kulick, L.J., Kot, K., 1999. Selection of the dominant follicle in cattle: establishment of follicle deviation in less than 8 h through depression of FSH concentrations. *Theriogenology* 52, 1079–1093.
- Ginther, O.J. (2000). Selection of the dominant follicle in cattle and horses. *Anim Reprod Sci.*, 60–61, 61–79.
- Ginther, O.J., Bergfelt, D.R., Beg, M.A., Kot, K., 2001. Follicle selection in cattle: role of luteinizing hormone. *Biol. Reprod.* 64, 197–205.
- Gong, J.G; Bramley, T.A; Webb, R. The effect of recombinant bovine somatotropin on ovarian function in heifers: follicular populations and peripheral hormones. *Biology of Reproduction*.v.45, p.941–949; 1991.
- Guilbault, L.A., Grasso, F., Lussier, J., Rouillier, P., & Matton, P. (1991). Decreased superovulatory responses in heifers superovulated in the presence of a dominant follicle. *Journal of Reproduction and Fertility*, 91, 81–89.
- Halasz, B. (1993). Neuroendocrinology in 1992. *Neuroendocrinology*, 57, 1196–1207.
- Heno, G. Reactivación ovárica postparto en bovinos. Revisión. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* Vol. 54 Nos. 1 y 2. P 1285–1302. 2001
- Ireland, J.J., & Roche, J.F. (1983a). Development of non-ovulatory antral follicles in heifers: changes in steroids in follicular fluid and receptors for gonadotrophins. *Endocrinology*,

112, 150.

Ireland, J.J., & Roche, J.F. (1983b). Growth and differentiation of large antral follicles after spontaneous luteolysis in heifers: Changes in concentrations of hormones in follicular fluid and specific binding of gonadotrophin to follicles. *J. Anim. Sci.*, 57, 157.

Ireland, J.J., & ROCHE, J.F. (1987). Hypotheses regarding development of dominant follicles during a bovine estrous cycle. In: Roche J.F., O' Callaghan, D (Eds) Follicular growth and ovulation rate in farm animals. Boston: Martinus Nijhoff Publishers, MA, p.1-18.

Knopf, L., Kastelic, J.P., Schallenberger, E., & Ginther, O.J. (1989). Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest Anim Endocrinol.*, 6(2), 111–119.

Kulick, L.J., Kot, K., Wiltbank, M.C., & Ginther, O.J. (1999). Follicular and hormonal dynamics during the first follicular wave in heifers. *Theriogenology*, 52(5), 913–921.

Lopez, H., Sartori, R., & Wiltbank, M.C. (2005). Reproductive hormones and follicular growth during development of one or multiple dominant follicles in cattle. *Biol Reprod.*, 72(4), 788–795.

Mollo, M.R., Rumpf, R., Martins, A.C., Mattos, M.C., Lopes, G., Carrijo, L.H., & Sartori, R. (2007). Ovarian function in Nelore heifers under low or high feed intake. *Acta Sci. Vet.* 35 (Suppl. 3), 958 (abstract).

Murdoch, W.J., Van Kirk, E.A., & Murdoch, J. (1999a). Plasmin cleaves tumor necrosis factor – α exodomain from sheep follicular endothelium: Implication in the ovulatory process. *Biol Reprod.*, 60, 1166-1171.

Murdoch, W.J., Wilken, C., & Young, D.A. (1999b). Sequence apoptosis and inflammatory necrosis within the formative ovulatory site of sheep follicles. *J Reprod Fertil.*, 117: 325-329

Murphy, M.G., Boland, M.P., & Roche, J.F. (1990). Pattern of follicular growth and resumption of ovarian activity in post partum beff suckler cows. *Journal and Reproduction and Fertility*, 90, 523-533.

Palma, G. (2001). Biotecnología de la repducción. INTA. 699 p
Pierson, R. A., & Ginther, O. J. (1987). Ultrasonographic appearance of the bovine

Rajakoski, E. (1960). The ovarian follicular system in sexually mature heifers. *Acta endocrinológica*, 34(Suppl 52), 1-68
Rhodes, F.M., De'Ath, G., & Entwistle, K.W. (1995a). Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Anim. Reprod. Sci.*, 38, 265–277

Rhodes, F.M., Fitzpatrick, L.A., Entwistle, K.W., & De'Ath, G. (1995b). Sequential changes in ovarian follicular dynamics in *Bos indicus* heifers before and after nutritional anoestrus. *Journal of Reproduction and Fertility*, 104, 41-49.

Rippe, C. (2009). El ciclo estral. Dairy Cattle Reproduction Conference. Recuperado el 04 de marzo de 2016 en: <http://www.dcrCouncil.org/media/Public/Rippe%20DCRCH%202009.pdf>

Roberts, S.J. (1971a). Veterinary obstetrics and genital diseases. Second edition, Ed. Edwars brothers inc, Ithaca- NY. pp 343-375.

Sartorelli, E.S., Carvalho, L.M., Bergfelt, D.R., Ginther, O.J. & Barros, C.M. (2005). Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. *Theriogenology*, 63(9), 2382-2394

Sartori, R., Rosa, G.J., & Wiltbank, M.C. (2002). Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J Dairy Sci.*, 85(11), 2813-2822.

Sartori, R., Haughian, J.M., Shaver, R.D., Rosa, G.J., & Wiltbank, M.C. (2004). Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *J Dairy Sci.*, 87(4), 905-920

Sartori, R., & Barros, C.M. (2011). Reproductive cycles in *Bos indicus* cattle. *Animal Reproduction Science*, 124(3), 244-250

Savio, J.D., Keenan, L., Boland, M.P., & ROCHE, J.F. (1988). Pattern of growth of dominant follicles during oestrus cycle in heifers. *Journal of Reproduction and Fertility*, 83, 663-671,

Segerson, E.C., Hansen, T.R., Libby, D.W., Randel, R.D., & Getz, W.R. (1984). Ovarian and uterine morphology and function in Angus Brahman cows. *J Anim Sci.*, 59(4), 1026-1046.

Singh, J., Brogliatti, G.M., Christensen, C.R., & Adams, G.P. (1997). Active immunization against follistatin and its effects on FSH, follicle development and superovulation in heifers. *Theriogenology*, 52, 49-66

Siriois, J., & Fortune, J.E. (1988). Ovarian follicular dynamics during the oestrus cycle in heifers monitored by real time ultrasonography. *Biol Reprod.*, 39(2), 308-317.

Sirois, J., & Fortune, J.E. (1990). Lengthening the bovine estrous cycle with low levels of exogenous progesterone: a model for studying ovarian follicular dominance. *Endocrinology*, 127(2), 916–925.

Stagg, K., Spicer, L.J., Sreenan, J.M., Roche, J.F., & Diskin, M.G. (1998). Effect of calf isolation on follicular wave dynamics, gonadotrophin and metabolic hormone changes, and interval to first ovulation in beef cows fed either of two energy levels postpartum. *Biology and Reproduction*, 59(4), 777-783.

Stagg, K. (2000). Anoestrus in the post-partum suckled beef cow and in the nutritionally restricted beef heifer. Ph.D. Dissertation. The National University of Ireland, Dublin.

Stock, A.E., & Fortune, J.E. (1993). Ovarian follicular dominance in cattle: relationship between pronged growth of the

ovulatory follicle and endocrine parameters. *Endocrinology*, 132(3), 1108-1114.

Tilly, J.L., & Johnson A.L. (1990). Control of plasminogen activator in the tecal layer of the largest preovulatory follicle in the hen ovary. *Endocrinology*, 126(4), 2079-2087.

Vatti, G. (1962). *Ginecología y obstetricia veterinaria*, tercera edición, Turin-Italia, 512 p.

Viana, J.H.M., & Camargo, L.S.A. (2007). Bovine embryo production in Brazil: a new scenario. *Acta Sci. Vet.*, 35 (Suppl. 3), 920-924

Xu, Z., Gaverick H.A., & Smith, G.W. (1995). Expression of follicle stimulating hormone and luteinizing hormone receptor Messenger ribonucleic acids in bovine follicles during the first follicular wave. *Biol reprod.*, 53:951-957.

Ying, S. Y. (1989). Inhibins, activins and follistatins. *J Steroid Biochem*, 33:705-713

Zeitoun, M.M., Rodriguez, H.F., & Randel, R.D. (1996). Effect of season on ovarian follicular dynamics in Brahman cows. *Theriogenology*, 45, 1577-1581.

ANÁLISIS DEL MODELO NORMATIVO DE PREVENCIÓN SANITARIA DE INFLUENZA AVIAR EN COLOMBIA

Analysis of the normal model of avian influenza sanitary prevention in Colombia

Beatriz Elena Patiño Quiroz^{1*}, Nicolas Ernesto Baldrich-Romero² y Sebastian Duque Patiño³

Filiación Institucional

¹Médico Veterinario U.D.C.A, Esp. En sanidad Animal UDCA, Mg. Sistemas Sostenibles de Producción de Universidad de la Amazonia, Docente Semillero de Investigación en Equinos SIEQUUS, integrante del Grupo de Investigación en Fauna Silvestre, Docente Universidad de la Amazonia.

²Médico Veterinario Zootecnista y Docente Universidad de la Amazonia, Florencia Colombia.

³Médico Veterinario Zootecnista de la Universidad de Caldas, Esp. en Sanidad Animal U.D.C.A. Líder ICA departamental de la especie aviar del Valle del Cauca.

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.



Autor para Correspondencia*:
b.patiño@udla.edu.co

Como citar:

PATÍÑO-QUIROZ Beatriz Elena, BALDRICH-ROMERO Nicolás Ernesto y DUQUE-PATÍÑO Sebastián. 2017. Análisis del modelo normativo de prevención sanitaria de influenza aviar en Colombia. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias –FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia –Caquetá. 9(2). Pp. 23-29

INTRODUCCIÓN

Históricamente la producción avícola ha sufrido grandes cambios en su competencia con productos provenientes del extranjero, lo que la ha llevado a ser de los renglones más dinámicos del sector agropecuario, el crecimiento de esta producción va acorde con la demanda de carne de pollo y huevos que exige la población Colombiana cuantificada en 49.387.807 habitantes para septiembre de 2017 (DANE, 2017), estos productos se han convertido en una alternativa muy importante para garantizar la seguridad alimentaria del país.

Como cualquier ser vivo se predisponen a patógenos que en estos tipos de explotaciones de altas densidades poblacionales y altos niveles de estrés se convierten en temas de principal interés, y porque no decirlo, de preocupación para los productores, Médicos Veterinarios, asociaciones y entes de control. Las gallinas ponedoras y los pollos (*Gallus gallus domesticus*) son las aves de corral más susceptibles en comparación con los patos y gansos (familia *Anatidae*).

En el país se han identificado una serie de enfermedades que afectan a dichas producciones y están sujetas a vigilancia, inspección y control desde las plantas de beneficio y los

Resumen

La influenza aviar es la enfermedad causada por la infección del virus de la familia Orthomixoviridae, género Influenza virus A, encontrándose de forma natural entre las aves acuáticas de todo el mundo y puede infectar a las aves de corral domésticas y a otras aves así como otras especies. Colombia es un país libre de IA, pero está en la obligación ante la Organización Mundial de la Salud (OIE) de notificar su presencia en caso de ser encontrada en el territorio nacional. Como apoyo a los países, la FAO, mediante el proyecto regional denominado "Asistencia de emergencia para la detección temprana de la Influenza Aviar en la Región Andina" (Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) ha capacitado a Médicos Veterinarios del sector oficial en aspectos relacionados con vigilancia, diagnóstico y estrategias de control de la enfermedad. Esta revisión pretende dar a conocer la importancia de la enfermedad y porque Colombia constantemente realiza vigilancia epidemiológica para la enfermedad.

Palabras clave: Zoonosis, influenza, aviar, enfermedad, diagnóstico.

Abstract

The avian influenza is the disease caused by the infection of the virus from the orthomixoviridae family, influenza virus A gender. It occurs naturally among aquatic birds around the world and can infect domestic poultry as well as other birds of different species. Colombia is free from AI, but it is obligated to declare before the World Health Organization the presence of this in case of being found in the national territory. The FAO, supports the countries through the regional project known as <Emergency assistance for the early detection of avian influenza in the Andean region> (Colombia, Ecuador, Perú and Venezuela). It has trained veterinarians of the official sector in aspects related to surveillance, diagnosis and disease control strategies. This review aims to raise awareness of the importance of the disease and explain why Colombia constantly performs epidemiological surveillance for the disease.

Key words: Zoonoses, influenza, avian, disease, diagnosis.

establecimientos de comercialización para enfermedades como el newcastle, salmonelosis, enfermedad de gumboro, bronquitis infecciosa aviar y enfermedad de marek. Además de las patologías ya nombradas, existen otras de relevancia como la laringotraqueítis infecciosa aviar, pneumovirus aviar, la micoplasmosis y el coriza infeccioso, las cuales impactan de forma igualmente negativa, pero en menor escala la industria avícola.

Dentro de las enfermedades relacionadas como de mayor importancia por la amenaza que representa para la industria es la Influenza Aviar (IA), actualmente no se han presentado reportes en Colombia, aunque en 2005 se identificó la evidencia serológica de un virus de IA de baja patogenicidad, H9N2, no notificable en la región norte del Tolima. La OIE tiene definido los subtipos H5 y H7 como los de alta patogenicidad, con una elevada morbilidad y mortalidad.

Sistema de producción aviar nacional

La avicultura en el país ha sido uno de los sectores de la agricultura con mayor dinamismo en las últimas dos décadas, contribuyendo con 11% del producto interno bruto agropecuario, establecida como la segunda actividad económica en el sector con mayor desempeño, después de la ganadería (Bohórquez,

2014; CONPES, 2007).

Santander es el departamento líder en producción avícola en Colombia, con el 24,48% del total de población aviar, esta zona del país concentra la mayor cantidad de especímenes en sus diferentes ciclos y tipos de explotación: engorde, levante, postura, de material genético o reproductoras, incluidas las aves de traspatio (Fenavi, 2017). De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario en el 2016 (DANE, 2016), el inventario era de 157.135.371 aves, presentando un crecimiento de 4,4% con respecto al año anterior; para el 2017 se reportaron 163.829.909 con lo que se proyecta un crecimiento por encima de 5% (Fenavi, 2017), alojadas en 311.344 predios, distribuidas después de Santander en departamentos de la siguiente manera: Cundinamarca (19,36 %), Valle del Cauca (12,22 %), Antioquia (7,57 %) y Quindío (5,91 %), el 30,46 % restante se encuentra distribuido en el resto del país, consolidándose como una industria dinámica que aporta al consumo colombiano 2,3 millones de toneladas de proteína al año a precios asequibles. Para el 2016 el consumo per cápita en Colombia fue de 31,5 kg de carne pollo y 263 unidades de huevo y para el 2017 se proyecta que esta cifra aumente a 32 kg y 272 unidades de huevo, mostrándose como tendencia a duplicar la producción de carne bovina en el país; todo esto se ha logrado mediante la tecnificación de las explotaciones, establecimiento de protocolos de bioseguridad que garanticen la protección del estatus sanitario y el bienestar de las aves (Fenavi, 2017). Para el 2013 el portal especializado en avicultura SitioAvicola.com reporta que, según la FAO, Colombia ocupa el 5° lugar en producción de pollo (después de Estados Unidos, Brasil, México y Argentina) y el 4° en producción de huevo de mesa (después de Estados Unidos, México y Brasil)

Influenza aviar (IA)

La IA es una enfermedad contagiosa de las aves causada por un virus que se presenta en cepas de alta o de baja patogenicidad. Las cepas de alta patogenicidad tienen como agente causal un virus de la familia Orthomixoviridae, género Influenzavirus A. Las aves acuáticas y silvestres son los huéspedes naturales de todos los tipos conocidos de virus de la influenza tipo A.

La primera descripción de la Influenza Aviar como enfermedad, se remonta a 1878, en el norte de Italia, cuando se describió como una enfermedad contagiosa en aves de corral, asociada a una alta mortalidad (Capua, 2000) Esta enfermedad denominada en ese entonces como “plaga de las aves” fue confundida con el cólera aviar, sin embargo, en 1880, se había presentado como una enfermedad diferente basándose en unas propiedades clínicas y patológicas particulares y fue llamada tifo exudativo de las gallinas (Capua, 2002). En 1901 se determinó que la plaga de las aves era causada por un virus filtrable pero no fue hasta 1955 que se logró demostrar que el virus de la plaga de las aves era de tipo A de influenza virus, basándose en el tipo específico de proteína ribonucleica presente en el virus (Shäffer, 1955).

El término “la plaga de las aves”, fue cambiado por uno más apropiado, en el primer simposio internacional de Influenza aviar, organizado en Beltsville, Maryland, Estados Unidos en 1981, donde se le llamo Influenza Aviar de Alta Patogenicidad (IAAP).

“Desde 1955 hasta el 2000 se ha registrado 18 brotes de IAAP en pollos y pavos en diferentes países como Escócia (H5N1), Sud África (H5N3), Inglaterra (H7N3), (H7N7), (H5N1), Canadá (H5N9), Australia (H7N7), (H7N3), Estados Unidos (H5N2), Irlanda (H5N8), México (H5N2), Pakistán (H7N3), Hong Kong (H5N1), Italia (H5N2), (H7N1)” (buscaglia, 2004).

Reportes de Influenza Aviar en el mundo

Históricamente el virus de IA más conocido es un subtipo H7, que ha causado pérdidas de aves desde fines de 1800 en diferentes partes del mundo; en la década de los ochentas las epizootias en Estados Unidos con el subtipo H7, y década de los noventa en Reino Unido, México fueron causados por un subtipo viral H5 (Tunpey, 2005; Perez-Breña, 2004).

Los brotes de la enfermedad más recientes fueron reportados en Estados Unidos durante 2014 y 2015, causados por las cepas H5N2 y H5N8, en donde murieron a causa de la enfermedad y mediante sacrificio controlado 50.5 millones de aves, principalmente gallinas ponedoras y pavos. Los estados más afectados, fueron Minnesota, Iowa, Dakota del Sur, Wisconsin, California, Nebraska, Missouri, Dakota del Norte y Arkansas, los cuales reportaron incidentes positivos en diferentes sistemas productivos, aves de traspatio y silvestres (Jhung, 2015); para la atención de estos brotes, fueron destinados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) 950 millones de dólares.

Muchos de los países que importaban productos relacionados con la avicultura en Estados Unidos debieron instaurar la restricción total lo que llevó al cierre los mercados establecidos con un impacto económico calculado en 3.3 billones de dólares (Jhung, 2015). En 2016 se detectó un caso positivo en el estado de Indiana, por mutación de la cepa H7N8 de influenza aviar de baja patogenicidad (IABP) a IAAP, en total 400.000 aves fueron sacrificadas.

En 2017, 12 casos confirmados en aves silvestres, fueron detectados en granjas comerciales de pollos de engorde del sur este de los Estados Unidos, en los estados de Tennessee, Alabama, Kentucky y Georgia. (USDA, 2017). Se mencionan algunas de las rutas migratorias de estas aves, las cuales atraviesan gran parte del territorio americano y que representan un peligro inminente de ingreso del virus de IAAP e IABP a los países que atraviesan estas rutas, entre los cuales está Colombia. *Influenza aviar en Colombia:* Colombia es un país libre de IA, pero está en la obligación ante la Organización Mundial de la Salud (OIE) de notificar su presencia en caso de ser encontrada en el territorio nacional.

Como apoyo a los países, la FAO, mediante el proyecto regional denominado “Asistencia de emergencia para la detección temprana de la Influenza Aviar en la Región Andina” (Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) ha capacitado a Médicos Veterinarios del sector oficial en aspectos relacionados con vigilancia, diagnóstico y estrategias de control de la enfermedad.

Todo el programa sanitario de la especie aviar, implementado por el ICA, está amparado bajo la ley nacional 1225 del 28 de noviembre del 2008, “Por la cual se declara de interés Social

Nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de País libre de Influenza Aviar. Así como el control y erradicación de la enfermedad de Newcastle en el territorio Nacional y se dictan otras medidas encaminadas a fortalecer el desarrollo del sector Avícola Nacional”.

Esta vigilancia se implementó, desde septiembre de 2006, en 11 departamentos que cumplen con los criterios de riesgo para influenza (Antioquia, Arauca, Amazonas, Atlántico, Cesar, Norte de Santander, Santander, Huila, Nariño, Valle, Risaralda), y ya existía en Bogotá, Manizales, Barranquilla y Guaviare.

El Instituto Nacional de SALUD (INS) está trabajando en la elaboración del Plan Nacional Antipandemia que involucra los ministerios e instituciones que hacen parte del comité técnico de la Dirección de Prevención y Atención de Desastres y debe acordar acciones intersectoriales y responsabilidades para el momento de presentarse la emergencia. Por lo anterior, el Ministerio de la Protección Social (MPS) a través del convenio 354/2005 con el INS, está liderando el Plan sectorial de prevención y mitigación del impacto de la pandemia de influenza en Colombia.

Agentes etiológico de la Influenza Aviar

El virus de la IA pertenece a la familia Orthomixoviridae género Influenzavirus, se dividen en cepas de acuerdo con dos proteínas de la superficie del virus: la hemaglutinina (HA) y la neuraminidasa (NA). Se conocen 18 subtipos HA y 11 subtipos NA. Muchas combinaciones diferentes son posibles de las proteínas HA y NA. Por ejemplo, un "virus H7N2" designa un subtipo de influenza A que tiene una proteína HA 7 y una proteína NA 2. Similarmente, un virus "H5N1" tiene una proteína HA 5 y una proteína NA 1.

Todas las cepas conocidas de los virus de influenza A, pueden causar infecciones en las aves, excepto las cepas H17N10 y H18N11 que solo han sido encontrados en murciélagos. Algunos subtipos se pueden hallar en otras especies animales infectadas, como, por ejemplo, las infecciones por los virus H7N7 y H3N8 pueden causar enfermedades en los caballos y la infección por el virus H3N8 también puede causar enfermedad en los perros y caballos (NCIRD, 2017).

Signos clínicos en aves

Los signos de la enfermedad son en extremo variables y dependen de la edad, sexo, infecciones concomitantes, tipo virus entre otras. Las infecciones pueden variar clínicamente en: subclínicas, respiratoria aguda y/o urogenital y enfermedad sistémica severa.

Por lo tanto, la IA puede manifestarse como una enfermedad respiratoria, entérica, reproductiva o neurológica.

Signos clínicos descritos pueden incluir:

- Descenso en la producción de huevos, huevos en fáfara o deformados.
- Hinchazón de la cabeza, párpados, cresta, barbillones y espolones; cianosis de los barbillones, crestas y patas.
- Problemas respiratorios con descargas nasales claras, mucopurulentas o sanguinolentas; tos.

- Trastornos nerviosos, incoordinación; plumaje erizado; inapetencia; depresión.
- Diarrea.
- Incremento moderado en la mortalidad

Entre las lesiones macroscópicas en las aves:

- Aerosaculitis
- Involución ovárica y hemorragias
- Peritonitis por ruptura ovárica e inflamación renal con presencia de uratos.

Diagnóstico de la IA

El diagnóstico es confirmando a través de pruebas serológicas, aislamiento e identificación viral, las muestras de sueros de varias aves deben ser enviadas para pruebas serológicas. El virus de IA puede aislarse de muestras de tejidos (tráquea, pulmón, bazo, cloaca y cerebro), hisopados traqueales o cloacales, o muestras de materia fecal. Es importante determinar si la actividad hemoaglutinante detectada en el líquido alantoideo se debe al virus de IA o a otros virus hemoaglutinantes como el virus de Newcastle. También pueden realizarse detecciones directas de proteínas virales de IA o ácidos nucleicos de tejidos o hisopados.

Las pruebas serológicas se utilizan para demostrar la presencia de anticuerpos específicos que pueden detectarse siete días después de la infección. La serología recomendada es la precipitación en agar o prueba de inmunodifusión en agar gel para detectar anticuerpos anti-nucleoproteínas porque detecta anticuerpos específicos a tipo A compartidos por todos los virus de influenza A. Una vez que la influenza es detectada por inmunodifusión o ELISA se pueden determinar los subtipos por medio de inhibición de la hemoaglutinación (IH) e inhibición de la neuraminidasa (IN). La determinación de virulencia de una cepa particular, requiere aislamiento viral y subsecuentes descargas de pollos sanos controladas por el laboratorio. Recientemente una prueba de RTPCR rápida fue desarrollada en el laboratorio del Dr. David Swayne

Importancia Zoonótica: Su potencial zoonótico radica en que, bajo ciertas circunstancias, cepas específicas de IA pueden infectar y ser fatales en humanos (Beigel, 2005). La primera vez que se comprobó que la IA (H5N1), produjo muertes humanas, fue en 1997 en Hong Kong, repitiéndose en años sucesivos (Capua, 2002).

Durante el último simposio de IA se presentaron los resultados obtenidos después de analizar muestras de cadáveres de personas fallecidas durante la pandemia de gripe española de 1918; se sugiere que la misma fue producida por un virus de origen aviar (Tumpey, 2005; Alfonso, 2008).

La Organización Mundial de la Salud, entre 2003 y hasta el 30 de marzo de 2007, reporta 84 casos en humanos que han cobrado 170 muertes en países como China, Egipto, Indonesia, Tailandia, Vietnam, entre otros.

Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación, fueron consultadas la totalidad de bases oficiales de reporte de la patología, a nivel mundial y las medidas de control establecidas a

nivel nacional, así como los documentos relacionados de los principales exponentes del tema. La selección de tales escritos correspondió en primera instancia a las referencias ofrecidas por las fuentes oficiales y posteriormente por la rigurosidad científica de los mismos, lo anterior apoyado en herramientas de la Teoría fundamentada, cuyo diseño de investigación cualitativa ha sido utilizado para desarrollar teorías sobre fenómenos de salud relevantes, que no busca la comprobación de hipótesis, sino la generación de conclusiones científicas como producto de nuevo conocimiento.

Área de estudio

Según los datos de la cancillería de la República, Colombia posee una extensión terrestre de 1.141.748 km², todo este vasto territorio limita: al este con Venezuela en una frontera de 2.219 km, al sureste con Brasil, 1645 km, al sur con Ecuador, 586 km; y Perú, 1626 km, y al oeste con Panamá con 266 km de límites terrestres.

Resultados y discusión

Factores de riesgo para el ingreso de la enfermedad en Colombia

Las aves acuáticas y silvestres son los reservorios naturales del virus, sus rutas migratorias representan un peligro latente para el ingreso del virus de IA a los países que hacen parte de estas rutas, Colombia se encuentra entre estos dada su ubicación geográfica al norte del continente y siendo el único punto de acceso terrestre a centro-américa por el tapón del Darién por sus límites con Panamá; las principales rutas migratorias de aves son:

1. *Ruta Migratoria del Pacífico*: Las aves costeras de pico largo y curvo nidifican en las tundras de Alaska y Canadá, luego de la temporada de reproducción, estas aves inician su migración hacia el oeste de Estados Unidos por la Costa del Océano Pacífico hacia el sur. Muchas de estas aves llegan hasta Chile, pasando por Centro América, Colombia, Ecuador y Perú. Cuando se acerca la primavera en el hemisferio norte, las aves migratorias inician su viaje de regreso (Hanson, 2003)
2. *Ruta Migratoria del Misisipi*: Las aves que habitan en la cuenca del río Misisipi, pasan el verano en los humedales que se extienden a lo largo del río. Cuando la temporada de invierno inicia, estas aves inician su migración por el centro de Estados Unidos hacia el sur, pasando por Centro América por la Costa del Atlántico e ingresando por la Costa Norte de Colombia. (Minambiente, 2017).

Alrededor de 275 especies de aves silvestres atraviesan Colombia en sus rutas de migración, todas con la posibilidad de ser portadoras de los virus, por esta razón, el país y el ICA, cuentan con un sistema diseñado como programa sanitario aviar, cuyo principal objetivo es mejorar el estatus sanitario de la especie aviar en el territorio colombiano, basándose en tres procesos fundamentales:

- Programa nacional de prevención y vigilancia de la Influenza Aviar.
- Programa nacional de control, erradicación y vigilancia de la enfermedad de Newcastle.
- Programa nacional de control, erradicación y vigilancia de Salmonella *pullorum* y *S. gallinarum* en granjas de material

genético habilitadas para exportación y plantas de incubación.

En Colombia la IA es una de las tres enfermedades de control oficial en aves, junto con Newcastle y Salmonelosis aviar. El ICA creó el “Manual de emergencia para la prevención, control y erradicación de la influenza aviar”, todo el programa sanitario de la especie aviar, implementado por el ICA (2014) está amparado bajo la ley nacional 1225 del 28 de noviembre del 2008, “Por la cual se declara de interés Social Nacional y como prioridad sanitaria la creación de un programa que preserve el estado sanitario de país libre de Influenza Aviar”, dichos programas consisten en la vigilancia epidemiológica, activa y pasiva, muestreo serológico para detección de anticuerpos, fortalecimiento de la red de diagnóstico veterinario, mediante el cual, el laboratorio del ICA fue el primero en Latinoamérica en ser certificado para el diagnóstico de I.A (ICA, 2008).

Puntos de control sanitario

Los controles se realizan en aeropuertos, puertos internacionales, y pasos fronterizos, ya que la Influenza Aviar como muchas otras enfermedades, suelen traspasar fronteras por medio de animales, viajeros o mercancías que provienen de países con circulación viral activa poniendo en riesgo el estatus sanitario del país (INS y ACIN, 2007).

Aun con estos esfuerzos que se aumentan a diario, no se puede asegurar que sean barreras suficientes para la limitación de ingreso del virus y puede afirmarse que el país ha contado con suerte ya que la enfermedad no ha ingresado al país. El Instituto Nacional de Salud en su Plan Anti pandemia de Influenza Aviar reporta que la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2007) mantiene el nivel de alerta pandémica en fase 3 y el Gobierno nacional hace a través de este plan, un llamado para aunar esfuerzos en torno al fortalecimiento de la infraestructura física, técnica, operativa y de recursos humanos.

Colombia, al igual que todos los países del mundo, está preparándose para una eventual pandemia de influenza Aviar, siguiendo todos los lineamientos y protocolos internacionales establecidos, especialmente los planteados por la Organización Mundial de la Salud y la Organización Panamericana de la Salud. Esto implica una mayor vigilancia en salud pública, compromiso serio por parte del gobierno con las políticas del servicio veterinario el estado en cabeza del ICA, reflejado en fortalecimiento y continuidad de los procesos establecidos y de la vinculación del personal capacitado durante años, para la atención de un inminente brote de Influenza Aviar (OMS, 2013).

Los casos reportados en Colombia hasta la fecha están relacionados con serotipos de baja patogenicidad, el último reportado en el año 2005 (IABP H9N2). Desde la declaración como país libre de influenza aviar en el 2011, las actividades de sensibilización, educación, divulgación, prevención y control han aumentado con el ánimo de mantener dicho estatus y así mismo afrontar con mayores oportunidades los tratados y acuerdos comerciales firmados y en procesos de formalización con diferentes países del mundo (Villa- Ortega, 2010)

Planes de acción y normatividad nacional

La Resolución 769 de 2003, establece las medidas sanitarias para la prevención de Influenza Aviar en el territorio nacional, donde

se expresa que toda persona natural o jurídica tiene la obligación de notificar cuadros clínicos compatibles con la enfermedad, siendo atendidos de forma inmediata por los funcionarios del ICA, con la toma de muestras correspondientes según el Proyecto Nacional y el Manual de Procedimientos elaborado por el ICA para prevenir la Influenza Aviar. Estas posteriormente deben remitirse al Laboratorio Nacional de Diagnóstico de Enfermedades Aviares ICA-CEISA, para que se realice el diagnóstico diferencial (Díaz, 2011).

En esta misma normativa se confirma que en el caso de que aparezca la Influenza Aviar en territorio nacional, el ICA declarará el estado de emergencia sanitaria, dando aplicación a las medidas cuarentenarias descritas en el manual de procedimientos para el control y erradicación de la enfermedad. De igual manera, se afirma la prohibición de la importación, comercialización y aplicación de antígenos y vacunas contra la Influenza Aviar en el territorio nacional (Godoy, 2006).

El Instituto Colombiano Agropecuario en su manual de emergencias describe que con el propósito de atender de manera oportuna cualquier sospecha clínica de Influenza Aviar en Colombia, se ha establecido que ante el reporte clínico o afectación de los parámetros productivos compatibles con signos de enfermedad, este reporte se manejará como un episodio de Influenza y se adoptarán medidas inmediatas de bioseguridad, cuarentena, control de la movilización, toma y envío de muestras al laboratorio y otras.

Por lo anterior se denomina ruta crítica, al tiempo transcurrido desde el momento de la notificación del evento, hasta el momento en el cual es comunicado el resultado de laboratorio. De acuerdo con las características de cada prueba, los tiempos mínimos establecidos para el diagnóstico oportuno se han calculado de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1. Ruta de Acción y horas de límite de ejecución

RUTA DE ACCIÓN	HORAS
Notificación	24
1ª Visita del Médico Veterinario	24
Toma y envío de muestras al laboratorio	24
Procesamiento de las muestras	48
Emisión del resultado	72

El tiempo podrá variar de acuerdo con las pruebas confirmativas. Cuando sea necesario se podrán enviar muestras al laboratorio de referencia en Ames – Iowa, en los Estados Unidos. A los tres días pos notificación se requerirá una ruta de acción diagnóstica (Tabla 2).

Tabla 2. Ruta de acción diagnóstica y horas límite de acción

RUTA DE ACCIÓN DIAGNÓSTICA	HORAS
Prueba AGID	48
Prueba PCR	48
Prueba IH	24
Aislamiento viral (lo cual puede variar de acuerdo con el número de pasajes necesarios para lograr aislar el virus).	168, 136 o 504

Ante la confirmación del aislamiento e identificación del virus (Fase II) por el laboratorio nacional de referencia, de un foco de IA, el ICA procederá a realizar la cuarentena del área afectada mediante una resolución con el comité de emergencia lo que permitirá evaluar la situación y tomar las medidas necesarias para evitar la difusión del virus y lograr su pronta erradicación.

La tarea de erradicación de la Influenza Aviar notificable (IAN) incluye, además:

1. La delimitación de las áreas infectadas, de protección y de vigilancia.
2. Cuarentena cerrada que impida la salida de animales desde la explotación y desde las áreas definidas como infectadas.
3. Verificación del diagnóstico y determinación del subtipo de virus actuante.
4. Rastreo epidemiológico que defina el origen y la dispersión de la enfermedad.
5. Limpieza y desinfección de las instalaciones y lugares infectados.
6. Sacrificio con destrucción y disposición adecuada de los residuos orgánicos, aves enfermas y sus contactos.
7. Pruebas serológicas de las explotaciones y sacrificio de todos los animales, si resultan aves positivas en el predio.
8. Establecimiento de procesos de vigilancia con aves centinelas a las que se les practicará seguimiento clínico diario, serológico semanal y virológico al final de los 21 días, intentos de aislamiento del virus mediante muestreos de las camas, vacunación estratégica limitada a la zona infectada y zona de protección.

La Resolución 1285 de la Comunidad Andina de Naciones (CAN), en su artículo 4 menciona que cuando la importación de las aves proceda de un tercer país o zona que después de haber tenido algún reporte de enfermedad se considere, según el caso, libre de patologías exóticas de importancia para la Comunidad Andina, tales como la Tuberculosis aviar, Hepatitis viral del pato, Enteritis viral del pato, Influenza aviar u otras enfermedades exóticas, según la normativa vigente, dicha condición de país libre deberá haber sido reconocida, mediante resolución, por la Secretaría General de la CAN, previa recomendación del Comité Técnico de Seguridad Agropecuaria (COTASA) según la normativa comunitaria vigente (Olaya- Carry, 2008)

Esta resolución relaciona los requisitos relacionados con la Influenza Aviar cuando la importación proceda de países o zonas libres de Influenza Aviar de declaración obligatoria debido a la gravedad de un virus altamente patógeno.

Las aves proceden de establecimientos de un país o zona libre de Influenza Aviar de declaración obligatoria debido a virus altamente patógenos y han permanecido en él desde su nacimiento.

- Las aves no han sido vacunadas.
- Los resultados de la prueba de inmunodifusión en agar gel realizados 15 días antes de la exportación son negativos.
- La vigilancia requerida de la enfermedad se llevó a cabo en la explotación durante, por lo menos, los veintiún (21) últimos días y conforme a lo estipulado en el código de la OIE.

La Ley 1255 de 2008, indica que el ICA prohibirá el ingreso a Colombia de aves vivas y productos aviares de riesgo que procedan de países o zonas en las cuales se ha registrado Influenza Aviar, para tal efecto, se cerrará el país o zona afectada hasta que compruebe que se ha liberado de la enfermedad. Además, el ICA deberá realizar el análisis de riesgo con el fin de verificar la erradicación de la enfermedad y la condición sanitaria del país o zona de origen, dentro del término que para tal efecto se señale, para que posteriormente la misma entidad emita un concepto zoonosanitario que permita o no el ingreso de aves vivas, productos y subproductos aviares a Colombia.

Colombia se auto declara como País Libre de Influenza Aviar de alta y baja patogenicidad por eso la resolución 1610 de 2011, respaldado por la no presencia de la enfermedad desde hace más de diez años, producto de los sistemáticos monitoreos seroepidemiológicos a la población avícola nacional con resultados negativos obtenidos del sistema nacional de vigilancia epidemiológica de detección precoz y alerta temprana del ICA. Además, Colombia cumple con las consideraciones establecidas en el Capítulo 10.4 del Código Sanitario para los animales terrestres de la OIE.

Según la Resolución 3655 de 2009 del ICA, señala que este instituto ha venido desarrollando acciones sanitarias de vigilancia y prevención de la Influenza Aviar en el territorio nacional, con el fin de prevenir y mitigar cualquier riesgo de ocurrencia de esta enfermedad y se aplicará a todas las aves de corral y a los productores, comercializadores, importadores y exportadores de las aves y huevos fértiles, mediante el desarrollo anual de las siguientes actividades en el territorio nacional:

- Adoptar las medidas sanitarias y realizar las acciones necesarias de prevención y vigilancia en puertos, aeropuertos y pasos fronterizos a las aves vivas, productos y subproductos avícolas.
- Vigilancia epidemiológica activa de Influenza Aviar en las importaciones de aves vivas y huevos fértiles.
- Vigilancia epidemiológica activa de la Influenza Aviar en las aves de corral de conformidad con las recomendaciones de la Organización Mundial de Sanidad Animal OIE.
- Diagnóstico diferencial de Influenza Aviar en todos los casos que ingresen al sistema de vigilancia epidemiológica pasiva como sospechosos de síndrome respiratorio aviar.
- Vigilancia de la presencia de anticuerpos en las aves de traspatio, aves de combate y aves silvestres consideradas de riesgo.
- Actividades de educación y socialización de las medidas de prevención de la Influenza Aviar.
- Capacitación periódica del personal para la atención de protección fronteriza, diagnóstico y trabajo de campo.
- Revisión y actualización permanente de las pruebas diagnósticas.
- Establecer la atención inmediata, toma de muestras y diagnóstico oficial de toda sospecha de enfermedad de Influenza Aviar, por parte de funcionarios del ICA.

Conclusiones

- La situación actual del país es favorable para el control y la detección temprana de influenza aviar, esto no quiere decir que los organismos sanitarios se puedan confiar frente a los posibles

riesgos de ingreso de esta enfermedad.

- El compromiso del Instituto Colombiano Agropecuario ICA es claro y se convierte en oportuno ya que han realizado una investigación exhaustiva comparada con las medidas tomadas en otros países el cual tiene como propósito atender cualquier sospecha clínica de Influenza Aviar en Colombia, lo cual deberá adoptarse con medidas inmediatas de bioseguridad, cuarentena, control de la movilización, toma y envío de muestras al laboratorio entre otras.

Literatura citada

Alfonso Zamora, P., Percedo, M. I., Abeledo, M., & Noda, J. (2008). Algunas pautas para establecer una estrategia de vigilancia epidemiológica de la Influenza Aviar. *Revista de Salud Animal*, 30(2), 69-77.

Bohórquez Arévalo, Víctor David. (2014). *Perspectiva de la producción avícola en Colombia*. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia.

Beigel, John H., et al. (2005). Avian influenza A (H5N1) infection in humans. *The New England journal of medicine*, 353(13), 1374.

Buscaglia, C. (2004). Influenza aviar. *In Vet*, 6(1), 71-84.

Capua, Ilaria, & Alexander, Dennis. (2002). Avian influenza and human health. *Acta tropica*, 83(1), 1-6

Capua, Ilaria, & Marangon, Stefano. (2000). The avian influenza epidemic in Italy, 1999—2000: A review. *Avian Pathology*, (29)4, 289-294.

Congreso de la república de Colombia, Ley 1255 del 2008.

Conpes. (2007). Documento 3468 de Política Nacional de Sanidad e Inocuidad para la cadena avícola.

DANE. Departamento Administrativo de Estadística, DANE. (2016). Encuesta Nacional Agropecuaria, ENA [Base de datos]. Bogotá: DANE. Disponible en: [Url:http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=240&Itemid=73](http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=240&Itemid=73)

Instituto Nacional de Salud y ACIN. (2009). Plan de Prevención y Mitigación del Impacto de la Pandemia de Influenza en Colombia. Disponible en <https://www.minsalud.gov.co/Documentos%20y%20Publicaciones/MANUAL%20DE%20BIOSEGURIDAD.pdf>

Declaración, DE cusco. Comunidad Andina de Naciones. *Secretaría General*, 2004. Resolución 1285.

Díaz, Victoria Eugenia Cano, et al. Análisis de la legislación sanitaria y ambiental para empresas del sector avícola y sugerencias para su aplicación. 2011.

Fenavi. (2016). El mercadeo del huevo en Colombia. Disponible en <http://www.fenavi.org>

- Godoy, P. (2006). Pandemia de gripe aviar: un nuevo desafío para la salud pública. *Gaceta Sanitaria*, 20(1), 4-8.
- Hanson BA, Stallknecht DE, Swayne DE, Lewis LA, Senne DA (2003) Avian influenza viruses in Minnesota ducks during 1998–2000. *Avian Dis* 47: 867–871.
- ICA. Resolución 0769 de 2003.
- ICA (2008). Resolución N° 0003283. Instituto Colombiano Agropecuario.
- ICA. Resolución 3655 de 2009.
- ICA. Resolución 1610 de 2011.
- Instituto nacional de salud (ISN) y ACIN. (2007). Plan de Prevención y Mitigación del Impacto de la Pandemia de Influenza Aviar en Colombia. 52p.
- Jhung, M. A., & Nelson, D. (2015). Outbreaks of avian influenza A (H5N2), (H5N8), and (H5N1) among birds—United States, December 2014–January 2015. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 64(4), 111.
- Jaimes, Javier, et al. (2010). Las enfermedades infecciosas y su importancia en el sector avícola. *Revista Medicina Veterinaria*, 20, 49-61.
- OIE. (2016). Informe de la organización Mundial de Sanidad Animal. Portal sobre influenza aviar Recuperado de: <http://www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/web-portal-sobre-la-influenza-aviar/referencias-internacionales-aplicables/>
- Organización mundial de sanidad animal. (2011). Enfermedades de la Lista de la OIE. Paris, France: OIE.
- OMS. (2013). Gar alerta y respuestas mundiales. Infección humana por el virus de la gripe aviar (H7N9) en china Actualización.
- OIE. 2016. Código Sanitario para los animales terrestres. Capítulo 10.4 “Infección por los virus de la influencia aviar.
- OIE. Portal Web de la OIE sobre la Influenza Aviar. En: www.oie.int/es/sanidad-animal-en-el-mundo/web-portal-sobre-la-influenza-aviar/
- Pérez-Breña, Pilar, & Casas, Inmaculada. (2004). Infecciones producidas por los virus de la gripe aviar A (H5N1) en las poblaciones de aves del sudeste asiático y en la especie humana. *Enfermedades infecciosas y microbiología clínica*, (22)7, 412-418.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural de Colombia. (2011). Proyecto Prevención y Reacción Temprana ante un brote de Influenza Aviar Altamente Patógena en Colombia.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial de Colombia. (2010). Plan Nacional Sectorial Ambiental para la Prevención y Vigilancia de la Influenza Aviar en especies silvestres.
- Schäfer, Werner. (1955). Vergleichende sero-immunologische Untersuchungen über die Viren der Influenza und klassischen Geflügelpest. *Zeitschrift für Naturforschung B*, 10(2), 81-91.
- Tumpey, T. M., et al. (2005). Characterization of the reconstructed 1918 Spanish influenza pandemic virus. *science*, 310(5745), 77-80.
- Villa Ortega, Humberto. (2010). Actualización de la normatividad ambiental aplicable al sector avícola colombiano. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- World Organisation for Animal Health. Summary of immediate notifications and follow-ups—2014. Highly pathogenic avian influenza. Disponible en: http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/Immsummary

TRATAMIENTO DE FRACTURA SALTER-HARRIS TIPO I DE FÉMUR DE CANINO, MEDIANTE USO DE PLACA DE COMPRESIÓN DINÁMICA: ESTUDIO DE CASO

Treatment of Salter-Harris type I fracture of the femur by using the dynamic comprehension function. Case report

Alba Cristina Espinosa-Nuñez¹, María Alejandra Guzmán-Rios^{2*}

Filiación Institucional

¹Médico Veterinario Zootecnista. Esp. En Pedagogía, Esp. En Sistemas Sostenibles de Producción Pecuaria y Mg. En Ciencias Veterinarias Universidad de la Salle. Docente. Grupo de Investigación en Fauna Silvestre. Centro de Investigación de la Biodiversidad Andino Amazónica –INBIANAM Universidad de la Amazonia.

²Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de la Amazonia, Semillero de Investigación SIEQUUS, Grupo de Investigación Fauna Silvestre.

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.



Autor para Correspondencia*:
kries23@gmail.com

Como citar:

ESPINOSA-NUÑEZ, A. Cristina, GUZMÁN-RIOS, M. Alejandra. 2017. Tratamiento de fractura salter-harris tipo I de fémur de canino, mediante uso de placa de compresión dinámica: estudio de caso. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia - Caquetá. 9 (2). Pp. 30-35

Introducción

La ortopedia en perros y gatos fue una disciplina poco desarrollada hasta 1920, donde el principal antecedente, se ubica en el libro *Diseases of the Dog* escrito por Mùhller, donde en no más de siete páginas, se abordan componentes generales relacionados con el esqueleto del perro y algunas fracturas (Santoscoy y Morales, 2008). Claramente, cada uno de los tejidos, estructuras y órganos del cuerpo son necesarios para su correcto funcionamiento anatómico fisiológico, ya que en el momento en que incluso la más pequeña estructura se altere física o bioquímicamente se presentará, según López y otros (2016), un desbalance y con ello la enfermedad.

El hueso es un tejido dinámico en constante formación y reabsorción, que permite el mantenimiento del volumen óseo, la reparación del daño tisular y la homeostasis del metabolismo fosfocálcico (Torres y Montealegre, 2017). Desde el punto de vista histológico, el hueso es un tejido conjuntivo mineralizado muy vascularizado e innervado, que está estructurado en laminillas de matriz osteoide calcificada. La disponibilidad de estas laminillas son las que determinan que el hueso sea cortical o esponjoso, en donde ambos están constituidos por osteonas (Farre y Macaya, 2013). El hueso cortical o compacto se

Resumen

Se reporta un caso clínico de un canino raza pinscher de cinco años aproximadamente, con trauma en el miembro pélvico derecho y claudicación grado III. Luego de la radiografía se diagnosticó fractura Salter harris tipo I, para cuyo manejo se discute y concerta con el propietario, la instauración de dos cirugías ortopédicas de osteosíntesis de la diáfisis femoral y de extracción de la placa ósea; el plan terapéutico consistió en el uso de analgésicos, antiinflamatorios, antibióticos y multivitámicos con aminoácidos, con el propósito de estabilizar y preparar al paciente para los procedimientos quirúrgicos programados. El paciente evolucionó exitosamente al tratamiento quirúrgico y farmacológico.

Palabras clave: fractura, diáfisis de fémur, callo óseo, osteosíntesis

Abstract

A clinical case of an approximately five-year-old pinscher breed, with the trauma in the right pelvic member and claudication grade III is reported. After the x-ray, a salter harris type I fracture is diagnosed. Later, it was decided with the owner to realize two orthopedic osteosynthesis surgeries of the femoral diaphysis and the removal of the bone plate. The therapeutic plan consisted in the use of analgesics, anti-inflammatories, antibiotics and multivitamins with amino acids, in order to stabilize and prepare the patient for corresponding surgical procedure. The patient responded correctly to the procedure performed, without showing any alteration which was evidenced by the progress in the development of bone callus in the fracture. The evolution was monitored by radiographic and orthopedic examinations.

Key words: fracture, diaphysis of the femur, osseous callus, osteosynthesis

estructura en conductos de Havers recubiertos de laminillas en disposición concéntrica donde se sitúan los osteocitos y el hueso esponjoso o trabecular lo constituyen laminillas óseas en forma de red que delimitan cavidades areolares en cuyo interior se encuentra médula ósea (Hernández et al., 2006).

Según diversos autores entre los que se cuenta Carrillo y otros (2013), las diferentes fuerzas (compresivas, tracción, flexión y torsión) aplicadas sobre el hueso son las responsables de la producción de una fractura, cuyo proceso de remodelación ósea implica una serie de pasos que se inician a partir de un estímulo del tejido óseo, que puede ser inducido o provocado por una lesión. Según Trueta (1963), la cicatrización de una fractura está determinada en gran medida por tres importantes factores: la calidad de la reducción de la fractura, el grado de fijación de la misma y el suministro sanguíneo regional; cada uno de los cuales tiene valor en la cicatrización ósea; una mala reducción del espacio entre los fragmentos, incrementará la formación de callo óseo requerido y por lo tanto, prolonga el tiempo de la reparación (Bruse et al., 1989; Rosen, 1975; Wheeler et al., 2002). Entre las diferentes técnicas de osteosíntesis existen la estabilización con clavos (Marti y Miller, 1994; Schwarz, 2005); placas de osteosíntesis (Schwarz, 2005); y fijadores esqueléticos externos Kirchner-Ehmer (KE) (Kraus et al., 2003; Özsoy y Altunatma,

2003; Schwarz, 2005) y sus variantes.

De acuerdo con Carrillo y otros (2013), son muchas las causas que pueden dar lugar a una aparición de fracturas, pero las más frecuentes en pequeños animales son los traumatismos por accidentes de tránsito que abarcan entre un 75 a 80% de todas las fracturas en estas especies; a estos traumatismos le siguen las generadas por caídas desde alturas, mordeduras por peleas, heridas de armas de fuego u otros.

Las fracturas de la placa de crecimiento son aquellas que involucran al cartílago de crecimiento de los huesos largos en animales esqueléticamente inmaduros. Salter y Harris (1963) clasificaron en cinco tipos distintos a estas fracturas, la clasificación permite establecer pronósticos y planificar el tratamiento individual de (Carmichael, 1999). Las fracturas se clasifican según la solución de continuidad en la piel, como abiertas, que permiten una comunicación directa entre el medio externo y el hueso, éstas presentan diferentes categorías de acuerdo a la intensidad y grado de compromiso de las estructuras anteriormente descritas; y cerradas, que son aquellas que no tienen contacto con el exterior y no presentan subclasificación de acuerdo a la intensidad de la lesión; de igual manera según Suazo (2012) se clasifica según la dirección y la localización, en transversas, oblicuas o en espiral de acuerdo a la orientación de la línea fracturaria; según el grado de lesión ósea se pueden dividir en incompletas o fisuras, completas y multifragmentadas o conminutas; y finalmente, según la estabilidad después de la reducción anatómica, se clasifican en estables e inestables.

En este trabajo se describe un caso de osteosíntesis de una fractura de fémur tipo Salter-Harris tipo I en un canino hembra de 5 años de edad.

Metodología

Ubicación geográfica

El presente reporte de caso fue desarrollado en la Universidad de la Amazonia, ubicada en la ciudad de Florencia en el departamento del Caquetá, ubicada en las coordenadas 1°36' 51" latitud norte y 75° 36' 42" longitud oeste al sur de Colombia en la región amazónica sobre la estribación oriental de la cordillera de los andes, con una altitud media de 242 m.s.n.m, precipitación media anual de 3840 mm, la temperatura varía de 25°C a 35°C en promedio y una humedad relativa superior al 80%. (IGAC,2010).

Este caso no requiere aval del comité de ética, bioética y bienestar animal, pues todas las decisiones respecto al caso hacen parte del ejercicio profesional del médico tratante, siendo un reporte de tipo descriptivo para determinar el avance pre y post-operatorio de la cirugía.

Ingresa paciente canino (hembra) de aproximadamente cinco años, raza pinscher, con 3,5 kg de peso vivo, con trauma en el miembro pélvico derecho al parecer por una caída que había sufrido desde un 2 piso 8 días atrás.

Al realizar la exploración clínica se halla un paciente de actitud apoplética y constantes dentro de los parámetros normales, tomado como referencia los valores normales de Rafael Sarmiento, en su libro de semiología veterinaria (2009). A la

evaluación ortopédica se evidenció dolor intenso en el miembro pélvico derecho, claudicación grado III y crepitación a nivel diafisaria del fémur; ante esta condición, se realizan las pruebas complementarias que incluyen examen radiológico para lograr conocer con precisión el estado del miembro afectado, de igual manera un hemograma con la finalidad de evaluar la morfología y la medición absoluta y relativa de los tres tipos básicos de células que contiene la sangre (eritrocitos, leucocitos y plaquetas). (Bossa, *et al.*, 2002-2009) y de esta manera lograr determinar un estado general del paciente y proceder a la toma de decisiones.

Tratamiento y procedimientos

Posterior a la consulta y basados en los hallazgos del examen clínico y resultados obtenidos de las pruebas complementarias, se da inició al plan terapéutico como primera opción para el manejo del dolor y la inflamación que manifestaba el paciente, con la aplicación de tramadol con una posología de (2mg/kg) vía SCT, cada 12 horas durante cinco días y dipirona (25 mg/kg) vía IM cada 12 horas por cinco días y se inmovilizó el miembro afectado con un vendaje tipo Robert Jones, que consiste en acomodar sucesivas capas de algodón y venda sobre la zona afectada siendo lo normal el empleo de capas hasta alcanzar un diámetro tres veces mayor que el de la extremidad; según López y del Arco (2012) este tipo de vendaje permite prevenir daño de vasos y nervios, además evitar que el hueso penetre piel o prevenir posibles infecciones y minimizar mayor daño en extremos óseos y tejidos blandos, luego de tres días fue retirado el vendaje y se hace limpieza de la zona con clorhexidina dado que ha demostrado ser útil en la prevención de infecciones ocasionadas por bacterias Gram negativas y Gram positivas (Maya, *et al.*, 2011), (Figura 1a, b y c).



Figura 1. Procedimiento de inmovilización del miembro afectado con vendaje tipo Robert Jones **a.** Realización Vendaje, **b.** Inmovilización tipo Robert Jones y **c.** Adecuación del vendaje.

Una vez efectuada la evaluación radiográfica (Figura 2), se programó la cirugía para la reparación de la fractura, mediante la osteosíntesis y el uso de placa de comprensión dinámica; para lo cual se preparó la zona rasurando el área a intervenir y se desinfectó con jabón de clorhexidina; así mismo, previo al procedimiento quirúrgico, el protocolo utilizado como anestésico consistió en premedicación con Maleato de Acepromazina (IM) (0,05 mg/kg) y Xilacina (IM) (0,2 mg/kg); inducción con Propofol (IV) a efecto (2 mg/kg) administrando la dosis total en tres minutos, mantenimiento anestésico con isoflurano 1,3 CAM (Concentración alveolar mínima) y fentanilo (IV) (8 mg/kg) goteo lento durante toda la intervención quirúrgica.

Con respecto a la realización de la cirugía una vez efectuada la evaluación radiográfica, se ubicó el animal en posición de cúbito



Figura 2. a. Fijación de la placa de compresión, cirugía osteosíntesis. **b.** Localización de la fractura y fijación de la placa de compresión (osteosíntesis).

lateral, localizando la línea de fractura y con el uso de una broca del tamaño adecuado para los agujeros de la placa a utilizar, se perforaron los agujeros y finalmente se insertaron los tornillos de tracción inter fragmentario con la finalidad de aumentar la estabilidad en la cortical distal y para reducir el desgaste de la placa, ayudando a proporcionar firmeza mientras que estos son retirados, con referencia de la AO foundation en su documento de técnica quirúrgica.

Al finalizar la cirugía se inició un protocolo terapéutico suministrando dipirona (25 mg/kg) (IM) cada 12 horas por ocho días, tramadol (2mg/kg) vía subcutánea (SC), cada 12 horas durante ocho días, por otra parte, para prevenir infecciones se administró cefradina (20mg/kg) vía oral (VO), cada 12 horas, durante 15 días, adicionalmente se instauró el uso de Glicopan (1,5 ml) (VO) cada 12 horas, durante 15 días como coadyuvante en la formación del callo óseo durante la recuperación post quirúrgica. Ocho días después de la cirugía, el paciente muestra un dolor leve para lo cual se instaura una terapia de sostén utilizando nuevamente el tramadol (3 mg/kg) vía (SC) cada 12 horas durante ocho días consecutivos repitiendo protocolo a los ocho días siguientes, en los intervalos del tramadol se administró carprofeno (2,2 mg/kg) (VO) cada 12 horas durante ocho días consecutivos y repitiendo a los ocho días.

Resultados y discusión

Una vez realizada la osteosíntesis de fémur se continuo el seguimiento post-operatorio, para observar el proceso de cicatrización e inflamación de la herida y seguimiento radiográfico cada mes donde se evaluó el éxito de la intervención mostrando que la alineación, aposición y el aparato, cumplían con lo establecido ortopédicamente (Figura 3).



Figura 3. Seguimiento fotográfico del proceso cicatrizal de la paciente

En el primer examen hematológico, se determinó (Tabla 1) una hemoconcentración y hematíes normocíticos normocromicos, sugiriendo que este aumento referente al hematocrito y la hemoglobina, fue a causa de una deshidratación encontrada en el momento de tomar la muestra y donde el paciente presentaba adipisia además del estado febril ocasionado por el proceso de inflamación producto de la injuria (Herrera, *et al.*, 2007); referente a las plaquetas, se evidenció una trombocitosis derivado posiblemente del incremento excesivo en los niveles endógenos en citocinas como la trombopoyetina o la interlucina por procesos inflamatorios. (Evatt, *et al.*, 1986); la leucocitosis presentada debido a procesos inflamatorios agudos y crónicos (Merino, 2008), que en este caso ocurrió como una respuesta al foco de fractura.

Tabla 1. Resultados cuadro hemático

	Resultados	Valores de referencia
HEMATOCRITO	0,64	0,37-0,55 L/L
HEMOGLOBINA	20,50	12 - 18 g/L
ERITROCITOS	8,80	5,50-8,5 x 10 ¹² /L
PLAQUETAS	528	200-500 x 10 ⁹ L
PROTEINAS TOTALES	8	5,50 - 7,5 g/dl
LEUCOCITOS	19,90	6,00-17 x 10 ⁹ L
NEUTROFILOS SEG.	12,10	3,00-11,4 x 10 ⁹ L
LINFOCITOS	6,20	1,00-4,8 x 10 ⁹ L
EOSINOFILOS	1,20	0,10-0,75 x 10 ⁹ L
OBSERVACIONES		
HEMOCONCENTRACION, HEMATIES NORMOCITICOS NORMOCROMICOS EN LA MUESTRA		

La eosinofilia leve es producto de una parasitosis, ya que estos desempeñan un papel relevante en la defensa contra ciertos parásitos (Vives y Aguilar, 2002). Los parásitos que afectan con mayor frecuencia a los caninos son: *Ancylostoma caninum*, *Trichuris vulpis*, *Strongyloides stercoralis*, *Dipylidium caninum* y *Toxacara canis*. (Guzmán, *et al.*, 2007). Por lo tanto, se le suministro el Keiatel® (Pirantel pamoato, praziquantel y febantel) que se clasifica como antihelmíntico de amplio espectro con acción vermícida, larvívica y ovívica sobre parásitos de diferentes géneros contra nematodos y tenías gastrointestinales; es muy utilizado en caninos. La dosis suministrada fue de 1 ml /5 kg de peso vía oral como dosis única (Parra, *et al.*, 2017).

En la clasificación de acuerdo con la orientación de la línea fracturaría Salter y Harris (1963), clasificaron a estas fracturas de acuerdo con la configuración que adoptan, en cinco tipos distintos. La clasificación permite establecer pronósticos y planificar el tratamiento individual de cada fractura (Audisio, *et al.*, 2017) siendo así el diagnóstico radiográfico definitivo, una fractura cerrada diafisaria de fémur Salter-Harris tipo I.

Durante y después de realizado el plan terapéutico la paciente, evidenció una mejoría en la cicatrización e inflamación de la herida. Como consecuencia de un adecuado post-operatorio, como en este caso está el suministro de fármacos como: Tramadol® (Clorhidrato de tramadol) que es un analgésico de acción central, con un doble mecanismo de acción; en donde hay una unión moderada a los receptores p1 y 2, e inhibe la noradrenalina, la receptación de serotonina y 5

hydroxitriptamina; además de potencializar la inhibición de las vías desencadenantes del dolor. Como post-operatorio este tiene propiedades analgésicas similares a la morfina, pero con una menor depresión de vías respiratorias y sedación lo que es de gran importancia para poder ser suministrada (Hernández, *et al.*, 2007).

Dipirona®, Es un AINE perteneciente al grupo de las pirazolonas. Su mecanismo de acción se basa en inhibir la biosíntesis de las prostaglandinas; indicado en heridas, contusiones, desgarros, afecciones musculares y articulares. (CORPOICA, s. f.) Este fármaco es de importancia post-operatoria debido a que está indicado en heridas o lesiones post-operatorias; además el suministro de la cefradina, que es un antibacteriano aquel el cual se encuentra clasificado en el grupo de los betalactámicos y por ende a las cefalosporinas, siendo agentes que alteran la síntesis de la pared bacteriana, se usan en el tratamiento de una amplia gama de infecciones, principalmente infecciones de piel, huesos, tejidos blandos y como profilácticos quirúrgicos; además se pueden clasificar según su espectro y orden de aparición en cefalosporinas de 1^{er} generación. (Restrepo, 2016-2018).

El Glicopan, combina 22 Aminoácidos fácilmente asimilables, Vitaminas del Complejo B y Glucosa, propiciando respuesta rápida para animales con condición nutricional inadecuada y para la formación de callo óseo (Vetnil, 2017).

Durante el post-operatorio la paciente logró recuperar de forma gradual la funcionalidad de la extremidad afectada. Aproximadamente al quinto día de la intervención quirúrgica inicia a dar apoyo al miembro; durante el transcurso del tratamiento la paciente aumentó el uso funcional y la claudicación disminuyó progresivamente hasta desaparecer.

A la semana trece de haber realizado el procedimiento quirúrgico y el correcto manejo post-quirúrgico se le realizó radiografías de control donde se evidenció la formación de callo óseo como corrector de la fractura y la ubicación de la placa ósea corrigiendo la fractura diafisaria del fémur (Figura 4).



Figura 4. a. RX Vista cráneo-caudal del miembro pélvico derecho con presencia de placa de comprensión ósea. **b.** RX Vista medio-lateral del miembro pélvico derecho. Con presencia de placa ósea

La formación del callo óseo es un proceso complejo que finaliza con la regeneración del tejido óseo, sin proceso de cicatrización; todo depende de factores como la localización, movilidad,

infecciones, etc. (García, 2007); por lo tanto, se decide que es posible la intervención para la extracción de la placa ósea; Se realiza el cuadro hemático de rutina. Se puede observar hematíes normocíticos hipocrómicos con aumento en los cayados, siendo neutrófilos inmaduros presentes en situaciones de infección o inflamación generando que su número aumente en la sangre. (Merino, 2008).

Luego de la segunda intervención quirúrgica fueron utilizados los siguientes fármacos como post-operatorios: nuevamente el tramadol y el Meloxicam®, el cual es un AINES efectivo al momento de ser administrado durante el pre y postoperatorio. Este actúa inhibiendo la COX1 y de manera más específica la COX2, disminuyendo la probabilidad de presentar problemas renales en la paciente, aunque esta puede presentar efectos adversos son tomadas las respectivas precauciones para que solo lleve a cabo su función terapéutica en el postoperatorio. (Erma, 2014).

Las fracturas femorales son bastantes frecuentes en animales domésticos. Solo por medio de intervención quirúrgica se solucionaría la patología (Carrasco, 2009). Por lo tanto, luego de la última cirugía se toma una radiografía, con el fin de observar el avance de la remodelación ósea (Figura 9) finalmente se logra observar notoriamente la consolidación de la fractura.

Conclusiones

Un gran participación del éxito diagnóstico y terapéutico de pacientes ortopédicos corresponde a la oportuna valoración, el acertado requerimiento y uso de los exámenes paraclínicos y complementarios, y el adecuado manejo del dolor, con el fin de evitar compromisos sistémicos. Para este último, el uso de AINES resultó efectivo en administración pre y postoperatoria de resolución de fractura femoral en canino adulto de raza pequeña.

Tanto el adecuado y oportuno abordaje quirúrgico, como el continuo y riguroso manejo farmacológico posoperatorio, se constituyen en garantes para la evolución satisfactoria de pacientes ortopédicos.

La administración de Glicopán (VO), resulta exitosa como coadyuvante en la formación de callo óseo en abordaje quirúrgico de fracturas femorales en caninos adultos de raza pequeña.

Agradecimientos

Por su tiempo, dedicación, paciencia, esfuerzo y noble corazón, las autoras agradecen la colaboración de las Médicos Veterinarias Mirtha Alape, Carolina Rojas, Yadira Angarita y Melissa Cruz; además de las pasantes de la clínica de pequeños de la Universidad de la Amazonía.

Literatura citada

Ao Foundation. Técnicas quirúrgicas. Estabilidad absoluta. Recuperado de: <https://www.aofoundation.org/Structure/network/aospain/educacion/Pages/temas.aspx>

Audisio, S. A., Vaquero, P., Torres, P. A., & Verna, E. (2017).

Tratamiento de una Fractura Salter-Harris de Tibia Distal mediante Empleo de un Fijador Esquelético Externo Híbrido. *Ciencia Veterinaria*, 12(1), 26-32.

Bossa-Miranda, M. A., Valencia-Celis, V. D. C., Carvajal-Giraldo, B. A., & Ríos-Osorio, L. A. (2012). Automated hemogram values for healthy dogs aged 1 to 6 years attended at the Veterinary Hospital-Universidad de Antioquia (Colombia), 2002-2009. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 409-416. Recuperado de: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.redalyc.org/pdf/2950/295024923008.pdf>

Bruse, S.; Dee, J.; Peieur, W. (1989). Clinical application of the veterinary cuttable plate V.C.O.T. 1: 40-46.

Carmicheal, S. (1999). Fracturas en animales de esqueleto inmaduro. En: Coughlan, A.; Millar, A. Manual de reparación y tratamiento de fracturas en pequeños animales. Hacourt, Madrid, España. p. 147-159.

Carrasco F.J. (2009). Fracturas de fémur: Accesos quirúrgicos y principales técnicas. Anatomía aplicada de pequeños animales. Recuperado de: http://www.uco.es/organiza/departamentos/anatomia-y-anatopatologica/peques/curso08_09/femur.pdf

Carrillo, J; Rubio, M; Damia, E. (2013) Biomecánica y mecanismo de las fracturas. Cap. (2). 9-16.2013

CORPOICA. (S.F). Dipirona. Cenavisa Laboratorios. Recuperado de: www.corpoica.org.co/SitioWeb/Intranet/Download/Hojas_Seguridad/Espanol/Dipirona.pdf.

ERMA. (2014) Meloxicam-AINE's. Recuperado de: <http://www.terapeutiveterinaria.com/aines/meloxicam>

Evatt, B. L., Lewis, S. M., Lothe, F., & McArthur, J. R. (1986). *Anemia: hematología para un diagnóstico básico* (No. 14). OPS. [Fecha de consulta: 19 noviembre 2017]. Recuperado de: <https://goo.gl/CWzjb4>

Farré, A; Macaya, C. (2013). Plaqueta: fisiología de la activación y la inhibición. *Revista española de cardiología suplementos*, 13: 2-7.

García, R. (2007). Semiología de las fracturas. *Recuperado de: http://www.radiolegsdecatalunya.cat/formacio/resums/2009/osteomuscular/GB46BO08_R.pdf*

Guzmán, A. C., Jaramillo, A., & Loaiza, J. (2007). Prevalencia de parásitos intestinales en caninos atendidos en el Centro de Veterinaria y Zootecnia de la Universidad CES, 2007. *CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 2(2), 24-31. Recuperado de: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/viewFile/375/187>

Hernández-Palacios, J. C., Moyao-García, D., & Ramírez-Mora, J. C. (2007). Efectividad y efectos secundarios del tramadol y la nalbufina en infusión para analgesia postoperatoria. *Revista*

Mexicana de Anestesiología, 30(S1), 329-334.

Herrera, S. G. J., Vargas, R. L. M., & Bouda, J. (2007). Alteraciones en el hemograma y analitos bioquímicos selectos en perros diabéticos: estudio retrospectivo en 40 perros. Alterations in hemogram and selected biochemical analytes in diabetic dogs. *Veterinaria México*, 38(1), 55-62.

IGAC. (2010). Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección De Geografía Y Cartografía Caquetá. Caquetá, Características geográficas. ISBN-978-958- 8323-37-4. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia. 376 p.

Kraus, K.H.; Toombs, J.P.; Ness, M.G. (2003). External Fixation in Small Animal Practice. Blackwell, Oxford, UK.

López, F; Motta, Y; Obando, E; Solarte, C; Valencia, A. (2016). Reporte de caso: efecto de la fisioterapia en un paciente canino mestizo con paraparesia por fractura de vértebra torácica 11 en Florencia, Caquetá.

López-Sanromán, J., & del Arco, M. V. (2012). Primeros auxilios e inmovilización del caballo fracturado. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 6(2), 48.

Marti, J.M.; Miller, A. (1994). Delimitation of safe corridors for the insertion of external fixation pins in the dog 1: Hindlimb. *Journal Small Animal Practice*, 35: 16-23.

Maya, J. J., Ruiz, S. J., Pacheco, R., Valderrama, S. L., & Villegas, M. V. (2011). Role of chlorhexidine in the prevention of health care related infections. *Infectio*, 15(2), 98-107.

Merino, A. (2008). Interpretación de resultados. Valores normales del hemograma: ¿cuándo hay que alarmarse?. Universidad de Barcelona. Barcelona, España. Recuperado de: <https://goo.gl/QkeuZW>

Özsoy, S.; Altunatma, K. (2003). Treatment of extremity fractures in dogs using external fixators with closed reduction and limited open approach. *Veterinary Medical Czech*, 48: 133-140.

Parra Conde, O. I., Vivaz Núñez, L. F. y Alape Sánchez, M.Y (2017). Eficacia de tratamientos contra parásitos gastrointestinales en caninos atendidos en la Clínica de la Universidad de la Amazonia, Colombia. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 18(3). [Fecha de consulta: 20 septiembre 2017]. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n030317/031710.pdf>

Restrepo, J. (2016-2018). *Terapéutica veterinaria. Fundamentos de medicina veterinaria*. Fondo editorial CIB. 5º Edición. Medellín, Colombia. p 75-88

Rosen, H. (1975). Principles and application of bone plates. *Vet. Clin. North Am.* 5: 229-239.

Salter, R.B.; Harris, W.R. (1963). Injuries involving the epiphyseal plate. *Journal Bone Joint Surgery*, 45: 587-622

Santoscoy Mejía, E. C., & Morales Saavedra, J. L. (2008). *Ortopedia, neurología y rehabilitación en pequeñas especies:*

perros y gatos (No. Sirsi) i9789707292918).

Sarmiento, R. (2009). *Semiología clínica veterinaria*. Universidad de ciencias aplicadas y ambientales. Bogotá, D.C. Colombia.

Schwarz, G. (2005). Fractures of the distal tibia and malleoli. In: Johnson, A.L.; John, E.F.; Houlton, J.E.F.; Vannini, R. Eds: *AO Principles of Fracture Management in the Dog and Cat*. AO Publishing, Davos, Suiza. p. 333-338

Suazo, L.G. (2012) Clasificación de las Fracturas. *Revista Electrónica de Veterinaria*, Volumen 13 N°12C. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n121212C/121202C.pdf>

Torres, C; Montealegre, N. (2017). Reporte de caso: reparación de fractura del hueso mandibular en canino. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/html/636/63652580003/>

Trueta, J. (1963). The role of blood vessels in osteogenesis. *J Bone Joint Surg Br* 45:402.

VETNIL. (2017). Productos, Glicopan® Pet. Recuperado de: <http://www.vetnil.com.br/idiomas/index.php/produtos/glicopan-pet/?lang=es>

Vives Corrons, J. L., & Aguilar Bascompte, J. L. (2002). *Manual de técnicas de laboratorio de hematología* (segunda edición ed.). Barcelona: Editorial Masson SA.

Wheeler, J; Adagio, L; D'Amico, G; Hierro, J; Hagge, M; Lattanzi, D; SCHIEDA, F; Sanfilippo, S. (2002). *Fracturas de los Huesos Largos en Caninos Inmaduros*.

LA CALIDAD EN LA ENSEÑANZA DE LA MEDICINA VETERINARIA EN COLOMBIA

Quality in the teaching of veterinary medicine in Colombia

Cristina Elodia Bahamon Cabrera*



Nota de Reflexión

Filiación Institucional

Médico Veterinario Zootecnista Universidad de la Amazonia, Especialista en Sistemas Sostenibles de producción, Decana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia.

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.

Autor para Correspondencia*:

mvz_bahamon@hotmail.com.

Como citar:

BAHAMON-CABRERA, C. Elodia. 2017. Calidad en la enseñanza de la Medicina Veterinaria en Colombia. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 9(2). Pp. 36-37.

El concepto de calidad es subjetivo, según la Real Academia de la Lengua (2001), es una propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor. La buena calidad hace referencia a condiciones de superioridad o excelencia. Si aplicamos el concepto de calidad a la educación superior, hace relación a un atributo del servicio público de la educación en general y en particular, al modo como ese servicio se presta, según el tipo de institución de que se trate. Para determinar la calidad de una institución o programa se tienen en cuenta los referentes históricos, el quehacer específico de la institución o su vocación (misión institucional y propósitos).

Para Colombia, el Ministerio de Educación se ha propuesto como eje central de su política lograr una educación de calidad, entendida como aquella que forma mejores seres humanos, ciudadanos con valores éticos, respetuosos de lo público, que ejercen los derechos humanos y conviven en paz. Una educación que genera oportunidades legítimas de progreso y prosperidad para ellos y para el país (Educación Superior boletín marzo de 2012).

El ejercicio de la profesión de la Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el contexto de un mundo globalizado, requiere cada día de profesionales idóneos, competentes, integrales, con visión nacional e internacional de la sanidad animal, perfectamente enterado del comportamiento de las enfermedades, de los mecanismos técnicos y legales para su control, de modo que se preserve la salud pública de los humanos y mejore los índices de productividad animal.

Para lograr lo anterior es necesario que los procesos de enseñanza en la Universidad capaciten al futuro profesional para:

- Diagnosticar, detectar, solucionar y prevenir problemas de salud y producción animal.
- Desarrollar excelentes habilidades clínicas y epidemiológicas.
- Implementar criterios claros de producción animal, con criterio sostenible sustentable.
- Defender y aplicar el bienestar animal y la ética en su profesión.
- Búsqueda permanente de la salud animal como estrategia fundamental para la promoción de la salud y la prevención de la enfermedad en humanos.
- Aportar sus conocimientos para lograr el crecimiento del país en el sector agropecuario, de modo que pueda competir en el exigente mundo actual.
- Generar investigación y extensión.

La enseñanza de la profesión, plantea otras realidades, dificultades y retos, en la búsqueda de la calidad del profesional egresado de las facultades nacionales. En el sector público, los programas afrontan problemas presupuestales para construir y desarrollar centros de prácticas que le permitan al futuro profesional prestar servicios adecuados y de calidad. La inclusión en los programas académicos de cátedras como bienestar animal y bioética e inclusive la masificación de la profesión entre las mujeres, humaniza la profesión, le aporta seriedad y disciplina al ejercicio de la misma y mejoró la prestación del servicio, dando como resultado que el propietario se comprometiera cada vez más en la protección y cuidado de sus animales, mejorando el perfil de la profesión y la calidad del profesional.

La prohibición de intervenir innecesariamente animales con fines de práctica, abolir intervenciones quirúrgicas con fines estéticos que únicamente generan maltrato animal, mejoramiento de las condiciones de bienestar animal en los animales de granja, ha generado por un lado que los procesos de enseñanza implementen y adecuen metodologías y laboratorios que la medicina humana ya usa con éxito desde hace tiempo, como la preparación y mantenimiento de cadáveres para anatomía, mediante procesos de plastinación, la participación de los estudiantes de primeros semestres en las actividades académicas de los semestres avanzados, y la utilización de modelos virtuales y modelos de animales robotizados y sistematizados que simulan perfectamente procesos médicos, ha sido un aporte que indudablemente mejora la calidad del proceso de enseñanza de la medicina veterinaria. Es indudable que estas nuevas estrategias para la formación de los Médicos Veterinarios Zootecnistas, recupera en parte el valor de los animales como seres vivientes y sintientes, que habían perdido, al ser utilizados como objetos en la docencia e investigación.



Nota de Reflexión

En la actualidad se pretende que los valores éticos y metodológicos que se imparten en la universidad, se mantengan en el ejercicio de la profesión en la práctica profesional. El presupuesto para Colciencias para el año 2018, será de 338.000 millones de pesos, lo que corresponde al 0.04%, del PIB del país; si comparamos con Dinamarca que tiene el 3%, EEUU que tiene el 3.8% y Corea del Sur que tiene el 4.2%, el panorama de la investigación en Colombia es bastante pobre, por no decir miserable; esta situación nos permite establecer que el país seguirá dependiendo de resultados en investigación que no corresponden a nuestra realidad y seguiremos acomodando resultados externos a unas condiciones bien claras y específicas, propias de nuestra ubicación geográfica, geopolítica, económica y social en el tema agropecuario.

En este orden de ideas la calidad del Médico Veterinario Zootecnista egresado de nuestras universidades, pierde ese componente del espíritu investigativo, vital para el éxito de los servicios médicos veterinarios. Nuestro país adolece de oferta suficiente en posgrados con calidad, las Maestrías y Doctorados son pocos y con pocos espacios y presupuesto para la investigación; el ingreso es difícil y los costos son altos, existiendo mejores oportunidades en el exterior.

Diversos eventos internacionales, han convocado a la academia, las asociaciones Veterinarias y a los organismos estatutarios, en la búsqueda de mejorar la calidad de los servicios veterinarios, prestados por el profesional veterinario a la sociedad, en todas las áreas en las que un Médico Veterinario puede actuar y servir. La calidad del Médico Veterinario, será el producto de procesos de ingreso estrictos, desarrollo de cursos de excelente calidad, oferta permanente de educación continua, posgrados en cantidad y calidad suficientes y accesibles a la demanda en el país.

El nuevo orden mundial, en el que las facilidades de transporte permiten la transmisión de enfermedades, la disminución en el tiempo de los recorridos, la desaparición de barreras aduaneras, situación tal, que facilita la transmisión de las enfermedades, cada vez es más importante fortalecer los servicios veterinarios en cada país, y para ello debe repararse cada día mejor a los Médicos Veterinarios en las Universidades. Existen en nuestro país muchas facultades que ofertan la enseñanza de la Medicina Veterinaria, existe también un consejo profesional de Medicina Veterinaria y el gobierno tiene un consejo nacional de acreditación de alta calidad, para todos los programas que se ofertan en el país; tres instancias que trabajan a la par, pero todavía lejos de trabajar en consonancia. La mayoría de las facultades tienen problemas presupuestales para el buen desarrollo de la enseñanza de la Medicina Veterinaria, el tipo de contratación de los profesores, en su gran mayoría ocasionales u hora catedra, dificultan una enseñanza con calidad, falta mucha legislación que garantice y obligue la prestación de un servicio con calidad y el sistema de acreditación exige pero no apoya el desarrollo institucional de los programas en la búsqueda de mejores espacios, laboratorios, sitios de práctica, flexibilidad curricular, facilidad para la movilidad y el intercambio nacional e internacional.

Frente a un panorama tan cambiante a nivel nacional e internacional, el reto para la enseñanza de la Medicina Veterinaria es cada día mayor, pues nuestras facultades deben prepararse para los escenarios futuros, volver al campo olvidado y agobiado por la violencia social, que necesita no solo de inversión sino también de investigación en el área agropecuaria, de tecnología apropiada y asistencia profesional permanente y de calidad. La enseñanza de la Medicina Veterinaria debe ser soportada en pilares que permitan al futuro profesional atender las necesidades de una sociedad cambiante, trabajando muy unida con la salud humana en el control de enfermedades transmisibles y en la producción de alimentos, con una visión holística de todos los posibles escenarios sujetos de actuación y toma de decisión en el ejercicio de la profesión.

Literatura citada

Boletín de educación superior (2012). Boletín número 19 calidad de la educación superior. Bogotá Colombia.

Real Academia Española (2001). Diccionario de la lengua española (22. aed.). Madrid, España.

DE LA INTRODUCCIÓN A LA EXTINCIÓN

Un análisis desde el ejercicio de la veterinaria a la producción o inclusión de nuevas variedades o especies.

From introduction to extinction

Gloria Elena Estrada-Cely¹



Artículo de Reflexión

Filiación Institucional

¹Médico Veterinario Zootecnista. Ph.D en Bioética.
Universidad de la Amazonia. Grupo de Investigación
en Fauna Silvestre.

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.

Autor para Correspondencia*:

gestmvz@gmail.com

Como citar:

ESTRADA-CELY, Gloria E. De la introducción a la
extinción. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias –
FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia –
Caquetá. 9(2). Pp. 38-39

La introducción a un país o ecosistema de una especie exótica o F1 de un cruce de una variedad silvestre y una doméstica, produce necesarios y profundos cuestionamientos ambientales, epidemiológicos, éticos, culturales y sociales, entre otros, siendo cada uno de esto objeto de extensas deliberaciones. En el presente escrito abordaré de manera muy general, aspectos relacionados con los tres primeros tipos de cuestionamientos, sin pretensión alguna de dar por desarrollado o concluido el tema, sino con el único propósito de indicar cuestiones relevantes que deberán ser tenidas en cuenta.

Las repercusiones ambientales de este acto resultan impredecibles, en razón a diversos factores dentro de los que se destacan los establecidos en la denominada Ley de exclusión competitiva de Gause, que indica que cada especie existe, dentro de un ecosistema producto de un proceso complejo y prolongado de selección natural, adaptándose para desarrollar una función específica que, como un intrincado sistema de engranajes, mantiene al ecosistema dentro de un estado de equilibrio fluctuante; así, al ser incluida una nueva especie, ésta necesariamente se encontrará en competencia con otra u otras especies por espacio o recursos, ante lo que la Ley indica que una de las dos deberá resultar dominante, llevando a la otra a la migración hacia otro ecosistemas o nicho ecológico, la modificación evolutiva o la extinción, de lo que deriva una necesaria alteración del equilibrio dinámico del ecosistema, que como efecto de dominó, producirá a su paso un cada vez mayor número de alteraciones.

Cualquiera sea el caso, la inclusión de una especie exótica en un ecosistema, pone necesariamente en riesgo a una o más de las especies endémicas del mismo, lo cual resulta alarmante para la condiciones actuales de los ecosistemas naturales alrededor del mundo.

Desde el punto de vista epidemiológico se amplía el abanico de incertidumbre, debido a múltiples aspectos, como el hecho de existir también, en términos de salud relativa (triada epidemiológica: patógeno, huésped y ambiente) un delicado equilibrio, que al romperse desencadena la presencia de enfermedades al interior de los ecosistemas que por lo general culminan en la extinción o por lo menos severo compromiso de una o más especies; así, la inclusión de una nueva especie supone también la inclusión de nuevos patógenos o nuevos huéspedes para los patógenos convencionales, lo que necesariamente altera el equilibrio anteriormente descrito. Junto con la inclusión de las nuevas especies o variedades, habrá que prepararse entonces para la aparición de nuevas patologías o lo reaparición de patologías convencionales (emergentes o reemergentes), con diferenciación en su presentación, evolución, patogenicidad, virulencia o letalidad.

Por último, pero quizás más importante desde el referente de desarrollo individual, los cuestionamientos morales alrededor del acto de introducción a un país o ecosistema de una especie exótica o F1 de un cruce de una variedad silvestre y una doméstica, de los que surgen la pregunta fundamental de ¿Para qué?, pretendiendo encontrar una clara y relevante justificación del acto.

En términos de inclusión de especies o creación de nuevos cruces por seguridad alimentaria, la ciencia ha comprobado ya que la raíz del problema no se ubica en la cantidad de recursos sino en su ineficiente distribución y uso, por lo que tal acción no constituye una solución efectiva para el problema; y en términos de producción de animales de compañía, la cuestión resulta aún menos sostenible, si se analizan las cada vez mayores desventajas de las razas, en comparación con los especímenes mestizos o criollos que se han desarrollado adaptándose para cada región en particular, con lo que se garantiza una mayor probabilidad de resistencia a las enfermedades frecuentes.

Para este mismo referente, resulta necesario atender además al tema de la sobrepoblación de animales domésticos sin hogar. El periódico El Diario de España, registra más de 137.000 casos de abandono para el año 2015; RCN radio indica que en Colombia se



Artículo de Reflexión

estiman cerca de 900 mil animales domésticos en situación de abandono, y los ejemplos para la totalidad de países alrededor del mundo, podrían continuar de manera interminable; la cuestión radica en la innegable existencia y magnitud de la situación de abandono de animales de compañía, particularmente perros, que claramente deja sin sustento cualquier justificante racional para la creación de nuevas razas híbridas para el cumplimiento de la función de compañía.

Tendencias actuales como la producción, comercialización y tenencia de Lubicans, Perros lobos o Wolfdog, híbridos entre perros y lobos, simbolizan no más que una moda sin fundamentos, que indica que el problema radica en los desarrollos culturales de la comunidades, pero que además, acarrear un mayor número de riesgo que beneficios. Habría que analizar entonces que si existe un alto número de personas dispuesta a pagar fuertes sumas de dinero por un animal (*Canis lupus familiaris*), por qué no adoptar uno de los cientos de miles sin hogar, si no se trata, como con los automóviles, de pagar más por un mejor motor, sino de pagar más por lo mismo, pues todos los perros son en esencia *Canis lupus familiaris*, dado que el concepto de raza es antrópico y no biológico. La analogía, aunque odiosa, sería suponer que una persona norteamericana o asiática, es *per se*, mejor que una cilena o cualquier otra latinoamericana, cuando todos los seres humanos somos *Homo sapiens*, suponiendo entonces que todos somos en esencia iguales.

Podría pensarse incluso que la tendencia supera la lógica racional de los principios de adaptación y evolución, si se considera que el perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) fue recientemente recategorizado como una subespecie del lobo gris (*Canis lupus*), lo que indica entonces que el perro, cualquiera sea su raza, es entonces una subespecie del lobo, producto de un proceso que ha tardado más de 14 mil años, por lo que, el proceso de generación de Lubicans, Perros lobos o Wolfdog bien podría ser visto como un intento de involución de un proceso que ha tomado miles de años en perfeccionarse.

La ausencia de justificantes válidos ahonda la problemática, al suponer entonces que resulte lógico y ético apoyar inversiones de capital en investigaciones que solo pretenden satisfacer los caprichos de unos pocos, especialmente para la generación de productos pertenecientes a un grupo, los perros, altamente vulnerados actualmente, y para cuyo manejo los veterinarios afrontamos de manera cotidiana, continuos dilemas con implicaciones económicas, epidemiológicas y emocionales de alto impacto.

El elevado número de animales en estado de abandono, ha generado al interior del gremio veterinario, fuertes polémicas y cargas morales, al requerir para su manejo, del necesario uso de la eutanasia como control poblacional, del que se han derivados casos como la desgarradora historia de la veterinaria Taiwanesa Dra. Chien Chih-cheng quien el 5 de mayo de 2016, se suicidó con el mismo fármaco con el que sacrificó a cientos de perros; en este punto, vale la pena indicar que diversos autores afirman que las tasas de suicidios es cuatro veces mayor entre los veterinarios que en cualquier otro colectivo profesional alrededor del mundo, asociados principalmente a estado de depresión por compasión.

Lo anterior no pretende suponer que la inclusión de nuevas especies, variedades o razas aumentará el índice de suicidios entre los veterinarios, pero sí un necesario cuestionamiento de responsabilidad futura, pues al ser nuestro gremio el encargo de velar por la salud y bienestar de los animales, seremos necesariamente los más directamente vinculados y afectados por el proceso; así, participar o apoyar la generación de híbridos para ser utilizados como animales de compañía, se constituye en una ambigüedad ética con fuertes consecuencias morales, imposibles de subsanar con el dinero.

Literatura citada

1. El Diario. 137.000 perros y gatos fueron abandonados el año pasado en España. [En línea] En: Eldiario.es. (4 de Julio de 2016) Disponible en: <https://goo.gl/Chwc85>
2. RUIZ, Juan. POSADA, Fernando. En Colombia hay 900 mil animales domésticos abandonados. [En línea] En: RCNRADIO, Bogotá (4, may., 2016). Disponible en: goo.gl/bsjRzY



Artículo de Reflexión

Filiación Institucional

¹Médico Veterinario Zootecnista, Magister en Agroforestería. Coordinadora de la Especialización en Acuicultura

Fecha de correspondencia:

Recibido 15 de julio de 2017.
Aceptado 3 de diciembre de 2017.

Autor para Correspondencia*:

esp.acuicultura@uniamazonia.edu.co

Como citar:

LONDOÑO PÁEZ Sandra M. 2017. Reseña histórica del programa Medicina Veterinaria y Zootecnia Universidad de la Amazonia, Florencia Caquetá. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias - FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia - Caquetá. 9 (2) Pp. 40-41.

RESEÑA HISTÓRICA DEL PROGRAMA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA UNIVERSIDAD DE LA AMAZONIA, FLORENCIA CAQUETÁ

Historical review of the Veterinary Medicine Program and Zootechnical University of la Amazonia, Florencia Caquetá

Sandra Milena Lodoño Páez^{1*}

El programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ha evolucionado a la par con la Universidad de la Amazonia, sus orígenes se remontan a 1974, donde se comenzó a ofertar el programa de Tecnología Pecuaria en lo que en ese entonces se conocía como Instituto Tecnológico Universitario Surcolombiano (ITUSCO), en 1976 mediante la Ley 13 el instituto se transforma en Universidad Surcolombiana (USCO) y en 1977 el programa se transforma en Zootecnia, con la creación de la Universidad de la Amazonia en 1982 mediante la Ley 60 se continua con el mismo programa hasta 1995 cuando resultado de un estudio positivo de factibilidad y la presión laboral ejercida por el gremio de Médicos Veterinarios en el Caquetá se da la transformación de Zootecnia a Medicina Veterinaria y Zootecnia creado mediante Acuerdo CSU 050 del 15 de Diciembre de 1995, reconocido por el ICFES con código 111546360801800111100, el cual inició sus actividades en 1997, por lo que ya cuenta con 20 años de presencia y trayectoria en la formación de profesionales. El objetivo de la transformación del programa de Zootecnia a Medicina Veterinaria y Zootecnia, más que instruir a los Zootecnistas en formación, con algunos referentes clínicos en el manejo de los animales, se orientó a dar respuesta a las necesidades de la región.

En el primer semestre del año 2001 se abrió una cohorte en el Municipio de Villagarzón (Putumayo), mediante Acuerdo 19 CA de 1999, y en el 2005 fueron creados los “Centro Regionales de Educación Superior” (CERES) en los municipios de Altamira, El Doncello y San Vicente del Caguan, abriendo en ellos cohortes únicas para el Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, mediante Acuerdo CSU 23 del 06 de septiembre de 2005 “Por el cual se autoriza la extensión del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia en el marco de los Centros Comunitarios de Educación Superior – CERES” los cuales ya han dejado de ofertarse. En 2015, Mediante Resolución MEN 10385, se resuelve la solicitud de renovación y ampliación del lugar de desarrollo del registro calificado del Programa como Extensión a Pitalito (Huila).

El 29 de diciembre de 2003, mediante Resolución MEN 3427, el Programa obtuvo la primera acreditación Alta Calidad, vigente por cuatro años, el equipo administrativo y docente del programa los cuales han trabajado arduamente por lograr la renovación por lo que se han conseguido dos resoluciones más: el 6 de febrero de 2008 mediante Resolución 506 y el 1 de noviembre de 2013 mediante Resolución 15552 ambas con 4 años de vigencia. En agosto de 2017 queda radicado el documento de autoevaluación para optar por la cuarta resolución que renueve la acreditación de alta calidad del programa Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Vale la pena resaltar los esfuerzos de mejoramiento del programa desde el último proceso de acreditación, el desarrollo satisfactorio de las recomendaciones formuladas a partir del concepto evaluador de los pares académicos e informe de autoevaluación para la renovación de la resolución de acreditación del programa. Profundización y desarrollo del proceso de rediseño curricular e implementación del nuevo plan de estudios.

El proceso de rediseño curricular y nuevo plan de estudios que se implementa a partir del semestre II de 2017, busca fundamentalmente mejorar la formación de los estudiantes en varios sentidos: Consolidar la permanencia mejorando la orientación vocacional desde el primer semestre. 2) Intensificar la promoción del bilingüismo reubicando las exigencias y control y 3) buscando una formación más equilibrada al proponer secuencias entre las etapas de formación, de tal forma que se aproveche mejor la interdisciplinariedad que potencian las distintas categorías de materias y áreas del conocimiento hasta alcanzar el grado profesional.



Artículo de Reflexión

El Acuerdo por la Educación Superior al 2034 (CESU, 2014) plantea cambios en la política pública para la excelencia de la educación superior en Colombia en el escenario de paz; equidad en la distribución del progreso tecnológico e inclusión social de poblaciones humanas dispersas; la movilidad de estudiantes y profesores en un mundo académico ligado a los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ONU, 2015), son algunos de los nuevos escenarios de futuro, para los que este programa de Medicina veterinaria y zootecnia debe estar preparado.

La Misión del programa se fundamenta en Formar Médicos Veterinarios Zootecnistas con preparación integral para el desarrollo de competencias científicas, técnicas, humanísticas, bioéticas y de proyección social, que le permita la participación activa en el desarrollo de la región amazónica mediante el uso y aprovechamiento racional de los recursos naturales con criterios de sostenibilidad, competitividad e inclusión social, dentro del contexto nacional e internacional.

A la fecha el programa cuenta con 1.181 graduados Médicos Veterinarios y Zootecnistas desde el año 2002 a 2017 con 20 cohortes y 1.116 estudiantes en la sede Florencia y la extensión Pitalito.

Actualmente fungen en los cargos administrativos Gerardo Antonio Castrillón, Rector de la Universidad, Cristina Elodia Bahamón Cabrera, Decana de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Nicolás Ernesto Baldrich Romero, Coordinador de Programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la sede principal Florencia y German Darío Losada Cuellar, Coordinador del Programa sede Pitalito.

La Universidad de la Amazonía contribuye a la construcción de Paz territorial a través de la definición de políticas, estrategias, procesos e interrelaciones centradas y coordinadas desde la Oficina de Paz. De esta manera, se generan espacios educativos para contribuir a la formación e integración de esfuerzos conceptuales y metodológicos en la consideración de la problemática que plantea el desarrollo del proceso de Paz. El programa no puede ser ajeno a este reto porque, en respuesta a su misión, debe materializarse en un egresado comprometido que responda a las necesidades del territorio y la nación en salud, bienestar y producción animal con criterios de calidad de excelencia académica, ética y responsabilidad social.

Literatura citada

CESU. 'Acuerdo por lo superior. 2034'

Naciones Unidas (2015a). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015. Nueva York: Naciones Unidas.

www.uniamazonia.edu.co

La Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias FAGROPEC, publica aportes científicos, técnicos, de reflexión, revisión, informes de casos, comunicaciones breves y otros que a consideración del Comité Editorial ameriten ser divulgados por este medio. Su frecuencia de impresión es semestral, editándose dos números por año: enero-junio y julio-diciembre.

Recepción formal

El autor o autores deben expresar por escrito su aceptación sobre el sometimiento del documento al proceso de arbitraje y la originalidad del mismo. Los trabajos deben enviarse en formato Word, escrito a una columna, sin encabezados ni pie de página, al correo:

rcagropecuarias@uniamazonia.edu.co

La información presentada en el manuscrito debe ser *Original* y no haber sido divulgada total o parcialmente en algún tipo de publicación indexada. Los productos publicados podrán ser:

- a. Artículo de Investigación Científica y Tecnológica:** documento que presenta de manera detallada, los resultados originales de trabajos de investigación. Su estructura de presentación: Introducción, Metodología, Resultados y discusión, Agradecimientos y Literatura citada.
- b. Artículos de Reflexión:** documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.
- c. Artículos de Revisión:** documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.
- d. Reporte de caso:** documento que presenta los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso clínico específico. Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.
- e. Artículo corto:** documento breve que presenta resultados originales preliminares o parciales de una investigación científica o tecnológica, que por lo general requieren de una pronta difusión.
- f. Revisión de tema:** documento resultado de la revisión crítica de la literatura sobre un tema en particular, muy novedoso en su énfasis de profundización. Se debe presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.
- g. Artículos de reflexión no derivados de investigación:** documento que presenta un tema, desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, recurriendo a fuentes originales.
- h. Resúmenes de investigación:** resúmenes de investigaciones ya publicadas o no de alta pertinencia y valor científico.
- i. Espacio para la difusión académica:** documento elaborado por el autor, en el que plasmará sus ideas y concepciones sobre un tema específico de la academia o la vida institucional.

Proceso de arbitraje

La revisión y aprobación de los manuscritos postulados a la Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC, se realizará por pares académicos utilizando la metodología doble ciego con el fin de garantizar procesos justos, honestos y éticos de selección considerando: originalidad, pertinencia, actualidad, aportes, rigurosidad científica y cumplimiento de las normas fijadas para los autores. La comunicación entre el comité editorial se realiza directamente con el autor de correspondencia que figura en el manuscrito, como representante del grupo de autores (para el caso de más de un autor) y responsable legal del manuscrito. El veredicto, como resultado del arbitraje y de la revisión del Comité Editorial, es comunicado a los autores acompañado de un informe de evaluación en base a:

- 1. Aceptado:** el artículo no tiene observaciones y presenta la estructura requerida será despachado al proceso de corrección de estilo, previa notificación al autor.
- 2. Aceptado con observaciones:** el artículo carece de la estructura requerida por la revista y tiene observaciones que el autor debe incorporar para que su trabajo sea publicado. Ante esto se pueden presentar las siguientes situaciones:
 - 2.1. El autor se niega a aplicar las observaciones:* en este caso, el artículo quedará formalmente rechazado.
 - 2.2. El autor incorpora parcialmente las observaciones:* en este caso, el encargado del proceso de evaluación solicitará una justificación al autor y la remitirá, junto a una copia de la nueva versión del artículo a un tercer árbitro, quien dictaminará si el artículo se publica o queda rechazado.
 - 2.3. El autor incorpora totalmente los comentarios:* en este caso, el artículo será despachado, previa notificación al autor, al proceso de corrección de estilo.
- 3. Rechazado:** En el caso que el arbitraje dictamine un rechazo, el artículo será formalmente rechazado. El proceso de evaluación, en caso de rechazar un artículo, no considera la apelación del autor. El artículo contará con su fecha de recepción y la fecha de aceptación para demostrar el arbitraje del mismo.

Para autores

El manuscrito debe presentarse en letra Times New Roman, 12 puntos a doble espacio, con un máximo de 15 páginas tamaño carta (incluyendo figuras y tablas), procesado en computador. En el texto se debe indicar donde se debe insertar las figuras y/o tablas presentadas. Las tablas y figuras deben anexarse en formato Excel, separadas del documento de texto, evite redundancia entre tablas, figuras y texto. Enumere las tablas y figuras en el orden en que están citadas por primera vez en el texto. Evite tablas grandes, cada tabla debe aparecer luego de ser citadas en el texto y rotuladas como Tabla 1, Tabla 2..., tener un título corto y explicativo en la parte superior de la misma, no debe

utilizarse líneas verticales para separar columnas, cualquier explicación para el entendimiento de la tabla se presenta como nota en la parte inferior de la misma. Todas las ilustraciones (fotos, diagramas, mapas y gráficos), se clasifican como figuras, aquellas que requieran su edición deben ser enviadas en Formato JPG o PNG con resolución 300 dpi mínimo para garantizar su legibilidad, sin uso de colores. La leyenda de cada figura debe ir debajo de ella y debe ser lo suficientemente clara y completa, para que se pueda leer independientemente del texto, las fotografías deben ir a color, numeradas consecutivamente y referenciadas en el cuerpo del documento, máximo 5 figuras debidamente rotuladas (eje vertical y horizontal).

Los nombres científicos se escribirán en bastardilla y el vulgar entre paréntesis, deberán llevar mayúscula en la inicial del género y minúscula en la inicial de la especie p.e. *Equus caballus* (caballo), *Escherichia coli*, los géneros de los binomios se escriben completos únicamente la primera vez que mencionan en el texto (*E. caballus*, *E. coli*). Recuerde que abreviaturas como sp., spp., no son nombres y no van en bastardilla. Se utilizará el Sistema Métrico Decimal para todas las medidas, se deberá dejar un espacio entre el número y la unidad excepto para los signos de porcentaje (%) y pesos (\$) que siempre irán unidos a la cifra, no utilice puntos después de cada abreviatura (p.e: kg en lugar de kgs, kg.). Cuando una unidad de medida rige para varios números, sólo acompañará al último valor (p.e: 2 - 4 kg en lugar de 2 kg-4 kg). Cuando no van seguidos de unidades, los números enteros hasta nueve se escriben con palabra (uno, dos, nueve; no 1, 2, 9) en los demás casos se escribe el valor numérico y la respectiva unidad (1 cm, 200 m, 5 g, 20 mL). Los decimales se deben expresar con coma y se sugiere el uso de dos decimales. Use el sistema europeo para fechas (09 de febrero de 1997) y use el sistema de 24 horas: 17:30 en vez de 5:30 PM. Las dimensiones de un órgano se dan como el largo y el ancho (ej.: 4-5 mm de largo, no 4-5 mm de longitud; 3 mm de ancho, no 3 mm lat.).

Citas de literatura en el texto: Las citas en el texto están ordenadas cronológicamente y siguen estrictamente el siguiente formato: cuando son varios autores citados dentro del texto se separa con (;) y no con (y) p.e. "...según Chávez (1986); Ramírez y Alpírez (1993)" o "...fue encontrado por Ibáñez (1978); Menéndez y Meléndez (1981); López (1983, 1985); Rodríguez et al. (1988)" o "... hay dos especies (Velásquez, 1975; Juárez y Suárez, 1980a, 1983; Martínez, et al. 1990)..." Note que se usa coma (,) entre el nombre del autor y la fecha, y que se usa punto y coma (;) para separar dos referencias; para más de tres autores, se usa et al. (sin cursiva); se usa a, b, c, etc. para distinguir entre varios trabajos del mismo autor y año. Sólo los trabajos publicados o aceptados para su publicación y las tesis universitarias aparecen en la sección de Literatura Citada. Manuscritos inéditos o no aceptados se citan únicamente en el texto, como inéditos o datos no publicados, incluyendo la inicial del nombre del autor (R. Pérez, inéd. o R. Pérez, datos no publ.); igual se procede con las comunicaciones personales, orales o escritas: (J. Alvarez, com. pers.).

Estructura de los artículos

La primera página debe llevar: *Título del artículo:* en español e inglés; deberá ser preciso e informativo y en lo posible no debe exceder 15 palabras. *Autor o autores:* nombres y apellidos

completos sin abreviaturas separados por coma, seguidos del superíndice en cursiva que indica la filiación de cada autor, títulos académicos abreviados, separados por coma. El nombre de cada uno de los autores debe tener link a la hoja de vida en el CvLAC (si tiene CvLAC). Señalar el autor de correspondencia con asterisco (*). *La filiación:* debe presentarse debajo de los autores, centrado e iniciando con el superíndice correspondiente a cada autor. Incluir filiación completa a institución, grupo de investigación y línea de investigación o semillero. Todo Artículo debe incluir un *Resumen y Abstract*, que no excedan 250 palabras, dando la idea clara del contenido e incluyendo presentación del problema, objetivos, alcance, metodología, resultados y conclusiones; no se deben incluir abreviaturas ni referencias. Al pie de cada uno deben ir tres a cinco *Palabras claves* y *Key words*, ordenadas alfabéticamente, que reflejen el contenido del manuscrito. *Introducción:* el título se debe presentar en minúsculas y negrilla. Debe indicar de manera clara el propósito de la investigación, relacionando literatura científica que la respalda. Al final, debe incluir el objetivo central de la investigación. *Metodología:* En este componente se describen los procedimientos usados en la investigación, incluyendo el diseño estadístico y análisis de datos. Puede subdividirse en subtítulos. Si se incluyen subtítulos debe procederse de la siguiente manera: subtítulos de primer orden escribirlos en bastardilla, sin negrilla, iniciando en la línea siguiente la descripción del procedimiento.

Este acápite debe contener las implicaciones éticas y bioéticas y el concepto del comité donde se realizó la investigación de manera general: *Aval del comité de ética o comité de ética bioética y bienestar animal:* aplica para investigaciones elaboradas a partir del uso de animales vivos, en correspondencia con la Ley 84 de 1989. Se debe indicar fecha de aprobación, número del acta, concepto sobre el tipo de riesgo con el cual fue calificado y la Institución a la cual pertenece dicho comité según corresponda. *Permiso de recolección:* en cumplimiento de las exigencias establecidas en el Decreto. *Tipo de estudio:* indicar el tipo de estudio realizado, la población objeto de estudio y método utilizado para la definición, tamaño y selección de la muestra. *Localización:* para investigaciones en campo, se debe describir la posición geográfica, las coordenadas del sitio, condiciones climatológicas, zona de vida, entre otras, que lleven al lector a tener una idea exacta de las condiciones geo-climáticas y agroecológicas de los experimentos, para tener la capacidad de reproducibilidad de los mismos. *Métodos:* todos los métodos propios utilizados en la investigación, deberán describirse de manera completa y detallada; aquellos métodos descritos por otros autores, deberán referenciarse. Aquellos métodos modificados por los autores, deberán incluir la referencia y la descripción exacta de las modificaciones. Se debe describir con la precisión necesaria para que sea reproducible. Se debe utilizar el sistema internacional de unidades (SI). *Análisis estadístico:* debe indicar con claridad el procedimiento utilizado, las transformaciones realizadas a los datos para facilitar el análisis, los modelos estadísticos utilizados, el nivel de significancia y los tipos de error empleados. Se debe incluir el nombre y versión del software utilizado. *Resultados y discusión:* el título se debe presentar en minúsculas y negrilla. Incluye la información producto de la investigación y se realiza a la vez la interpretación de los resultados obtenidos, incluyendo contrastaciones, comentarios y referencias de otros trabajos. No deben incluir más

de cinco tablas y/o figuras. Su redacción se presenta en tiempo pasado. **Conclusiones:** el título se debe presentar en minúsculas y negrilla. Este componente se presenta de manera breve y no especulativa, en relación directa con los objetivos de la investigación. No deben presentar figuras, tablas o referencias bibliográficas. **Literatura citada:** Deben encontrarse en orden alfabético según el apellido del (primer) autor (en mayúscula), y cronológicamente para cada autor (o cada combinación de autores); en el caso de tres o más autores, se utiliza et al, según las normas técnicas ISO o ICONTEC. En todos los casos en que el autor sea una institución, cítelo como acrónimo. Los nombres de las publicaciones seriadas deben escribirse completos, no abreviados. De manera general se recomienda que por lo menos el 70% de las citas tenga una fecha de publicación inferior a 5 años. Siga estrictamente el siguiente formato:

Cita de Artículo de revista impresa: APELLIDO, Inicial del nombre. Título del artículo. Nombre de la revista (subrayado). Lugar de publicación, Volumen (cuando lo incluye), (número): páginas. Mes y año.

CADENA, L. Complejidad y vida: algunas reflexiones. Revista Colombiana de Bioética, Universidad El Bosque, Bogotá. 1 (2): 127–164. Noviembre, 2006.

Suelen citarse hasta tres o más autores: ESTRADA-CELY, Gloria; PARRA-HERRERA, Juan; ORTEGÓN- CÁRDENAS, Luis. Fungosis podales en psitacidos en cautiverio en el municipio de Florencia – Caquetá. Revista Facultad Ciencias Agropecuarias – FAGROPEC. Universidad de la Amazonia, Florencia – Caquetá. 7 (1):15-22. Enero – Junio de 2015.

Cita de Revista impresa: Título de la revista. Lugar de publicación, volumen (número). Mes y año.

Revista Colombiana de Bioética. Universidad El Bosque. Bogotá, 1 (2). Noviembre, 2006.

Cita de libros impresos: APELLIDO, Inicial del nombre. Título del libro. Subtítulo (si lo hay). Edición (se omite la primera). Lugar de publicación: Editorial, año. Número total de páginas o paginación.

HOTTOIS, Gilbert. ¿Qué es la bioética? Trad. Esp. Chantal Aristizábal. Bogotá: VRIN-Universidad El Bosque, 2007. 63 p.

Cita de capítulo de libro impreso: APELLIDO, Inicial del nombre. Título del capítulo. En (va subrayado): Nombre del autor del libro cuando este difiere del capítulo, seguido del título del libro. (En su: cuando el autor del capítulo es el mismo autor del libro) Edición (se omite la primera). Ciudad de publicación: Editorial, año. Número total de páginas del capítulo.

ZABALETA, H. Propiedades del hormigón fresco. En su (Subrayado): Compendio de tecnología del hormigón. Santiago: instituto chileno de Cemento del Hormigón, 1988. pp. 23 – 27.

Cita de libro electrónico (obtenido desde e-brary): APELLIDO, Inicial del nombre . Título del libro. [Tipo de medio]. Edición. Lugar de publicación: Editorial. fecha de consulta.

Fecha de publicación. Disponible en: ruta.

PECILLERA, E. El proceso Proyecto – Construcción [En línea] Valencia: UPV, Consultado el 14 febrero de 2004. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/sibduocuc/Doc?id.1005188311512>

Cita de revista electrónicas (obtenidas proquest): Título de la revista. [Tipo de medio]. Edición. Lugar de edición. Editorial: fecha de publicación. [Fecha de consulta:xxx]. Disponible en: ruta.

Materials Sciece and Technology [En línea]. Londres: 2005 [Consultado el 14 de Septiembre de 2010] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/sibduocuc/Doc?id.1005188311512>

Cita de artículos de periódicos: APELLIDO, inicial del nombre. Título del artículo. En: nombre del periódico, ciudad (día, mes, año) número de la página, columna (s).

CARVAJAL, C. Los años que se fueron. En: El Espectador, Bogotá (16, sep., 1985) p. 2C, c. 2 – 5

Material legal: Las referencias para materiales legales tales como casos de la Corte, Decretos y Legislación, deberán contener: Número de la ley, Denominación Oficial, Título de la publicación oficial, Editorial, Lugar de publicación, Día, Mes, Año.

Ejemplo:

Ley 23 de 1982, Derechos de autor. Congreso de Colombia. Diario Oficial, Bogotá, enero 28 de 1982.

Tesis y trabajo de grado: APELLIDO, Inicial del nombre. Título, Tesis para optar al grado o título de (...) Director(a):... Lugar, Nombre de la Universidad, Carrera, Año, Páginas.

ALMONACID, J. Representación del congreso nazi en Chile en los diarios de alcance nacional. Tesis conducente al grado de Licenciado en Comunicación Social. Director: Carlos del Valle. Temuco: Universidad de La Frontera, Carrera de Periodismo, 2001. 216 p.

Tomado de internet: Se debe brindar toda la información que haga posible llegar fácilmente al documento referenciado en el texto escrito. Los datos obligatorios que debe llevar la bibliografía de este tipo es: responsabilidad del documento principal. Autor. Título. Tipo de medio electrónico. Edición. Lugar de publicación. Fecha de actualización/revisión. Fecha de la cita (opcional). Disponibilidad y acceso. Para rutas extensas presentarla acortada o abreviada; se recomienda para este proceso Google URL Shortener (goo.gl).

CARROLL, L. Alice's Adventures in Wonderland [En línea]. Texinfo ed. 2.1 [Alemania]: WindSpiel, Noviembre 1994 [Fecha de consulta: 10 febrero 1995]. Disponible en: <https://goo.gl/c2zQn8> También disponible en Internet en versiones PostScript y ASCII: <ftp://ftp.Germany.EU.net/pub/books/carroll/>

En el caso de páginas web institucionales: deberá citarse el título

de la página web. Editor. Disponibilidad y acceso. Fecha de consulta.

Sociedad Chilena de infectología. SOCHIF. Disponible en: <http://www.sochif.cl/>. [10 febrero 2012].

Trabajos clásicos: Si está citando una obra clásica que no tiene fecha, escriba el apellido del autor, seguido de las iniciales s.f. Si la obra fue traducida, cite el año de la traducción seguido de la abreviatura trad., o el año de la versión que usó seguido por la palabra versión.

Publicación de una entidad gubernamental: En este caso se inicia la referencia con: Nombre de la entidad. Título de la publicación. (Número de la publicación en caso de que lo haya). Ubicación: Editorial. Año de la publicación

Autores con el mismo apellido: En caso de citar a dos autores con el mismo apellido, al interior del texto, incluya sus iniciales de los nombres para evitar confusiones.

R. D. Luce y P. A. Luce también encontraron que...

Ni la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de la Amazonia, ni la Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias -FAGROPEC, se hacen responsables de los conceptos emitidos en los artículos publicados, cuya responsabilidad será en su totalidad del autor.