

TENDENCIAS ACTUALES EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

TENDENCIAS ACTUALES EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COORDINADOR
XAVIER CRISTÓBAL QUISHPE MENDOZA



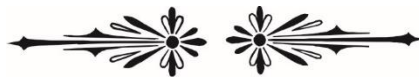
ISBN: 978-9942-802-49-1

TENDENCIAS ACTUALES EN MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA





Tendencias actuales en medicina veterinaria y zootecnia



Coordinador

Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza

La presente obra fue evaluada por pares académicos experimentados en el área.

Catalogación en la Fuente:

Tendencias actuales en medicina veterinaria y zootecnia/ Xavier Cristóbal Quishpe Mendoza (coord.). – Guayaquil: CIDE, 2020

66 p.: incluye tablas, cuadros, gráficos

IX Congreso Internacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia en Especies Mayores y Menores, efectuado los días 02,03,04 de octubre 2019, Latacunga, Ecuador.

ISBN: 978-9942-802-49-1

1. Veterinaria– Ecuador – Congresos, conferencias

Reservados todos los derechos. Está prohibido, bajo las sanciones penales y el resarcimiento civil previstos en las leyes, reproducir, registrar o transmitir esta publicación, integra o parcialmente, por cualquier sistema de recuperación y por cualquier medio, sea mecánico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o por cualquiera otro, sin la autorización previa por escrito al Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (CIDE).

ISBN: 978-9942-802-49-1

Edición con fines académicos no lucrativos.

Impreso y hecho en Ecuador.

Dirección editorial: Lic. Pedro Naranjo Bajaña, Msc.

Coordinación técnica: Lic. María José Delgado

Diseño gráfico: Lic. Danissa Colmenares

Diagramación: Lic. Alba Gil

Fecha de Publicación: mayo, 2020

Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador.

Cdla. Martina Mz. 1 V. 4 – Guayaquil, Ecuador.

Tel.: 00593 4 2037524.

[http. :/www. cidecuador.org](http://www.cidecuador.org)



COMITÉ ACADÉMICO

Prof. Dr. Manuel Enrique Cortés Cortés, Chile

Licenciado en Ciencias Biológicas con Certificado Académico en Física Fundamental y Doctor en Ciencias de la Agricultura (área Fisiología y Nutrición Animal) por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Es Licenciado en Educación y Profesor de Estado en Química y Biología por la Universidad de Santiago de Chile. Actualmente es Investigador Postdoctoral en Fisiología y Fisiopatología Reproductiva en el Reproductive Health Research Institute y se desempeña como Académico e Investigador en Fisiología y Fisiopatología, Departamento de Ciencias Químicas y Biológicas, Universidad Bernardo O'Higgins, Chile. Autor de varias publicaciones en libros y revistas científicas de corriente principal.

Ph.D. Dr. María Salud Rubio Lozano, España

Profesora Titular "C" T.C. de la FMVZ-UNAM (desde 1995). Hizo sus estudios de Licenciada en Veterinaria, especialidad Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria de Córdoba. Universidad de Córdoba, España. 1988. Posteriormente realizó su Ph.D. in Animal Science (MEATS) 1995 en Texas A&M University, USA. Da clases de Licenciatura (nombre de la asignatura: Inocuidad Calidad de Productos y Subproductos Pecuarios) y de Posgrado. Condecorada por El Consejo Mexicano de la Carne la Medalla Come Carne al Altruismo a favor de la Industria Cárnica Mexicana, en la XXVI Convención Anual y Asamblea General Ordinaria 2010, 23 abril. Hasta el momento ha dirigido alrededor de 24 Tesis de Licenciatura y 49 Tesis de Maestría en el área de Calidad e Inocuidad de la Carne y otros alimentos. Ha impartido 117 conferencias nacionales e internacionales (México, USA, Colombia, Brasil, Cuba y España).

Dr. Rubén Danilo Méndez Medina, México

Médico Veterinario Zootecnista en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. Cd. Universitaria. México DF. Licenciado en Veterinaria en el Ministerio de Educación y Ciencia. Secretaria General Técnica. Subdirección General de Títulos, Convalidaciones y Homologaciones. España. Especialista en Genética y Reproducción Animal en el Ministerio de Defensa, Universidad de Córdoba, Facultad de Veterinaria, España. Master en Equinotecnia en la Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, España, 1990. Doctor en Veterinaria "Producción Animal" en la Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, España. Asimismo Ha realizados varios cursos, publicados varios artículos y libros. A estado en algunos países impartiendo conferencias y es evaluador de proyectos de investigación así como de tesis y doctorados.

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Christof Fischer Wiethuchter, Chile

Médico Veterinario y Licenciado en Ciencias Veterinarias (2006). Entre los años 2006 y 2010, pasante y doctorante en el área de cirugía de pequeños animales en el hospital de animales menores de la Universidad de Leipzig, Alemania, obteniendo el título de Doctor en Medicina Veterinaria el año 2010. Desde el 2011 hasta la fecha coordinador del centro de prácticas de la escuela de Medicina Veterinaria de la Universidad Santo Tomás, sede Concepción, Chile. Cirujano independiente y jefe del departamento de cirugía del Centro Veterinario Alemán KTK.

Dr. Mvz. Cesar Ortega Santana, México

Profesor-Investigador de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVZ), Universidad Autónoma del estado de México (UAEM). Médico veterinario zootecnista. FMVZ - UAEM. 1992. Maestro En Salud Animal. FMVZ – UAEM. 1995. Grado: doctor en ciencias veterinarias. Enfermedades de peces. Universidad austral de Chile. 28 de julio de 2008. Responsable del laboratorio de virología de peces, Área de sanidad Acuícola del Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Salud Animal (CIESA) FMVZ-UAEM. Desarrolla actividades de Docencia, Investigación y Extensión en temas asociados a la sanidad y diagnóstico acuícola. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I.

PhD. Manuel García Herreros MSc., España

Licenciado en Medicina Veterinaria. Facultad Veterinaria de Cáceres (UEX), España. Veterinario Residente. Hospital Clínico de la Universidad de Extremadura (UEX), España. Master en Biología de la Reproducción (Sobresaliente con Honores), Universidad de Extremadura (UEX), España. Asesor de empresas “Accelerated Genetics” (USA) e “Intervet” (USA). Veterinario asistente del servicio de granja (UEX), España. Veterinario asistente del servicio clínico (UEX), España. Ph.D., (Sobresaliente “Cum Laude” por Unanimidad) Reproducción en Animales Domésticos (UEX), España. Premio Extraordinario de Doctorado Ph.D. con honores “Honours”. Mejor Tesis Doctoral (España). Investigador asociado, Universidad de Murcia (UM), España – Suecia – Irlanda -España. Actualidad: Investigador Principal Secretaria Nacional de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), Ecuador.

AUTORES

Angélica Chuquimarca Chuquimarca

Cristian Arcos

Edwin Robalino

Esteban Guevara

Estuardo Palacios Ordóñez

Flora Neves

José Luis Ríos Flores

José Antonio Chávez Rivero

José Ruiz Torres

Julio Pujos Aranda

Mayra Montero Recalde

Nancy Cueva

Paola Lascano

Pedro Pablo Palma Avellán

William René Castillo Chamba

Xavier Carpio

Xavier Quishpe

CONTENIDO

PRÓLOGO.....10

CAPÍTULO 1

Condrosarcoma en perros (estudio de caso).....12

Estuardo Palacios Ordóñez

Xavier Carpio

Flora Neves

CAPÍTULO 2

Respuesta inmunitaria de autovacuna de papiloma virus en bovino.....22

Xavier Quishpe

Mayra Montero Recalde

Angélica Chuquimarca Chuquimarca

Julio Pujos Aranda

Esteban Guevara

Edwin Robalino

CAPÍTULO 3

Evaluación de la autovacuna para papilomavirus bovino.....30

Nancy Cueva

Paola Lascano

Cristian Arcos

CAPÍTULO 4

Productividad económica del agua en la ganadería bovino lechera versus el sector agrícola en Dos Cuencas Lecheras de México.....45

José Luis Ríos Flores

José Antonio Chávez Rivero

José Ruiz Torres

CAPÍTULO 5

Efecto de niveles crecientes de energía metabolizable en las raciones de patos Muscovy (Cairina moschata) durante las fases de crecimiento y acabado.....55

William René Castillo Chamba
Pedro Pablo Palma Avellán

PRÓLOGO

El IX Congreso Internacional de Medicina Veterinaria y Zootecnia en Especies Mayores y Menores, efectuado los días 02, 03, 04 de octubre 2019, en Latacunga, Ecuador, organizado por el Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador (CIDE) y el Centro de Estudios Transdisciplinarios (CET) Bolivia, fue el escenario para presentar las nuevas directrices a nivel nacional e internacional, en el área de las ciencias veterinarias.

Los trabajos incluidos en este libro titulado *Tendencias actuales en medicina veterinaria y zootecnia* exponen diversos tópicos donde refiere casos de estudio, sobre las prácticas, metodologías, conocimientos e investigaciones en el ámbito de la veterinaria y la zootécnica

Queda expuesto entonces, a través de los artículos incluidos en esa obra, continuar con el proceso de indagación formativa, resaltando en esta oportunidad los temas que se mencionan a continuación:

Condrosarcoma en perros (estudio de caso); Respuesta inmunitaria de autovacuna de papiloma virus en bovino; Evaluación de la autovacuna para papilomavirus bovino; Productividad económica del agua en la ganadería bovino lechera versus el sector agrícola en Dos Cuencas Lecheras de México; Efecto de niveles crecientes de energía metabolizable en las raciones de patos Muscovy (Cairina moschata) durante las fases de crecimiento y acabado

Sumen estos estudios servir como un aporte más, a la investigación para el desarrollo de futuras propuestas en Ecuador y Latinoamérica.

Lic. María J. Delgado

CAPÍTULO 1

CONDROSARCOMA EN PERROS
(ESTUDIO DE CASO)

Estuardo Palacios Ordóñez
Xavier Carpio
Flora Neves

CONDROSARCOMA EN PERROS (ESTUDIO DE CASO)

Estuardo Palacios Ordóñez
estuardo.palacios@ucuenca.edu.ec

Xavier Carpio

Flora Neves

Resumen

El presente estudio se realizó en un perro raza Labrador Retriever, que llega a consulta externa en la clínica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (Universidad de Cuenca-Ecuador), mismo que presenta una masa en hueso frontal; todo el procedimiento se lo ejecuta con el objetivo de describir el protocolo clínico de actuación ante la sospecha de un tumor óseo, con el fin de evaluar el estado funcional y vital del paciente y determinar el grado de afección y tipo de tumor. Para ello se realizaron pruebas hematológicas, química sanguínea, estudios radiológicos de cráneo y región torácica, examen citológico mediante ACAF y un estudio histopatológico por biopsia. Los resultados de hematología demuestran una policitemia absoluta secundaria; en química sanguínea un incremento de la Fosfatasa Alcalina como consecuencia de la masa tumoral; en el estudio radiológico se observa osteólisis del hueso frontal y cigomático e infiltración de la masa en los senos frontales, a más de patrones pulmonares e hipertrofia cardíaca; en la citología se pudo observar una gran cantidad de matriz extracelular con la presencia de células pleomórficas con anisocitosis y anisocariosis; del estudio histopatológico el informe señala que es un tumor cartilaginoso maligno, mal delimitado, que se extiende adyacente a los bordes quirúrgicos examinados. En conclusión y como diagnóstico definitivo, confirmado por Histopatología, se establece que es un Condrosarcoma mal diferenciado-grado III, siendo un tumor maligno originado en tejido conectivo y de carácter recidivante.

Palabras clave: perro, tumor, diagnóstico, pronóstico, necropsia.

Introducción

Neoplasia significa neoformación o nuevo crecimiento, y se define como “una proliferación excesiva, incontrolada, autónoma e irreversible de las células, con características morfológicas y funcionales que se alejan de sus precursoras” (1). Las neoplasias, antes de su identificación, representan un verdadero reto para el médico veterinario; en razón de que el estudio de la oncología en el campo veterinario, es una especialidad nueva y que aún necesita desarrollarse más en la clínica veterinaria y muy en especial en el país. Además, la oncología veterinaria con el adelanto técnico y científico, ofrece soluciones practicables que mejoran la calidad de vida de los pacientes.

Se considera que el condrosarcoma es la segunda neoplasia ósea más frecuente de los tumores óseos primarios malignos (10%) después del osteosarcoma, ya que estas neoplasias crecen mayoritariamente en huesos planos y en animales su incidencia es baja, excepto en ovejas y en el perro (2).

(3) señalan que el condrosarcoma es una neoplasia maligna en la que se produce una matriz cartilaginosa a partir de células neoplásicas y que frecuentemente hacen metástasis. Además se los puede clasificar de acuerdo a su grado histológico (grado 1, 2 y 3) conforme a su malignidad, siendo el grado 3 el de mayor malignidad. De igual manera, (4), indican que cuando los constituyentes celulares recuerdan el tejido de

origen se trata de una neoplasia maligna bien diferenciada y cuando las células neoplásicas presentan pocos o escasos rasgos del tejido de origen se denomina neoplasia maligna pobremente diferenciada.

Las hormonas pueden también ser causa de presentación de neoplasias, ya que existen células que son dependientes para su desarrollo; y cuando existe un desbalance hormonal, ocurre una estimulación excesiva en algunos órganos, lo que podría explicar el desarrollo de neoplasias (1)

En la actualidad en algunos casos se practica directamente la eutanasia al existir un diagnóstico presuntivo de cáncer, sin implementar ningún tipo de terapia; esto se debe tomar en cuenta de que muchos pacientes son tratados satisfactoriamente con un diagnóstico temprano y correcto (1).

Metodología

Reseña: Se presenta en la Clínica Veterinaria de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca un paciente especie canina, sexo macho, edad 4 años, raza Golden Retriever, peso vivo de 30 kg.

Motivo de consulta: El paciente llega por dificultad respiratoria y presencia de una masa en la región del hueso frontal (Fig. 1).



Figura 1

Masa en hueso frontal

Anamnesis: El animal presenta una marcada dificultad respiratoria y se agita fácilmente, con una apariencia y actitud senil pese a su edad, así como el repentino y rápido crecimiento de la masa durante los últimos 3 meses.

Examen Físico: Frecuencia cardiaca 140 pm, el TLLC menor a 2 segundos, temperatura corporal de 39, 2°C, frecuencia respiratoria 40 rpm, a la auscultación de los campos pulmonares estertores y estridores. La masa presente en la región frontal tenía una dimensión de 7cm de largo por 5cm de ancho de consistencia dura al tacto de forma semiredonda; esta masa generó un incremento de la presión intraocular del ojo derecho provocando exoftalmia y pérdida de su funcionalidad.

Plan diagnóstico: Una vez realizada la valoración del paciente se presume patologías como: absceso, tumor benigno o maligno (carcinoma, osteosarcoma, condrosarcoma), diagnóstico definitivo se realizaron varios exámenes complementarios con la finalidad de que el paciente tenga un diagnóstico, pronóstico y un tratamiento adecuado. Entre las pruebas diagnósticas que se realizaron están: hematología, química sanguínea, estudio radiológico, examen citológico e histopatológico de la masa.

Resultados

Hemograma

Incremento del hematocrito y del recuento celular eritrocitario, lo que nos indica la presencia de una policitemia, disminución de la CHCM y una leve caída del VCM, la cual nos indica la existencia de una anemia microcítica hipocrómica. Los otros analitos no presentan alteración alguna.

En este caso, el paciente presenta una policitemia absoluta secundaria, la cual se puede explicar por la enfermedad cardiopulmonar que padece, ésta obliga a una mayor síntesis de eritrocitos a causa de un aumento de la eritropoyetina de manera que se pueda compensar esta falta de oxígeno que padece el animal, es decir una hipoxia por efecto de la neoplasia (5).

Química Sanguínea

Incremento de la Bilirrubina indirecta, FA y disminución de la urea. El aumento de la BI puede deberse a una hemolisis intravascular, a la existencia de una hiperbilirrubinemia colestásica temprana o insuficiencia hepática; el incremento de la FA puede estar sujeta a procesos neoplásicos, ya que según (6) es un indicador de malignidad el incremento de la FA; la disminución de la urea puede ser causada por una insuficiencia hepática, déficit de proteína en la dieta, sobrehidratación y proteinuria intensa, (5); otros metabolitos no se encuentran alterados por lo que no se sospecha de alteraciones renales.

Estudio radiológico

Para este estudio, se realizaron proyecciones radiológicas que nos permitan observar el tipo de masa, en tanto y en cuanto a su distribución y grado de complicación; ellas fueron LL izquierda y derecha (Fig. 2), VR de cara (Fig. 3), y proyecciones LL derecha (Fig. 4) y VD de tórax, con la finalidad de observar los diferentes planos a la vez diagnosticar posible metástasis.

En los estudios radiográficos de cráneo, se observa osteólisis y necrosis del hueso frontal, lo cual también afecta a parte de la bóveda craneana; e inclusive el cómo esta masa se ha infiltrado y arraigado gravemente en todo el seno frontal, inclusive extenderse a cornetes nasales (Fig. 2), a más de una osteólisis del hueso cigomático derecho, así como incongruencia en el paladar duro del animal (Fig. 3). También se aprecia la extensión de la masa que infiltra ambos senos frontales.

En el estudio de tórax, que se realizó con la finalidad de observar una posible metástasis de la masa tumoral, esta no estaba presente; pero lo que sí se pudo visualizar fue patrones pulmonares de solidificación de los bronquios, dilatación cardíaca y hacia caudal en estómago presencia de gas y hepatomegalia (Fig. 4).

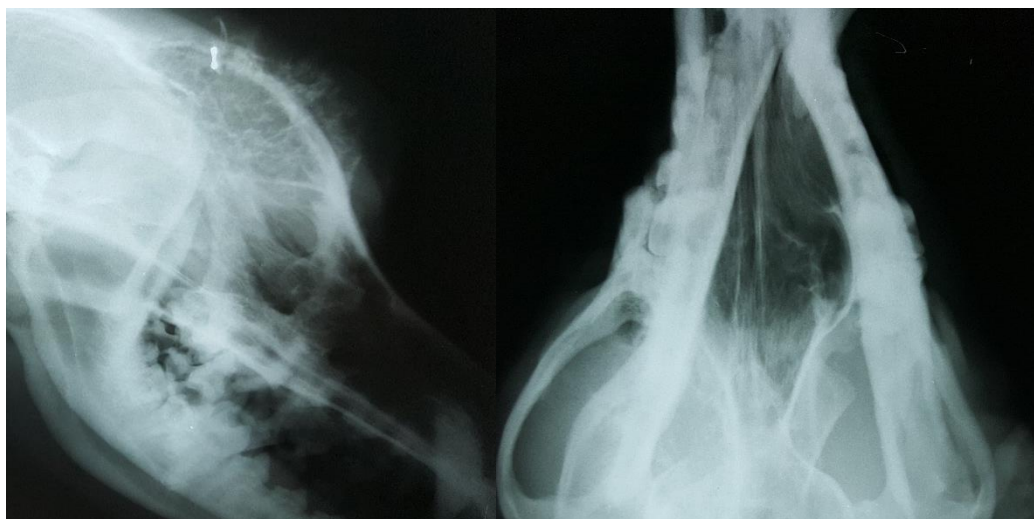


Figura 2.

LL, osteólisis y necrosis de frontal

Figura 3.

VR, osteólisis de hueso cigomático

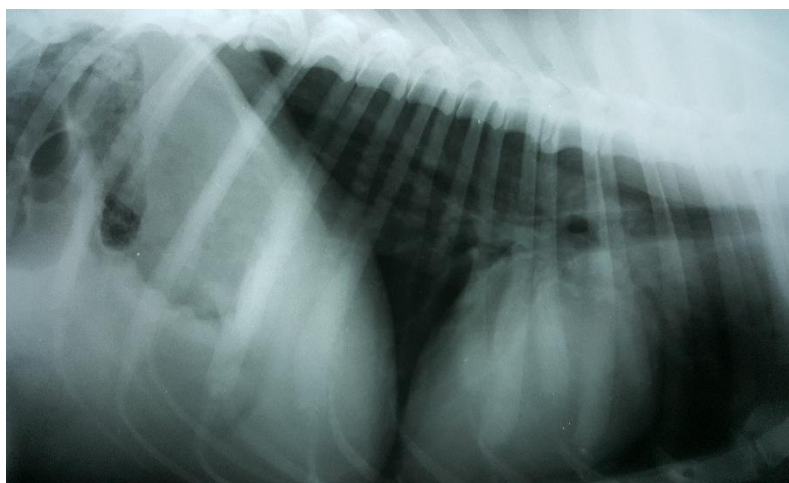


Figura 4.

LL torax y cavidad abdominal porción craneal, observándose hígado y estómago.

Estudio citológico

El examen citológico se lo realizó por medio de aspiración con aguja fina, aunque (7), sugieren que para muestras de neoplasias óseas se recomienda realizar una impronta pues permite mejorar el fijado de las células a la placa. Se fijó la placa y se realizó la tinción de Papanicolaou, que es la alternativa del Diff Quik (8), la cual es muy fiable, pues una tinción positiva de esta nos da un primer paso a determinar una alteración y una posible neoplasia (9).

A la valoración celular se observó una gran cantidad de matriz extracelular, la presencia de grupos de células pleomórficas de diferentes tamaños, con anisocitosis y anisocariosis y la presencia de aparente cromatina gruesa condensada. Se considera la presencia de un posible tumor maligno por lo que se decide hacer una biopsia para estudio de histopatología.

Estudio histopatológico:

Del estudio histopatológico (biopsia) se obtiene el siguiente resultado

Examen macroscópico: se recibió para estudio material etiquetado como biopsia escisional de masa ubicada en el hueso frontal. La muestra constaba de dos fragmentos de tejido irregular, que midieron 2.1 y 4.5 cm a su eje mayor. Al corte, eran sólidos, firmes y blancos.

Examen microscópico: Masa, frontal: infiltrando y reemplazando fragmentos del tejido óseo y fascículos de músculo estriado se apreciaba un tumor cartilaginoso maligno, mal delimitado, que se extiende adyacente a los bordes quirúrgicos examinados. Está compuesto principalmente por una proliferación de células fusocelulares a ovoides, dispuestas en láminas sólidas, sobre un delicado estroma fibromatoso, con escasas áreas de depósito de matriz condroide. Las células presentan moderado pleomorfismo, áreas multifocales de necrosis - hemorragia y 0-1 figuras mitóticas en 10 campos aleatorios 40x.

Diagnóstico: Masa, frontal: Condrosarcoma mal diferenciado. - Grado III (10).

Comentario: se trata de un tumor maligno originado en los tejidos conectivos. En este caso puede recidivar.

Necropsia

Luego de proceder a la eutanasia por método químico, utilizando Barbitúricos y manejando todos los principios recomendados por (11), y con la autorización de su propietario; se procedió a realizar la necropsia con la finalidad de retirar la masa tumoral del hueso frontal del perro y realizar la observación macroscópica de órganos y sistemas. Los principales hallazgos a la inspección externa fueron: mucosa oral cianótica, opacidad corneal, exoftalmia derecha, pelaje opaco, cavidad oral con placa bacteriana, aumento del tamaño de la región frontal y cigomático derecho.

Además al extraer el tumor completo, se pudo apreciar que el tumor estaba cubierto con una capa de tejido conectivo tipo cartilaginoso, se encontraba muy irrigado y de carácter penetrante en todo el seno frontal (Fig. 5), afectado inclusive al hueso cigomático derecho y parte del hueso de la bóveda craneana, las cuales se encontraban completamente necróticas y esponjosas, es decir se produjo una osteólisis por invasión tumoral (Fig. 6).

Al revisar cavidad torácica se encontró que los pulmones no colapsaron normalmente después de que el tórax fue abierto, la superficie de corte del pulmón con apariencia carnosa, congestionados, con cambios de coloración y zonas de hemorragias, edemas pulmonares y enfisemas en su superficie, se presentaron múltiples masas neoplásicas pequeñas en los lóbulos pulmonares (Fig. 7). En el corazón se observó dilatación cardíaca derecha.

En cavidad abdominal se pudo evidenciar hepatomegalia, esplenomegalia, necrosis pancreática y un cuadro entérico; en cavidad pélvica hipertrofia prostática y vejiga plétora. El diagnóstico de la necropsia tomando en cuenta los resultados de laboratorio, citología e histopatología se concluyó que es un condrosarcoma con metástasis pulmonar y prostática (Fig. 8).



Figuras 5 y 6
Extracción del tumor



Figura 7
Pulmón congestionado, zonas hemorrágicas y enfisematosas



Figura 8.
Hipertrofia prostática.

Discusión

Al relacionar el aspecto macroscópico que presentó el tumor en la frente del paciente, podríamos considerar como un tumor multilobular óseo por su similitud con lo expuesto por (6), pero ellos no encontraron infiltración a ninguna otra parte de la cavidad craneal, cosa que si se observó en nuestro caso la infiltración hacia los senos frontales.

Los signos radiológicos tanto de un condrosarcoma como de un osteosarcoma, se diferencia si estos están presentes a nivel del esqueleto axial o apendicular (12). Por lo que es importante tener en cuenta a la valoración del estudio radiográfico que los condrosarcomas se observan como masas calcificadas focalmente pero de apariencia agresiva en las radiografías simples (13). En base a lo observado en el estudio radiográfico de la cabeza, coincide plenamente con lo expuesto por los autores previamente citados, por lo tanto se ratifica el diagnóstico de condrosarcoma; no así en el estudio de los pulmones con radiografía simple.

Los condrosarcomas primarios surgen desde el interior de un hueso (condrosarcoma medular o central) o desde la superficie perióstica (condrosarcoma periférico), siendo el primero el más común en los animales. El término condrosarcoma secundario se refiere a aquellos que se desarrollan por transformación maligna del cartílago en un osteocondroma. El condrosarcoma es considerado lento para producir metástasis (13). Con esta descripción y en este caso nos encontramos con un condrosarcoma primario periférico por estar afectando a superficie periostica.

Cuando nos referimos a hemogramas y perfiles bioquímicos; (14) explican que en un hemograma completo, un perfil de bioquímica y un análisis de orina, en condrosarcomas, los resultados de estas pruebas generalmente están dentro de los rangos normales. Es así que en los análisis laboratoriales no se pudo denotar alteraciones que llamen la atención, aunque ciertos analitos como la FA es un buen indicador de neoplasias óseas.

En los perros, el condrosarcoma ocurre con mayor frecuencia en razas medianas y grandes (que pesan entre 20 y 40 kg), teniendo predominancia los Bóxer, Pastor alemán, perros perdigueros y varias razas mixtas, pero es raro en razas pequeñas y gigantes, a la vez el tumor es más común en perros de mediana edad a longevos, es decir en animales que varía de 5,9 a 8,7 años (15). Pero según (13) en un estudio realizado, la edad media era de 8,7 años, mismos que variaban entre 1-15 años y los Golden Retriever están muy representados. No existe predisposición por sexo y el 61% de los tumores se presentaban en los huesos planos; pueden originarse en cavidad nasal (más común), costillas, huesos largos, pelvis, lugares extra esqueléticos. Por lo expuesto y encontrado en la revisión bibliográfica, existe coincidencia con nuestro caso en cuanto se refiere a sexo y raza, aunque en edad al existir otros criterios sería menester analizar más a profundidad el caso de estudio; ya que se presentó en un animal relativamente joven.

En citología, los aspirados con aguja fina de condrosarcomas generalmente contienen menos células que los osteosarcomas pero, en un examen de baja potencia, pueden observarse lagos de matriz de condroides. Los condroblastos malignos y los osteoblastos tienen demasiadas características en común para permitir una diferenciación confiable citológicamente, y algunos osteosarcomas tienen una matriz condroide extensa (9). Similares características en cuanto a celularidad en relación a número y tipo encontró (16) en su estudio en la Universidad de Llanos.

Histológicamente, los condrosarcomas bien diferenciados muestran pocas indicaciones de malignidad y se parecen mucho a los tumores benignos de cartílago. Afortunadamente para el patólogo veterinario, la

mayoría de los condrosarcomas en animales están muy avanzados según lo señalado por (13). Por otro lado, (9) y (16) señalan que la presencia de tejido hemorrágico, friable y gris con apariencia sarcomatosa es altamente indicativo de un condrosarcoma de alto grado histológico, (Grado 3) que se caracteriza por una alta celularidad, atipia nuclear prominente e irregular, binucleación y la presencia de mitosis.

Al recibir el resultado de histopatología el diagnóstico definitivo fue el caso de un Condrosarcoma mal diferenciado -Grado III- con un alto grado de malignidad, y eso conlleva a que el pronóstico del paciente pasa de ser reservado a desfavorable, por lo tanto se decide realizar la eutanasia.

Conclusiones

El condrosarcoma constituye un tumor óseo de características poco variadas desde los puntos de vista clínico, radiológico e histológico, hecho que obliga a conocer sus rasgos particulares para determinar la estrategia a seguir en estos pacientes, que en la mayoría de los casos presentan un desarrollo poco indolente de la enfermedad.

Teniendo en cuenta todos estos elementos y un alto índice de sospecha se pueden tomar medidas efectivas, para mejorar la calidad de vida de estos pacientes en caso de ser posible y que el dueño así lo considere o eliminar de forma radical el tumor o implementar la eutanasia que en este caso fue la mejor alternativa para el animal.

Referencias

1. De la Cruz Hernández, N., Monreal García, A. E., Carvajal de la Fuente, V., Barrón Vargas, C. A., Martínez Burnes, J., Zarate Terán, A., . . . Rangel Lucio, J. A. (7-12 de 2017). Frecuencia y caracterización de las principales neoplasias presentes en el perro doméstico en Tamaulipas (México). Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Desktop/CONDROSARCOMA/0122-9354-rmv-35-00053.pdf
2. Montoya, C., Juan-Sallés, C., Máinez, M., Montesinos, A., Valls, X., Patricio, R., & Ardiaca, M. Retrospective study of chondrosarcoma in guinea pigs (*Cavia porcellus*). 2018. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Desktop/CONDROSARCOMA/1659125755(1).pdf
3. Audisio, S., Audisio, S., Toulouse, J., Francés, O., María, A., Merlassino, J., & Verna, E. (. CONDROSARCOMA EQUINO: PRESENTACION DE UN CASO. 2000. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Desktop/CONDROSARCOMA/2023-7525-1-PB.pdf
4. López Mayagoitia, A., Martínez Chavarría, L., Martínez Racine, I., Romero Romero, L., Salas Garrido, G., Trigo Tavera, F., . . . Vanda Cantón, B. (16 de 1 de 2017). Patología general veterinaria, 6ta Ed. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/AppData/Local/Temp/Rar\$DI01.063/Patologia%20General %20Veterinaria.%20Trigo%206ta%20Edicion.pdf
5. Coppo, J. A. Interpretación de análisis clínicos en perros y gatos. Salta: Univerdidad Católica de Salta. 2010.
6. Nevárez, A., Aburto, E., Tamariz, T., Rodríguez, L., & Ramírez, R. Tumor multilobular óseo: Presentación de dos casos en perros. Veterinaria México, Vet. Méx vol.39 no.4 . 2008.
7. Radin, M., & Wellman, M. Interpretación de la citología canina y felina. 1998. Obtenido de file:///C:/Users/usuario/Downloads/3-CitologiaCanina.pdf.
8. Nuñez, L., & Bouda, J. Patología Clínica Veterinaria. México: UNAM.2007.

9. Cowell, R., Tyler, R., Meinkoth, J., & DeNicola, D. Diagnóstico citológico y patológico del perro y del gato. Barcelona: Elsevier. 2009.
10. Meuten, D. J. Tumors in Domestic Animals, 5th Edition. (11 de 2016). Obtenido de vetbooks.ir/tumors-in-domestic-animals-5th-edition/?fbclid=IwAR38Rh1OkGNInb36zfrVYaoosMnr4mu_rjp15wD_l72ecitvPWHpACHpGOo
11. Aline, S. d., & Constantino, F. Técnicas de necropsia en animales domésticos . México: Manual Moderno. 2002.
12. Conto, G., & Moreno, N. Oncología canina y felina: de la teoría a la práctica. Zaragoza: Servet. 2013.
13. Withrow, S., Vail, D., & Page, R. Withrow & MacEwen's Small animal: Clinical Oncology. Fifth edition. Elsevier Health Sciences.2013.
14. Martínez, F., Monjón, P., & Montes, S. Condrosarcoma. Variantes de condrosarcomaChondrosarcoma. Different variants of chondrosarcoma. Revista Española de Patología, 69-79, 2006.
15. Ettinger, S., & Feldman, E. Tratado de medicina interna veterinaria: enfermedades del perro y el gato. Madrid: Elsevier. 2007.
16. Roque, A., Ochoa, J., & Narváez, J. Condrosarcoma Mesenquimal Sinonasal Grado Tres y Carcinosarcoma de Glándula Mamaria de un Canino. Estudios Clínico e Histopatológico. International Journal of Morphology - Scielo, 861-875. 2008.

CAPÍTULO 2

RESPUESTA INMUNITARIA DE AUTO-
VACUNA DE PAPILOMA VIRUS EN
BOVINO

Xavier Quishpe
Mayra Montero-Recalde
Angélica Chuquimarca-Chuquimarca
Julio Pujos-Aranda
Esteban Guevara
Edwin Robalino

RESPUESTA INMUNITARIA DE AUTOVACUNA DE PAPILOMA VIRUS EN BOVINO

Xavier Quishpe

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador
xavier.quishe@uta.edu.ec

Mayra Montero Recalde

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

Angélica Chuquimarca Chuquimarca

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

Julio Pujos Aranda

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

Esteban Guevara

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

Edwin Robalino

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador

Resumen

El objetivo de la investigación fue observar la respuesta inmunitaria, a través de la inoculación del antígeno vírico (autovacuna), el mismo que fue tomado, procesado e inoculado de las muestras papilomatosas obtenidas del propio animal, la efectividad de la autovacuna fue valorado a través de la titulación de las Inmunoglobulinas A G, M y E tanto a los 8 y 15 días posteriores a la primera vacunación, para lo cual se tomó muestras de sangre, tanto previo como posterior al uso de la autovacuna, la misma que fue preparada en los predios de la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus Salache, la misma fue refrigerada hasta su uso. Los resultados de biometría hemática previos a la inoculación demostraron presencia de linfocitos elevados de 12.638 mm^3 , que evidenciarían la presencia del agente vírico, mientras que a los 8 y 15 días posteriores a la inoculación, los linfocitos decayeron en 8.378 mm^3 y 2.698 mm^3 respectivamente, dado esto por toda la actividad de las células especializadas del sistema inmune del animal, mientras tanto en el caso de la titulación de Inmunoglobulinas, se observó una actividad bastante elevada así: 19,4 g/l antes de la inoculación, a los 8 días posteriores a la inoculación presentó un valor de 33,6 g/l y a los 15 días de 21,9 g/l; siendo estos datos tomados para la Ig G, como la de mayor importancia al valorar las enfermedades víricas en general, concluyendo así que la autovacuna dio resultados positivos en la neutralización del virus del papiloma, provocado principalmente por la respuesta de la Inmunoglobulina de mayor presencia en la sangre.

Palabras clave: papilomatosis, antígeno, autovacuna, titulación.

Abstract

The objective of the investigation was to observe the immune response, through the inoculation of the viral antigen (autovaccine), the same that was taken, processed and inoculated of the papillomatous samples obtained from the animal itself, the effectiveness of the autovaccine was assessed through of the titration of the Immunoglobulins AG, M and E both at 8 and 15 days after the first vaccination, for

which blood samples were taken, both before and after the use of the autovaccine, the same that was prepared in the properties of the Technical University of Cotopaxi, Salache campus, it was refrigerated until its use. The results of blood count before the inoculation showed the presence of elevated lymphocytes of 12,638 mm³, which would show the presence of the viral agent, while at 8 and 15 days after inoculation, the lymphocytes decayed at 8,378 mm³ and 2,698 mm³ respectively, given this for all the activity of the specialized cells of the animal's immune system, meanwhile in the case of the immunoglobulin titration, a fairly high activity was observed thus: 19.4 g / l before inoculation, at 8 days after inoculation, it presented a value of 33.6 g / l and at 15 days of 21.9 g / l; these data being taken for Ig G, as the most important when assessing viral diseases in general, thus concluding that the autovaccine gave positive results in the neutralization of the papillomavirus, mainly caused by the Immunoglobulin response of greater presence in the blood.

Key words: papillomatosis, antigen, self-vaccination, titration.

Introducción

La papilomatosis bovina se caracteriza por ser una enfermedad de tipo viral e infectocontagiosa que no solo afecta a los bovinos sino también a otras especies que incluye humanos, perros, primates, equinos, ovejas, conejos, y su caracterización principal es la presencia de tumores benignos de tipo fibroepitelial (1), este virus es de tipo ADN, de doble cadena circular, pertenece a la familia *Papoviridae*, con presencia de simetría icosaédrica, 72 capsómeros, y 420 subunidades estructurales, además de ser resistente a sustancias como el éter y formol y resiste el calor, radiación UV y pH (2). Suelen presentarse mayormente en bovinos jóvenes, y generalmente producen poco daño y desaparecer de manera espontánea, pero en el caso de los animales en condiciones de inmunodepresión, sin embargo, pueden no librarse de la infección, convirtiéndose en una enfermedad de tipo permanente, persistente y hasta extenderse las lesiones por todo el cuerpo (3); (4)

La Papilomatosis bovina ha presentado a través de los años serias dificultades en el control, existiendo varios tratamientos, pero la efectividad reportada de estos ha sido variable, así encontramos desde intervención quirúrgica, que se la considera poco práctica; y las vacunas autógenas preparadas a partir del animal infectado como una buena alternativa en el control de esta enfermedad (5); (6); inclusive muchos estudios concluyen que el uso de una auto-vacuna preparada a partir de una lesión papilomatosa, previa estimulación del sistema inmune, mediante el uso de ivermectina al 1%, se ha convertido en un control realmente eficaz de esta enfermedad viral de alta incidencia en hatos lecheros del continente Americano (7).

El virus del papiloma en bovinos genera respuestas tanto de tipo humoral como celular, lo que promueve la cura espontánea (3); sin embargo, se convierte en una respuesta inmunitaria de tipo tardía lo cual conlleva a incrementos en las pérdidas económicas e incluso la muerte de los animales que presentan la enfermedad (3). La supresión del sistema inmune representa una parte importante en la continuidad de la enfermedad para lo cual se ha empleado estimulantes inmunitarios como el levamisol (8).

Metodología

Se identificó una vaca de nombre Venecia, raza Holstein de 12 meses de edad con la presencia de una verruga grande en la parte ventral del abdomen, previa sujeción física, se procedió a tomar la muestra de manera quirúrgica (Figura 1), ayudados de un bisturí estéril, extirpándola de raíz e inmediatamente cauterizando la herida producida por la extracción, evitando así hemorragia en el animal E inmediatamente se tomó una muestra de sangre de la vena yugular, como día 1, es decir sin uso de

autovacuna, la cual fue enviada para realizar la Biometría hemática y la inmunoquímica sanguínea mediante la titulación de las inmunoglobulinas (A,G,M y E), al laboratorio San Francisco de la Ciudad de Ambato.

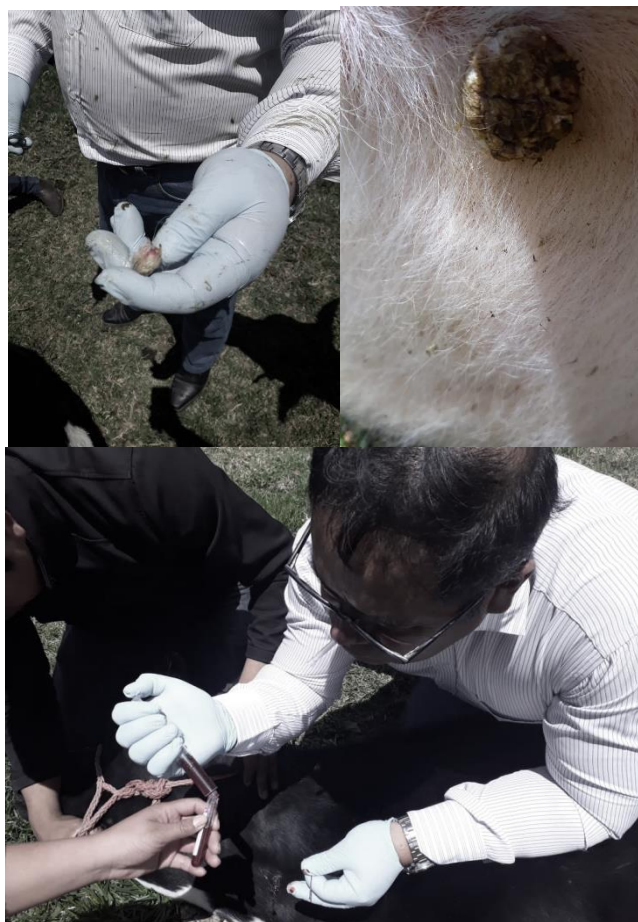


Figura 1.

Toma de muestra a vaca raza Holstein

Preparación de la autovacuna

En el mortero se colocó 8 g de la muestra de papiloma obtenida, previa limpieza de folículos pilosos, sangre y otros contaminantes con agua bidestilada, con la ayuda del pistilo se procedió a triturar por uno 30 minutos, macerando la muestra en pedazos diminutos de máximo 3 mm, para facilitar el trabajo posterior; al macerado se añadió de manera constante pequeñas cantidades de agua bidestilada estéril, sumando un total de 12 ml utilizados al final de este proceso.

A la muestra macerada se añadió formol al 40%, dejando reposar en un lugar oscuro durante 24 horas, de esta manera se mezclaron todos los componentes, una vez pasado el tiempo con la ayuda de una gasa estéril se filtró el preparado, hasta obtener una solución de aspecto lechoso, dejando las partículas de arena y restos del triturado del papiloma en la misma, se escurrió la gasa en el vaso de precipitación sin dejar que las partículas sólidas caigan en el vaso de precipitación y se añadió penicilina más estreptomycinina, se llenaron dos tubos, cada uno con 6 ml de la preparación filtrada y se las centrifugó a 2000 rpm durante 15 minutos.

Se vertió el contenido de los tubos a un tubo de precipitación, se selló y se los llevó a la estufa a 37 °C durante 24 h. Finalmente el bovino fue inoculado y a los primeros 8 días se tomó una muestra tanto para biometría hemática como titulación de Inmunoglobulinas, y el mismo muestreo se lo realizó a los 15 días.



Figura 2.

Preparación de la autovacuna

Resultados y discusión

Los resultados obtenidos en los análisis de laboratorio podemos observar que la mayoría de los parámetros se encuentran en valores referenciales normales, existiendo pequeñas variaciones los cuales vamos a detallar de la siguiente manera:

En los valores obtenidos (tabla 1) antes de la aplicación de la autovacuna, hacemos referencia a los linfocitos, los cuales encontramos en valores altos de 12.638 mm³ en comparación a sus valores de referencia, los mismos nos indica que existe la presencia de un antígeno en el organismo del animal, ya que los linfocitos son los encargados de identificar los antígenos proteicos que en este caso hacemos referencia a la presencia del virus del papiloma, en confirmación con el autor que nos manifiesta. Además, en otra investigación nos manifiesta que la respuesta mediada por linfocitos es indispensable para la protección de algunas bacterias, hongos y virus al hospedero. Sin embargo, la muerte de las células infectadas genera restos celulares que contiene tanto materia del hospedador como del virus y que son fagocitados, procesados y presentados a los linfocitos TCD4+ como los CD8+, por lo tanto, cuando se activado, los linfocitos citotóxicos CD8+ identifican, se unen y matan todas las células infectadas del hospedador evitando la multiplicación del virus. El conjunto de la destrucción de las células infectadas con su carga vírica da como resultado la eliminación de la infección primaria (10, 11,12), por este motivo determinamos la presencia del virus en el organismo del animal debido a la activación de los linfocitos y sintomatología física del animal.

Tabla 1. Valores de hemograma e inmunoquímica de bovino día 1(sin autovacuna)

Parámetros	Resultado	Referencia
Neutrófilos mm ³	4272	600 – 6700
N. Bandas mm ³	0	0 – 0
Linfocitos mm ³	12638	2500 – 7500
Monocitos mm ³	534	25 – 840
Eosinófilos mm ³	356	0 – 2400
Basófilos mm ³	0	0 – 200
IgA g/L	0.17	0.1 – 0.5
IgG g/L	19.4	17 – 27
IgM g/L	2.11	2.5 – 4.0
IgE UI/m	0.01	0 – 52

Luego de la aplicación de la autovacuna observamos los siguientes valores:

En la tabla 2, visualizamos que los linfocitos han descendido en comparación a la tabla 1, pero mantienen un rango alto a su valor de referencia, además observamos un incremento en los monocitos, que son células limpiadoras del sistema inmunitario que actúan eliminando tejidos muertos y regulan la inmunidad contra sustancias extrañas, además interactúan con inmunoglobulinas, lo que tiene relación con el aumento de 33.6 g/L de IgG que brinda protección contra las bacterias y las infecciones virales y haciendo referencia el autor que manifiesta. La inmunoglobulina G es la más abundante en todas las especies y representan entre un 65 y un 80% de las inmunoglobulinas totales. La principal función biológica de la IgG es la eliminación de los microorganismos y la neutralización de las toxinas. La IgG se sintetiza de forma tardía tras un primer contacto con el antígeno; sin embargo, tras un segundo contacto, la mayoría de las inmunoglobulinas formadas pertenecen a la respuesta inmunitaria (11, 13,14). En general, en el caso de producirse la reacción por medio de antígenos de naturaleza proteica se observa un incremento en los niveles de IgG, (15,16) lo que demuestra la activación de la inmunoglobulina G por la aplicación de la autovacuna.

Tabla 2. Valores de hemograma e inmunoquímica de bovino. Día 8

Parámetros	Resultado	Referencia
Neutrófilos mm ³	3692	600 – 6700
N. Bandas mm ³	0	0 – 0
Linfocitos mm ³	8378	2500 – 7500
Monocitos mm ³	1846	25 – 840
Eosinófilos mm ³	284	0 – 2400
Basófilos mm ³	0	0 – 200
IgA g/L	0.16	0.1 – 0.5
IgG g/L	33.6	17 – 27
IgM g/L	3.71	2.5 – 4.0
IgE UI/m	0.93	0 – 52

La tercera toma de muestra fue después de 15 días de ser inoculado el animal; observándose que los valores de los neutrófilos el cual se ven aumentados 10.366 mm³ en comparación con los valores de referencia, por su función de fagocitar antígenos bacterias y hongos podemos constatar su activación por la presencia de un cuerpo extraño en el organismo del animal por acción de la autovacuna, y como

referencia al autor que manifiesta. Por tal motivo, una reacción inflamatoria aguda es crucial para la defensa de los tejidos del hospedero contra patógenos invasores. sin embargo, leucocitos, especialmente los neutrófilos son los principales participantes de este mecanismo de defensa natural, y su migración al sitio de infección es determinante para el desenlace de la infección (13,17). Posiblemente el aumento de los monocitos es debido a que interactúan con inmunoglobulinas principalmente de ig m, es el primer anticuerpo que el cuerpo genera para combatir una infección (13,18). Esto se debe a la acción que ha provocado la autovacuna en la vaca, verificando mediante el hemograma y cambios externos en el animal (tabla 3).

Tabla 3. Valores de hemograma e inmunoquímica de bovino a los 15 días después de ser inoculado el animal

Parámetros	Resultado	Referencia
Neutrófilos mm³	10366	600 – 6700
N. Bandas mm³	0	0 – 0
Linfocitos mm³	2698	2500 – 7500
Monocitos mm³	852	25 – 840
Eosinófilos mm³	284	0 – 2400
Basófilos mm³	0	0 – 200
IgA g/L	0.09	0.1 – 0.5
IgG g/L	21.9	17 – 27
IgM g/L	4.78	2.5 – 4.0
IgE UI/m	2.93	0 – 52

Conclusión

La aplicación de la autovacuna del agente vírico papiloma en un bovino joven, generó la presencia inmunitaria de la Ig G, comportándose como la de mayor importancia en la neutralización de virus, así como de toxinas. La lesión presente en el animal en forma de coliflor vulgarmente nombrado verruga, desapareció totalmente del vientre del animal a los 15 días de inoculado el animal, concluyendo que la autovacuna resultó altamente efectiva en este animal.

Referencias

1. Bolaños, A.; Flores. G, Montealegre, N; Perdomo, D; Trujillo, J; Sanchez, L; Silva C. Eficacia terapeutica del clorobutanol en el tratamiento de papilomatosis bovina, estudio en cuatro predios en Caqueta, Colombia. REDVET. Revista Electronica de Veterinaria, 1-8. 2017.
2. Montaña, P.; Justiniano, M. Evaluación de la equivalencia terapeutica de cuatro tratamientos contra la papilomatosis bobina (Municipio El Torno de la Provincia Andres Ibáñez, Departamento de Santa Cruz). Santa Cruz-Bolivia: UAGRM. 2010.
3. Jelinek, F.; Tachezy, R. Cutaneous papillomatosis in cattle. Journal of Comparative pathology, 70-81. 2005.
4. Vázquez, R.; Escudero, C.; Doménech A.; Gómez, D.; Benitez, L. Papilomatosis bovina: epidemiología y diversidad de papilomavirus bovinos (BPV). Revista Complutense de Ciencias Veterinarias, 38-57, 2012.

5. Martínez, N.; Erazo, R. Evaluación y diseño de histovacunas empleadas para tratamiento de papilomatosis bovina. San Juan Pasto, Colombia: Congreso Nacional de Ciencias Biológicas, 2002.
6. Aricapa, H.; Dussan, C. y Manrique, H. Evaluación de la eficiencia de una vacuna contra la papilomatosis bovina frente a tres tratamientos diferentes. Revista de Veterinarias y Zootecnia, 48-55., 2003.
7. Rodríguez, R.; Cordero, L.; Gutiérrez, E.; Castro, M.; Ojeda, M.; Navarro, R.; Castro, J. Papilomatosis bovina en el trópico mexicano: presentación clínica y control. Bioagrobiencias, 2015.
8. Cam, Y.; Kibar, M.; Atasever, A.; Atalay, O.; Beyaz, L. Efficacy of levamisole and tarantula cubensis venom for the treatment of bovine cutaneous papillomatosis. Resvista Veterinaria, 14, 486-488, 2007.

CAPÍTULO 3

EVALUACIÓN DE LA AUTOVACUNA
PARA PAPILOMAVIRUS
BOVINO

Nancy Cueva
Paola Lascano
Cristian Arcos

EVALUACIÓN DE LA AUTOVACUNA PARA PAPILOMAVIRUS BOVINO

Nancy Cueva

nancy.cueva@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi

Paola Lascano

paola.lascano@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi

Cristian Arcos

cristian.arcos@utc.edu.ec
Universidad Técnica de Cotopaxi

Resumen

Para evaluar el efecto de la autovacuna frente a papilomavirus bovino, se investigó en una unidad bovina en condiciones de crecimiento, categoría media Holstein mestiza, se aplicó terapia con autovacuna en dosis de 5 ml subcutáneo en dos periodos de aplicación cada ocho días, con el protocolo de producción de autovacuna (26) en el laboratorio de Centro Experimental y Producción Salache (CEASA). Se comprobó que la autovacuna tiene una efectividad terapéutica del 80% a los 15 días post inoculación en pápulas menores a un centímetro. A nivel serológico la autovacuna promueve un estímulo proteínico inespecífico con degradación eritrocítica estimulando eritropoyesis, permitiendo la mantención de homeostasis; los leucocitos desencadenan una reacción de inflamación aguda en la que las aminas vasoactivas (histamina) y los factores quimiotácticos atraen a polimorfonucleares neutrófilos de 26 a 75 y linfocitos de 21 a 69; La IgG un incremento de 15.9 a 29.4, como factor de memoria frente a una inmunidad innata dando resistencia fuerte y duradera contra las reinfecciones. Las IgA subieron de 0.07 a 0.11 g/L, como respuesta y protección a mucosas, factor donde se ve las afecciones de papilomatosis. La IgE de 1.08 a 3.74 g/L, debido a la respuestas alérgicas de la autovacuna.

Palabras Clave: autovacuna, inmunoglobulinas, papilomavirus bovino, efectividad, inmunización.

Abstract

To evaluate the effect of the autovaccine against bovine papillomavirus, a bovine unit under growing conditions, medium category mixed Holstein was investigated, autovaccine therapy was applied at a dose of 5 ml subcutaneously in two periods of application every eight days, with the Autovaccine production protocol (26) in the laboratory of Experimental Center and Production Salache (CEASA). It was found that the autovaccine has a therapeutic effectiveness of 80% at 15 days post inoculation in papules smaller than one centimeter. On a serological level, the autovaccine promotes a nonspecific protein stimulus with erythrocyte degradation stimulating erythropoiesis, allowing the maintenance of homeostasis; leukocytes trigger an acute inflammation reaction in which vasoactive amines (histamine) and chemotactic factors attract neutrophil polymorphonuclear cells from 26 to 75 and lymphocytes from 21 to 69; The IgG increased from 15.9 to 29.4, as a memory factor against an innate immunity giving strong

and lasting resistance against reinfection. IgA rose from 0.07 to 0.11 g / L, in response and protection to mucous membranes, a factor where papillomatosis conditions are seen. IgE from 1.08 to 3.74 g / L, due to allergic responses of the autovaccine.

Key words: autovaccine, immunoglobulins, Bovine papillomavirus, effectiveness, immunization.

Introducción

La papilomatosis es una enfermedad tumoral benigna infectocontagiosa, que afecta especies de aves y mamíferos, causando daños de importancia económica como: ceguera, desarrollo retardado, problema de fertilidad, desvalorización del cuero del animal y, consecuentemente, la disminución de la productividad y su valor de venta. En mamíferos, se han descrito numerosas especies de virus del papiloma (PV) en primates no humanos (actualmente se reconocen 4 especies), ganado vacuno (BPV), ovejas y cabras (OPV y ChPV), caballos (EcPV), conejos (OcPV, SfPV), perros y gatos domésticos y felinos salvajes (6 especies), ciervos, corzos, renos y alces (OvPV, CcaPV, RtPV y AaPV, respectivamente), jabalíes (SsPV), osos polares (UmPV), mapaches (PIPV), cetáceos como marsopas, manatíes y delfines (PsPV, TmPV y TtPV, respectivamente), murciélagos (RaPV) y en diversos roedores donde se han descrito hasta 6 especies diferentes (1).

Etiología

Los papilomavirus fueron originalmente estudiados junto con los poliomavirus en la familia Papovaviridae basado en su pequeño tamaño; luego se reconoció que los dos grupos de virus poseen genoma de diferente tamaño, organización genómica completamente diferente y ninguna similitud de importancia en la secuencia de aminoácidos o nucleótidos. En tal sentido, según el Comité Internacional de Taxonomía Viral (Internacional Commitee on Taxonomy of Viruses ICTV), el virus de la papilomatosis bovina está clasificado actualmente en la familia Papillomaviridae, recientemente los papilomavirus han sido re-clasificados. (2).

Independientemente del sitio o tipo de lesión, el virión del papilomavirus bovino tiene una morfología y estructura constante. Como otros viriones de papilomavirus, el virión del papilomavirus bovino tiene una estructura icosaédrica no envuelta de 55-60 nanómetros (nm) de diámetro, el cual forma filas paracristalinas en el núcleo de las células infectadas (3).

El virus se conserva activo por 90 días a 4° C y por 180 días a la temperatura de 70° C. También permanece activo por largo tiempo, cuando es mantenido en glicerina al 50% o liofilizado. Es inactivado en 30 minutos a 60° C y por formalina al 10%. Los virus son resistentes a solventes lipídicos, éter, grandes oscilaciones de pH (3,0 - 7,5) y en temperaturas alrededor de 50° C (4).

Ciclo de vida del papilomavirus

El ciclo de vida del papilomavirus está relacionado estrictamente a las etapas de diferenciación de las células epiteliales del hospedero, con la totalidad del ciclo restringida al epitelio (5). Las células basales epiteliales son los blancos iniciales de infección, que son expuestos como resultado de micro-lesiones del epitelio estratificado (6).

La unión de los viriones con las células es mediada por el proteoglicano heparán sulfato de la superficie celular (8). Siguiendo con la unión y entrada del virus; los viriones migran a los núcleos y establecen sus genomas como multicopias de plásmidos extracromosomales, que son mantenidos en aproximadamente 20 a 100 copias por célula basal infectada (7). La expresión de los genes virales tempranos es activada en los estratos basal y supra basal del epitelio (5). Mientras las células se diferencian, el genoma viral es

mantenido como un plásmido estable (6). Los queratinocitos no infectados salen del ciclo celular después de dejar el estrato basal, y los núcleos son degradados en muchas de esas células diferenciadas. En contraste, Las células infectadas con papilomavirus sufren una diferenciación pero permanecen activas en el ciclo celular (7).

Los productos génicos tempranos (proteínas E5, E6 y E7) son los responsables de la inducción de la proliferación celular (5). Esto permite que las células supra basales altamente diferenciadas vuelvan a entrar a la fase S del ciclo celular y soporten altos niveles de replicación productiva del ADN (ácido desoxirribonucleico) viral (7). La proteína E2 del papiloma media la asociación de los genomas virales con los cromosomas mitóticos resultando en una distribución eficiente de los genomas del papiloma en las células hijas (3). La expresión de la proteína E4 y la replicación del ADN viral ocurre en el estrato espinoso y granular (5). La replicación del genoma viral ocurre en la fase S del ciclo celular a través de la acción de las proteínas virales E1 y E2 en cooperación con las proteínas de replicación celular y en sincronización con los cromosomas de la célula del hospedero (7). Mientras las células se diferencian, el programa de expresión génica tardía es activado y las proteínas estructurales de la cápside L1 y L2 son expresadas en el estrato granular (5).

Durante la morfogénesis del virión la proteína L2 se liga al ADN favoreciendo su encapsidación (7). Finalmente, los viriones son ensamblados en el estrato escamoso y liberados con las escamas de queratina. (5).

Entrada y recepción del virus al organismo animal

Unión a la superficie celular

En base a los últimos avances en el desarrollo sistemas de generación de pseudo virion, el mecanismo más probable de entrada viral es el siguiente: Los proteoglicanos heparán sulfato de la superficie celular con modificaciones específicas en los grupos amino 2-hidroxil y 6-hidroxil, median la unión de los viriones con las células. Esta unión es solamente dependiente de la conformación correcta de la proteína L1 y no requiere de la proteína L2. El retraso en la penetración es acompañada por cambios en el modo de unión y posiblemente la transferencia a un receptor secundario (8).

Pasaje al citosol y núcleo

Los virus aprovechan las estructuras y mecanismos celulares normales para la entrada de sustancias. Los viriones penetran a la célula por endocitosis dependiente de actina para la formación de vesículas, pero después requiere de los microtúbulos de las membranas celulares para el transporte vesicular que contienen la partícula viral hacia el núcleo celular (4).

Una característica peculiar de la infección por papilomavirus es que ocurre una lenta penetración. Viriones de papilomavirus 1, pudieron ser identificados en la superficie celular después de 8 horas, y la internalización completa puede tomar hasta 48 horas (8). La reducción de los enlaces disulfuros intercapsoméricos y la acidificación de los endosomas probablemente desencadenen el desnudamiento del genoma viral. La proteína L2 es la más probable en mediar el escape endosomal del genoma viral (4).

Se ha propuesto que el desensamblaje de las partículas se produce antes del transporte nuclear, ya que las cápsides de los papilomavirus son demasiado grandes para pasar por los poros nucleares. La proteína L2 media la unión del genoma viral a los microtúbulos, facilitando de este modo el transporte intracitoplasmático y tal vez es la acompañante del genoma viral para que éste entre al núcleo (8). Una vez en el núcleo el genoma viral no se integra al ADN celular y permanece como episómico (9)

Replicación de los papilomavirus

La replicación de los papilomavirus está estrechamente relacionada con el crecimiento y la diferenciación de las células epiteliales, desde su origen en las capas basales hasta su descamación en la epidermis o en las mucosas (9). La replicación del ADN viral es dependiente de 2 polipéptidos virales (proteína estructural E1 y proteína estructural E2), y de la presencia de la secuencia de inicio de la replicación viral. Esos tres componentes son necesarios y suficientes para la replicación del ADN viral en células de mamíferos (4).

Respuesta inmune contra el papilomavirus

La respuesta inmune del ganado bovino hacia el papilomavirus es sorprendentemente pobre (10). Los animales pueden tener tumores enormes, produciendo activamente virus en grandes cantidades, pero los bovinos no responden fácilmente a los antígenos del papilomavirus durante el curso de la infección y los anticuerpos anti-papilomavirus raramente son detectados. Este es el caso de todos los tipos de papilomavirus bovino investigados, excluyendo ya sea el tipo viral o el sitio de infección de la pobre respuesta humoral (5). En algunos animales se pueden observar débiles respuestas celulares de linfocitos T y B hacia las proteínas de la cápside o hacia la proteína transformante E7 durante las etapas tardías de la infección y parecen estar asociadas con el rechazo del papiloma (10). La pobre respuesta inmune hacia el papiloma probablemente sea la principal razón para la persistencia de la infección, incluso en hospederos inmunocompetentes, los papilomas persisten durante muchos meses antes de que se produzca la regresión (3).

Durante el rechazo de los papilomavirus tipo 4, se acumulan grandes masas de linfocitos activados en la dermis debajo del papiloma. En estos conglomerados los linfocitos CD4⁺ son el subtipo predominante, seguido por linfocitos CD8⁺ y células T γ δ . En contraste, los linfocitos CD8⁺ y γ δ predominan en la capa basal y entre los queratinocitos (10).

La contribución de los subtipos de linfocitos individuales para la regresión del papiloma no se ha establecido pero se ha reportado una distribución diferencial similar de linfocitos CD4⁺ y CD8⁺ en verrugas genitales en regresión de humanos y papilomas en regresión de conejos. Todas las similitudes topológicas y temporales entre las lesiones en regresión en los diferentes sistemas de papilomavirus confirma la generalidad de las observaciones (3).

Aunque las cápsides virales pueden ser inaccesibles para las células inmunes, las células infectadas con virus en los estratos inferiores del epitelio que expresan las proteínas virales tempranas, incluyendo E5, E6 y E7, deberían ser sujetas a vigilancia mediante células efectoras anti-virales, incluyendo linfocitos T cito-tóxicos.

Estado latente del papilomavirus bovino

Como muchos otros virus, los papilomavirus pueden establecer una infección latente. El genoma viral puede hallarse frecuentemente en epitelios normales sin signos clínicos de enfermedad (12) tanto en hospederos clínicamente normales como en los que tienen tumores (3). Los epitelios normales son el sitio aceptado de infección latente, y de hecho, la reactivación del papiloma en sitios traumatizados sugiere que el ADN viral está presente en estos sitios de forma latente, y que el daño del epitelio, posiblemente por la producción de citocinas inflamatorias y la estimulación de la proliferación celular, induce la expresión de los genes virales conllevando a la formación del papiloma (3).

El ADN del papiloma también está presente en forma episomal en los linfocitos circulantes de los bovinos (11) y se ha establecido la infección latente del papilomavirus en linfocitos de bovinos de manera experimental (13). Así mismo, se ha detectado secuencias del ADN del papilomavirus tipo 1 en

sangre entera y plasma de bovinos afectados con papilomas cutáneos; sugiriendo en este caso que la presencia de secuencia de ADN libre en el flujo sanguíneo se originó de la muerte de las células transportadoras de virus (10).

Autovacunas

En la vaca, la vacuna autógena preparada a partir de los tejidos verrugosos del animal afectado es eficaz en muchos casos. También se dispone de vacunas comerciales para ganado vacuno, pero son mucho menos eficaces; una vacuna autógena preparada para un problema específico tiene la ventaja que incluye los tipos locales de virus. La vacuna se prepara a partir del tejido verrugoso homogeneizado, que se filtra e inactiva con formol debido a los diferentes tipos de VPB, es preciso ser cuidadoso al seleccionar los tejidos. Por lo general pueden seleccionar según tipo de tumor, localización y composición histológica. También puede utilizarse muchos tipos diferentes de tejido en la vacuna (14)

La diferente respuesta de un animal a otro, en cuanto a la regresión de la enfermedad tras la vacunación de un grupo de terneras con una vacuna preparada a partir de una sola ternera del grupo ha sido atribuida a la presencia de más de un tipo de VPB en el grupo. El estadio de desarrollo de la enfermedad también es importante, ya que los virus están presentes en mayor concentración en el tejido epitelial de las verrugas más antiguas que en las más recientes. La vacuna puede administrarse de manera SC, pero se ha afirmado que los resultados son mejores tras la inyección ID. Las dosis varían, pero se recomienda de dos a cuatro inyecciones a 1 o 2 semanas de intervalo. Se obtiene la curación en 3 a 6 semanas en el 80 al 85% de los casos cuando las verrugas están en la superficie del cuerpo o en el pene de los animales, pero solo en el 33% cuando están en los pezones. La respuesta a la vacunación de las verrugas planas y sesiles es mala. (15).

El sistema inmunitario

El sistema inmunitario es complejo y los elementos que lo integran participan en numerosas funciones de forma integrada con otros sistemas del organismo. En la protección frente agentes extraños (bacterias, virus, parásitos, hongos, levaduras, pólenes, proteínas alimentarias, toxinas, células cancerígenas, etc.) una primera línea de defensa la constituyen las barreras físicas y químicas, como son la piel y las mucosas (nasal, intestinal, etc.), sus secreciones (ph ácido del estómago, lisozima, y otros componentes antibacterianos del sudor y otras secreciones) y la flora autóctona protectora. (14)

La Inmunidad Innata o Inespecífica, constituye una defensa menos evolucionada y específica que la adaptativa, ya que el mismo mecanismo (células, factores solubles, etc) actúa frente a diferentes agentes. Además, en exposiciones repetidas de una molécula o agente extraño se desencadena una respuesta similar y con la misma intensidad en todas ellas; es decir, carece de memoria inmunológica. (15)

Recientemente se ha evidenciado que las células del sistema inmune innato poseen unos receptores denominados “receptores de reconocimiento de patrones” (PRRs). Éstos reconocen estructuras concretas en los agentes patógenos, los denominados “patrones moleculares asociados a patógenos” (PAMPs), que realmente son activadores microbianos de la respuesta inmune innata. (16)

La Inmunidad Adquirida o Específica, es un sistema complejo y sofisticado que ofrece la mejor defensa del cuerpo. Se desarrolla cuando los agentes infecciosos logran evadir los mecanismos innatos de defensa y está generada por la penetración de una dosis inicial de antígenos y se hace efectiva sólo después de varios días. Sus principales características son: especificidad: debido a que este tipo de respuesta va dirigida específicamente a determinada molécula antigénica. La porción del antígeno que es reconocida por los linfocitos se denomina determinante antigénica o epítope. (17)

Se desarrolla mediante dos mecanismos fundamentales: respuesta inmune humoral, donde los linfocitos B juegan un papel preponderante; y respuesta inmune celular, donde los linfocitos T son las células fundamentales. Ambas respuestas comienzan con la activación de los linfocitos en los órganos periféricos, causada por la célula presentadora del antígeno (CPA), que alcanza a estos órganos a través de la circulación linfática y desencadena las siguientes fases: (16)

1. Fase de reconocimiento: consiste en la unión del antígeno extraño a los receptores específicos existentes en la membrana de los linfocitos maduros.
2. Fase de activación: secuencia de eventos que se producen en los linfocitos como resultado del reconocimiento antigénico específico. Todos los linfocitos experimentan dos cambios fundamentales: proliferación y diferenciación. (18)
3. Fase efectora: en esta fase, los linfocitos T diferenciados en células efectoras migran hacia los sitios de agresión, donde desarrollan sus funciones de eliminación de los patógenos, mientras los linfocitos B las ejecutan en los propios órganos periféricos. (17)

Los antígenos son sustancias que al ser introducidas al organismo, inducen una respuesta inmune detectable, y que puede ser relacionada con los mecanismos efectores humorales o celulares de la respuesta. El término antígeno se utiliza para designar a cualquier sustancia o célula (ejemplo), bacterias, virus, glóbulos rojos, células de transplantes, o algunos componentes de éstos, como: proteínas, lipolisacáridos, que es reconocida como extraña por el sistema inmune. (19)

Los anticuerpos son proteínas producidas por el sistema inmunológico para atacar a los antígenos, como las bacterias, virus, parásitos y alérgenos. Capaces de reconocer a otras moléculas (antígenos) de manera muy específica, y formar complejos estables con ellos (inmunocomplejos). Proteínas de estructura globular sintetizadas por células del sistema inmune (Linfocitos B y células plasmáticas) derivadas de ellos. (20)

Inmunoglobulinas

Existen 5 tipos básicos de inmunoglobulinas: IgG, IgM, IgA, IgD, IgE.

- IgM: es el primer anticuerpo que se genera durante la respuesta inmune. Puede encontrarse como receptor en los linfocitos B y es importante en la activación de la vía del complemento.
- IgD: su función principal consiste en servir como receptor en los linfocitos B que no han sido expuestos al antígeno. (21)
- IgA: su función es la defensa inmune en las mucosas.
- IgG: tiene un importante papel en la defensa contra patógenos que invaden el cuerpo. Son abundantes en circulación sanguínea y son los únicos capaces de atravesar la placenta.
- IgE: juega un papel importante en la defensa contra gusanos y parásitos. Está también implicado en respuestas alérgicas. Su función se asocia a la de los mastocitos. (22)

Es la menos abundante en suero (0.3 mg/ml).

Es la mediadora de las reacciones de hipersensibilidad inmediata (alergias) para ello, las moléculas de IgE se unen a receptores específicos para Fc de IgE situados en las membranas de mastocitos tisulares y de basófilos sanguíneos. (23)

Cuando dos moléculas de IgE unidas a sus respectivos receptores en estas células se entrecruzan con el alérgeno específico, se produce la desgranulación, lo que libera extracelularmente mediadores

farmacológicamente activos, como histamina y ciertas citoquinas. También se provoca la síntesis de novo de eicosanoides (prostaglandinas y leucotrienos). Todo ello colabora en los síntomas de alergia. (24)

La IgE también juega un papel fisiológico, beneficioso: confiere protección local frente a ciertos patógenos grandes, como helmintos: sirve para reclutar células plasmáticas y efectoras a través de una reacción de inflamación aguda. Si el virus ha logrado atravesar la barrera de las mucosas y la de las IgA, puede ser reconocido por moléculas de IgE específicas previamente unidas a receptores de mastocitos.

Ello desencadena una reacción de inflamación aguda en la que las aminas vasoactivas (histamina) y los factores quimio tácticos atraen a polimorfonucleares neutrófilos; a continuación entran en el tejido moléculas de IgG, componentes del complemento, granulocitos y eosinófilos. Estos últimos reconocen al virus recubierto por IgG, y colaboran en su destrucción. (25)

Importancia del Problema

En la actualidad el sector ganadero se ve afectado por la incidencia del virus de Papiloma Bovino (VPB) y por la dificultad de controlar los procesos infecciosos que inevitablemente se dan en la producción animal sobre todo en la ganadería intensiva, a pesar de la existencia de gran cantidad de tratamientos comerciales, la mayoría de ellos no tiene resultados efectivos. Es aquí donde las autovacunas toman protagonismo como un recurso muy útil, siendo preventivas, seguras, eficaces y asequibles y su uso está muy extendido en países europeos (Alemania, Francia, Bélgica) así como en América del Norte.

La variabilidad antigénica de muchos patógenos infecciosos impide obtener una vacuna universal para las enfermedades provocadas por ellos, dándose lo que conocemos como inmunidad específica de serotipo. La utilidad de las autovacunas en esos casos, como medida altamente específica, es incuestionable. Además, la posibilidad de incluir en una misma vacuna la combinación específica de agentes o serotipos presentes en una explotación ganadera que puede ir modificándose a medida que evolucionan los patógenos, es otra de las ventajas de las autovacunas.

Ante procesos emergentes, siempre que correspondan a patologías no sometidas a control oficial y para los que sea posible producir autovacunas, la rapidez de respuesta que obtenemos mediante su uso es de gran importancia. A menudo, la mejora de los índices de producción que se consiguen con mejora genética, alimentación y manejo va acompañada inevitablemente de la aparición de nuevas patologías o del aumento de patógenos que hasta ahora no eran importantes y para los que es posible elaborar autovacunas.

De forma tradicional, las autovacunas han sido y siguen siendo una tabla de salvación en las especies menores y mayores y en las patologías infecciosas menos frecuentes que de otro modo nos veríamos obligados a controlar basándonos exclusivamente en antibioterapia o en el peor de los casos, no podrían ser controlados. Con esos antecedentes esta investigación busca alternativas en la terapéutica con el uso de la autovacuna.

Metodología

La investigación se realizó en el cantón Pillaro Provincia de Tungurahua, localizados al norte de la región interandina del Ecuador, con altura media de 2850 msnm y con una temperatura muy variada de entre 7°C a 15°C en invierno y 12 a 20 °C en verano, tiene una orografía eminentemente montañosa, que determina sus diversos ecosistemas montañosos (Winograd 1995) y con climas que van desde el tropical hasta el glacial, presenta sólo dos estaciones definidas: húmeda y seca.

Para la realización de la autovacuna se toma papilomas de todas las regiones afectadas, se coloca en una caja Petri estéril para el transporte al laboratorio de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, dentro del Centro Experimental Agropecuario Salache (CEASA) donde se pesa 2 gramos en balanza electrónica, se tritura en un mortero con 8 ml de solución salina fisiológica (SSF) para lograr una concentración del 20%, se filtra en una gasa estéril para su centrifugación a 2000 rpm por 10 minutos. Se titula el sobrenadante con 500 UI de penicilina, 500 ug estreptomina por cada ml, como inactivador formol al 1%, incubar a 37°C durante 24 horas, se mantiene en refrigeración, se utilizó dos dosis de 5ml vía subcutánea cada ocho días (26).

Análisis estadístico

Se resumió la información en cuadros y gráficas, para establecer la posible asociación entre las variables relacionadas mediante t Student y estadística descriptiva, para la diferencia estadística se utilizó Duncan al 5% mediante el sistema Infostat.

Resultados

Tabla 1. Número de papilomas por focalización menores de un centímetro Día 0 – 15

FOCALIZACIÓN	DIA 0	<1cm D-0	% D-0	DIA 15	<1cm D-15	% D-15
CABEZA	56	32	57,1	31	8	25,8064516
CUELLO	34	12	35,3	25	3	12
LOMO	25	8	32,0	16	0	0
VIENTRE	12	5	41,7	4	0	0
PATAS	8	8	100,0	0	0	0
Total	135	65	53,22±12,47	76	11	7,6±5,12
Valor p	Día 0 al día 15 dentro de la media ±EE 0,0095.					

Fuente: Cueva, Lascano y Arcos 2019

Dentro de la focalización de los papilomas en el animal según la región del cuerpo, para el día 0, mayor presencia de papilomas en cabeza, cuello, seguido del tórax y patas con un total de 135, se categorizo en papilomas menores a un centímetro con un total de 65 y mayores de la medida establecida 70 papilomas, para el día 15 de tratamiento persisten 76 papilomas en todo el animal, de ellos 11 menores a un centímetro y para mayores se evidencia que los cambios son mínimos con 65 papilomas que han cambiado su estructura. La media establecida de los porcentajes de patogenicidad en el animal revela diferencia estadística en papilomas menores a un centímetro con valor p 0,0095.

Tabla 2. Número de papilomas por focalización mayores de un centímetro. Día 0 – 15

FOCALIZACIÓN	DIA 0	>1cm D-0	% > 1cm D-0	DIA 15	>1cm D-15	% > 1cm D-15
CABEZA	56	24	42,9	31	23	74,1935484
CUELLO	34	22	64,7	25	22	88
LOMO	25	17	68,0	16	16	100
VIENTRE	12	7	58,3	4	4	100
PATAS	8	0	0,0	0	0	0
TOTAL	135	70	46,78±12,47	76	65	72,44±18,72
Valor p	día 0 al día 15 dentro de la media±EE 0,287					

Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

Para la papilomatosis mayores a un centímetro no existe diferencia estadística, 0,287 valor p, ya que no existe diferencia entre los tratamientos por la dimensión.

Tabla 3. Hemograma bovino. Estirpe roja

HEMOGRA BOVINO				
Datos	ANTES	POST	VALOR REFERENCIAL	UNIDAD
Hematocrito	26,9	32,7	24,0-46,0	%
Hemoglobina	9,5	10,5	8,0-15,0	g/Dl
Eritrocitos	7010000	7560000	5,000,000-10,000,000	mm ³
VGM	38,4	43,2	40-60	Fl
MCH	13,5	13,8	11,0-17,0	pg
SGMH	35,3	32,1	30,0-36,0	g/dL
Plaquetas	326000	296,000	100,000-800,000	mm ³

Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

El VCM o volumen corpuscular medio es un parámetro de la sangre que en este caso determina la presencia de los papilomas antes de la inoculación del antígeno. La autovacuna promueve un estímulo proteínico inespecífico. Los productos de degradación eritrocítica son conocidos por estimular la eritropoyesis y estimular el sistema inmune normal, permitiendo la mantención de la homeostasis. (31)

Tabla 4. Hemograma bovino. Estirpe blanca

Datos	ANTES	POST	VALOR REFERENCIAL	UNIDAD
Leucocitos	17500	15100	4000 - 12000	mm ³
VALORES ABSOLUTOS				
Neutrófilos	4550	11325	600 - 6700	mm ³
N. Bandas	0	0	0 - 0	mm ³
Linfocitos	12075	3171	2500 - 7500	mm ³
Monocitos	525	302	25 - 840	mm ³
Eosinófilos	350	302	0 - 2400	mm ³
Basófilos	0	0	0 - 200	mm ³

Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

Existe diferencia numérica dentro de los parámetros de referencia de la estirpe blanca, antes de la inoculación del antígeno presencia de leucocitosis y linfocitosis causada por infección crónica de tipo viral, post inoculación presencia de neutrofilia con estímulo de granulopoyesis que permite la generación de los granulocitos polimorfonucleares de la sangre como una respuesta a la autovacuna.

Tabla 5. Inmunoquímica sanguínea del bovino

INMUNOQUIMICA			
Datos	ANTES	POST	RANGO DE REFERENCIA
IgA	0,7	0,11	0,1 - 0,5 g/L
IgG	15,9	29,4	17 - 27 g/L
IgM	3,14	2,98	2,5 - 4,0 g/L
IgE	1,08	3,74	0 - 52 UI/ml

Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

En la respuesta inmune se evidencia mecanismos de defensa. Antes y después de la inoculación del antígeno se presenta un aumento de la IgA como una respuesta y protección a mucosas (22), factor que se observa en las afecciones de papilomatosis. La deficiencia de IgG se presenta en pacientes que sufren de infecciones recurrentes por la falta, o niveles muy bajos, de uno o dos subclases de IgG que contienen anticuerpos, cada subclase cumple diferentes funciones en la protección del cuerpo contra infecciones. Las subclases IgG1 e IgG3 son ricas en anticuerpos contra proteínas virales. (26) IgE implicada en respuestas alérgicas, su función se asocia a la de los mastocitos. (22), y la segunda frente a los estímulos de la proteína de la autovacuna.

La IgE también juega un papel fisiológico, beneficioso: confiere protección local frente a ciertos patógenos víricos, sirve para reclutar células plasmáticas y efectoras a través de una reacción de inflamación aguda. Si el virus ha logrado atravesar la barrera de las mucosas y la de las IgA, puede ser reconocido por moléculas de IgE específicas previamente unidas a receptores de mastocitos. Ello desencadena una reacción de inflamación aguda en la que las aminas vasoactivas (histamina) y los factores quimio tácticos atraen a polimorfonucleares neutrófilos; a continuación entran en el tejido moléculas de IgG, componentes del complemento, granulocitos y eosinófilos. Estos últimos reconocen al virus recubierto por IgG, y colaboran en su destrucción. (25) Mientras la IgM debe mantener una respuesta adquirida que se manifiesta entre los 30 días post reacción ya que estimula el Complejo Histocompatibilidad I (24).

Discusión

La respuesta observada el bovino de este estudio demostró que la autovacuna es eficaz como tratamiento curativo para la papilomatosis cutánea bovina, la terapia utilizada resultó ser tan efectiva como el tratamiento de látex del *Ficus Carica* (árbol de higuera) y de ácido salicílico al 10% utilizado en Irán encontrando desaparición de las verrugas al día 30 (29), así como un estudio realizado en Turquía donde se evaluó la eficacia de la ivermectina como tratamiento de la papilomatosis cutánea bovina a dosis única de 0,2 mg/Kg por vía subcutánea, o bien utilizando 2 dosis con intervalos de 15 días encontrando que ambos tratamientos son eficaces contra la papilomatosis bovina (30). Ya que se obtiene una disminución significativa según el valor p evaluado.

La autovacuna promueve un estímulo proteínico inespecífico. Los productos de degradación eritrocítica son conocidos por estimular la eritropoyesis y estimular el sistema inmune normal, permitiendo la mantención del homeostasis (31). Lo que concuerda con nuestros datos en el hematocrito por un incremento de la misma dentro de los días 0 y 15.

La respuesta observada en el grupo de autovacuna fue de 80%, compartiendo los resultados con (11) cuando afirma que se obtiene la curación de tres a seis semanas en el 80-85% de los casos cuando las verrugas están en la superficie del cuerpo, sin embargo en el estudio se evaluó la efectividad del tratamiento en tres semanas encontrando una tendencia marcada a resolver los casos a medida que aumenta el tiempo de tratamiento, lo que indica que si se hubiese tratado por cuatro semanas o más se podría obtener una mayor efectividad por este tratamiento. Tal teoría es congruente con los resultados obtenidos por (32), que reporta una eficacia del 100% con el uso de la autovacuna individuo específico para el tratamiento de la papilomatosis cutánea bovina. Se obtuvo un resultado similar en Cuba donde se realizó un estudio comprobando la efectividad de la planta *Thuja* y de la autovacuna con penicilina como tratamiento para la papilomatosis cutánea bovina, encontrando que el uso de *Thuja* y la autovacuna son eficaces, pero esta última presenta el inconveniente de dejar una superficie erosiva en la piel. (33) sin embargo este efecto no se observó en los animales tratados con autovacuna en este estudio. Debe señalarse que el estudio está influenciado por el tamaño de la muestra, considerando que un animal no es

significativo para determinar datos exactos a como se muestra en los intervalos de confianza para cada porcentaje de casos resueltos.

Se sabe que la interleucina 12 (IL-12), junto con los antígenos virales, propicia la síntesis del IF- γ . In vivo, los eosinófilos tienen efecto citotóxico, mediado principalmente por la IgE y la IgG-2, específico contra la papilomavirus. (27) Lo que demuestra el incremento de IgE y IgG en el estudio sobre la autovacuna. No existen documentos científicos que determinen la inmunogenicidad de los tratamientos a estudio esto debido a su alto costo en laboratorio.

Se declara que este trabajo no tiene conflicto de intereses, por tanto, que existen trabajos que no determinan una respuesta adecuada a la autovacuna, ya que la respuesta es específica de cada individuo y a la cantidad de papilomas presentes.

Conclusión

Se pudo comprobar que la autovacuna tiene una efectividad terapéutica entre el 80% a los 15 días post inoculación en pápulas menores a un centímetro. A nivel serológico la autovacuna promueve un estímulo proteínico inespecífico con degradación eritrocítica ya que estimula la eritropoyesis, permitiendo la mantención del homeostasis; Los glóbulos blancos desencadenan una reacción de inflamación aguda en la que las aminas vasoactivas (histamina) y los factores quimiotácticos atraen a polimorfonucleares neutrófilos de 26 a 75 y linfocitos de 21 a 69; La IgG que incremento de 15.9 a 29.4, como factor de memoria frente a una inmunidad innata dando resistencia fuerte y duradera contra las reinfecciones. En cuanto a las IgA subieron de 0.07 a 0.11 g/L, como respuesta y protección a mucosas, factor donde se ve las afecciones de papilomatosis. La IgE de 1.08 a 3.74 g/L, debido a las respuestas alérgicas de la autovacuna.

Referencias

1. Bernard HU, Burk RD, Chen Z, Van Doorslaer K, Zhu HH y De Villiers EM. Classification of papillomaviruses (PV) based on 189 PV types and proposal of taxonomic amendments. *Virology*. 401:70-79. Doi: 10.1016/j.virol.2010.02.002. 2010
2. De Villiers E-M, Fauquet C, Broker TR, Bernard H-U, Zur-Hausen H. Classification of papillomaviruses. *Virology*, 324: 17-27, 2004.
3. Campo M.S. Bovine papillomavirus: old system, new lessons? In: Campo, M.S. ed. *Papillomavirus Research: From natural history to vaccine and beyond*. Chap 23. First published in Wymondham, England: Caister Academic Press. (consulta agosto 2019). Disponible en: <http://eprints.gla.ac.uk>. 2006
4. Murphy FA, Gibbs PJ, Horzinek MC, Studdert MJ. *Veterinary Virology*. 3 ed. Academic Press. 629p., 1999
5. O'Brien PM, Campo MS. Evasion of host immunity directed by papillomavirus encoded proteins. *Virus Research* 88 103-117, 2002.
6. Howley PM, Lowy DR. 2001. Papillomaviruses and their replication. In P.M. Howley (ed.): *virology*, vol. 2. Philadelphia, PA: Lippincott/ the Williams & Wilkins Co, pp. 2197-2229, 2001.
7. Lee C, Laimins LA. The Differentiation-Dependent Life Cycle of Human Papillomaviruses in Keratinocytes. En: Garcea RL, DiMaio D, eds. *The Papillomaviruses*. 2007 (consulta agosto 2019). Disponible en: <http://labibliotecademaverick.blogspot.com>
8. Streeck RE, Selinka H-C, Sapp M. Viral Entry and Receptors. En: Garcea RL, DiMaio D, eds. *The Papillomaviruses*. 2007. (consulta agosto 2019). Disponible en: <http://labibliotecademaverick.blogspot.com>.

9. Vadillo S, Piriz S, Mateos EM. Manual de microbiología veterinaria. 1ra. edición. McGraw-Hill Interamericana de España: 853p., 2002
10. Freitas AC, Silva MAR, Carvalho CCR, Birgel-Jr. EH, Dos Santos JF, Becak W, Stocco dos Santos RC. Papillomavirus DNA detection in non epithelial tissues: a discussion about bovine papillomavirus. *Communicating Current Research and Educational Topics and Trends in Applied Microbiology A. Méndez-Vilas (Ed.): 697-704. 2007*
11. Radostits O, Gay C, Blood D, Hinchcliff K. Medicina Veterinaria. Tratado de las enfermedades del ganado bovino, ovino, porcino, caprino y equino. 9 ed. vol. 2. España: McGraw-Hill interamericana S.A. 1006p., 2002
12. Ogawa T, Tomita Y, Okada M, Shinozaki K, Kubonoya H, Kaiho I, Shirasawa H. Broad- spectrum detection of papillomaviruses in bovine teat papillomas and healthy teat skin. 85, 2191-2197, 2004
13. Stocco dos Santos RC, Lindsey CJ, Ferraz OP, Pinto JR, Mirandola, RS, Benesi FJ, Birgel EH, pereira CAB, Becak W. Bovine papillomavirus transmisión and chromosomal aberrations: an experimental model. *Journal of General Virology*, 79:2127-2135, 1998.
14. Peña R, F; Marin S, A, Camacho E, A, Avelio O, E; Arce G, M.A; Perez G,G.Thuja (200 ch, 1000ch) en el tratamiento de la papilomatosis bovina - *Revista Electrónica de Veterinaria REDVET®* , ISSN 1695-7504, Vol. VI, nº 06, Junio /2005. *Veterinaria.org®* - *Comunidad Virtual Veterinaria.org®* - *Veterinaria Organización S.L.®* España. Mensual. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente en <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605.html>. (Consulta agosto 2019)
15. Emhmad, A. O.; M. Levkut, M. Levkutová, V. Revajová, R. Ondrejka Y Z. Beníšek: .*Immunohistochemistry Of The Progressive And Regressive Stages Of Bovine Papillomatosis*, *Acta Vet. Brno*, 66245-248, 1997.
16. Janeway C,T. Host defense agains Infection. 9th ed. Travers, editor. España; 1989.
17. Carlos CG. El Sistema inmune en los Mamíferos. *Nutrición Animal Tropical*.; 8(1). 2014
18. Peña MPyAS. La importancia del sistema Inmune. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*; 93(11), 2001.
19. Barret JT. *Inmunología*. Primera ed. Edit , editor. Mexico: Interamericana; 1990.
20. Angel GPJ. *Inmunología Veterinaria*. Segunda ed. Moderno, editor. Colombia: Manual Moderno; 2010.
21. Parham P. *He Immune System*. 2014th ed. Garld , editor.: adventur Works; 2014.
22. Sompayrac LM. *How the Immune System Works*. cuarta ed. Wiley , editor. Blackwell: wiley; 2011.
23. Abbas AKHS. *Inmunología Celular y Molecular*. Tercera ed. Graw M, editor. Madrid: Interamericana; 1999.
24. Kuby J. *Inmunology*. Tercera ed. Freeman, editor. New York: Freeman; 1997.
25. Roitt.I. *Inmunología Fundamentos*. Novena ed. Panamericana, editor. Buenos Aires: Medica Panamericana; 1998.
26. Jawetz E. *Manual de Microbiología Médica*. Segunda ed. Mexico: D.F.; 1997.
27. GU H. *nmunidad contra papilomatosis*. Tercera ed. Filadelfia: Falaban; 1998.
28. Trinchieri G SA. Cooperation of Toll-like receptors signals in innate immune defence. *Nat. Rev. Immunol.* 2007; 7(179-190).
29. Hemmatzadeh. F, Fatemi. A. Therapeutic effects of fig tree latex on Bovine Papillomatosis. *J. Vet. Med. B.* 50, 473-476, 2003
30. Borku MK, Atalay O, Kibar M, Cam Y, At sever A. Ivermectin is an effective treatment for bovine cutaneous papillomatosis. *Research in Veterinary Science* 83. 360-363, 2007
31. Correa WM, Corea CNM *Enfermedades infecciosas dos Mamíferos domésticos* 2nd. Rio de Janeiro, Brasil: Medís 1992

32. Marins, RSQQ. Epidemiologia da papilomatose cutânea bovina e avaliacao da eficacia de diferentes tratamentos em micro-regiones dos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo. Tese de Mestre em Producto Animal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. 106 p. 2004
33. Peña, F. Rodríguez et al. Thuja (200 ch, 1000 ch) en el tratamiento de la papilomatosis bovina. Facultad Ciencias Agropecuarias. Cuba. Revista electrónica de Veterinaria REDVET. 2005 Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060605.html>

Anexos

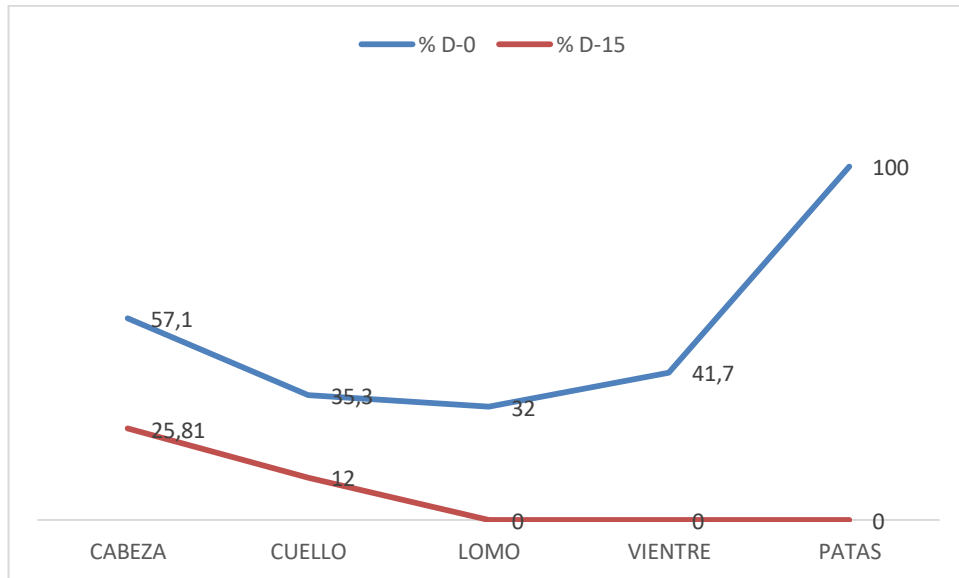


Gráfico 1. Número de papilomas por focalización menores de un centímetro. Día 0 – 15
Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

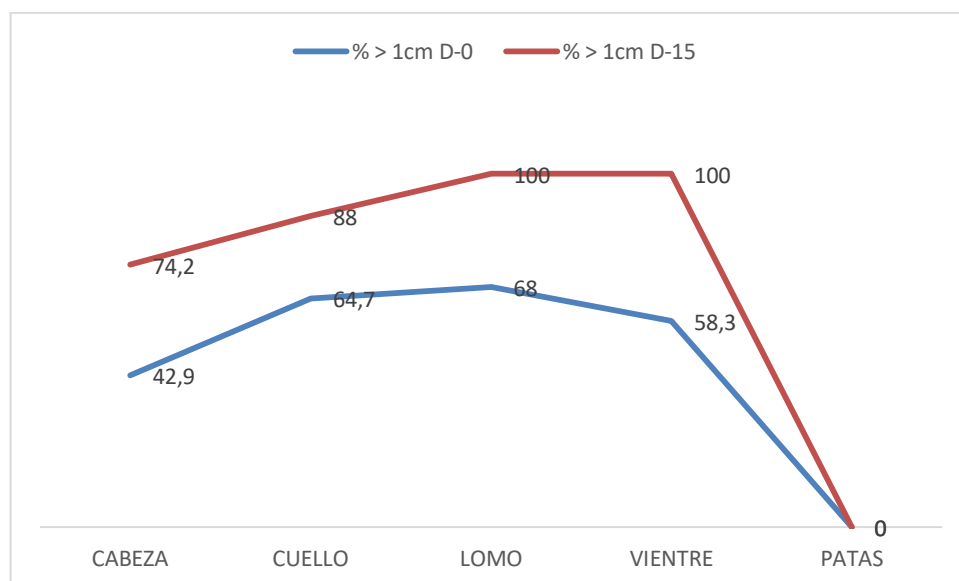


Gráfico 2. Número de papilomas por focalización mayores de un centímetro. Día 0 – 15
Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

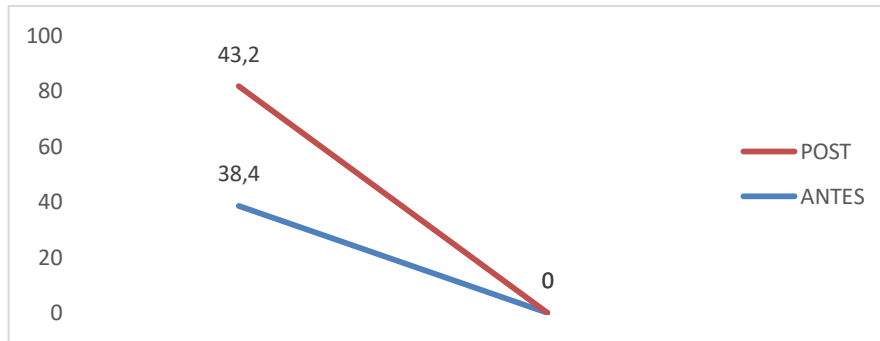


Gráfico 3. Hemograma bovino. VCM
Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

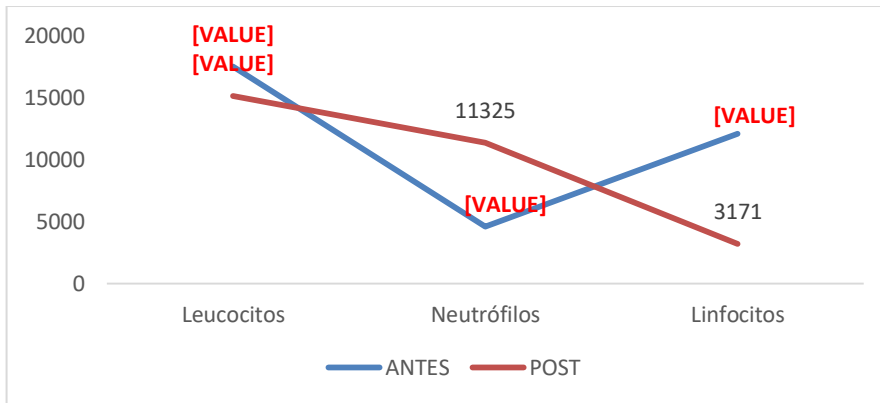


Gráfico 4. Hemograma bovino. Estirpe blanca
Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

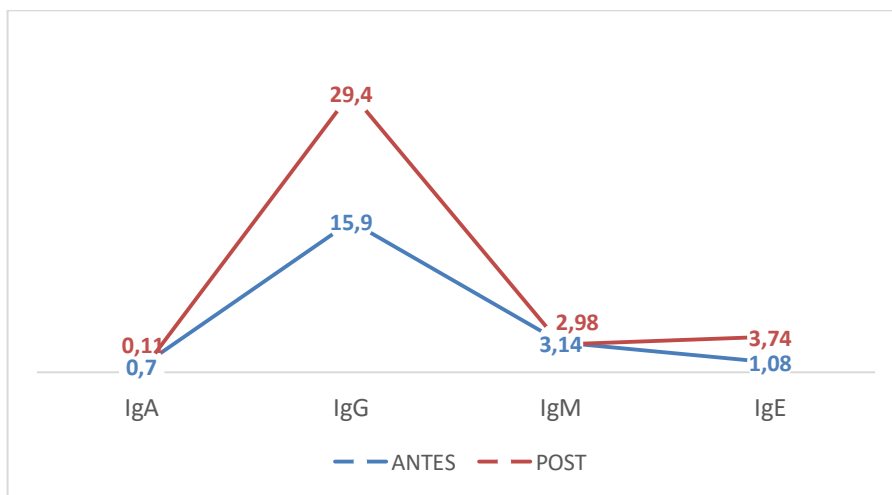


Gráfico 5. Inmunoquímica sanguínea
Fuente: Cueva, Lascano y Arcos, Ecuador, 2019

CAPÍTULO 4

PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA
DEL AGUA EN LA GANADERÍA
BOVINO LECHERA VERSUS EL
SECTOR AGRÍCOLA EN DOS
CUENCAS LECHERAS DE MÉXICO

José Luis Ríos Flores
José Antonio Chávez Rivero
José Ruiz Torres

PRODUCTIVIDAD ECONÓMICA DEL AGUA EN LA GANADERÍA BOVINO LECHERA VERSUS EL SECTOR AGRÍCOLA EN DOS CUENCAS LECHERAS DE MÉXICO

José Luis Ríos Flores
Universidad Autónoma Chapingo

José Antonio Chávez Rivero
Universidad Autónoma Chapingo

José Ruiz Torres
j.rf2005@hotmail.com
Universidad Autónoma Chapingo

Resumen

El objetivo fue determinar índices de productividad física y económica del agua usada en la ganadería bovino-lechera (gbl) (PFgbl y PEgbl) y el sector agrícola (PFagr y PEagr) en su conjunto en los Distritos de Riego (DR) 005 Delicias, Chihuahua y DR017 Comarca Lagunera, ambos en el norte de México, en 2016 con datos a escala comercial. En la metodología se usaron modelos matemáticos de productividad y eficiencia física y económica del agua en el sector agrícola y la ganadería bovino-lechera los índices de productividad del agua señalan que en la gbl un m³ de agua usado en la producción produjo 0.221 y 0.309 kg m de leche mientras que en la agricultura regional ese m³ de agua produjo 2.535 y 3.82 kg de biomasa, los índices de eficiencia del agua usada en la producción indican que producir el mismo kg de biomasa, implicó usar 4.530 y 3.235 m³ de agua en la gbl y 0.394 y 0.262 m³ en la agricultura; producir el mismo USD de ganancia implicó invertir volúmenes de agua diferentes en la gbl y la agricultura: en la gbl 222.59 y 103.43 m, mientras que en la agricultura, producir ese dólar costó en agua 10.84 y 17.16 m³; el cociente PEgbl /PEagr fue de 4.9 y 16.6%.

Palabras claves: agua virtual, productividad y eficiencia del agua, huella hídrica

Summary

The objective was to determine indices of physical and economic productivity of the water used in cattle-dairy farming (gbl) (PFgbl and PEgbl) and the agricultural sector (PFagr and PEagr) as a whole in the Irrigation Districts (DR) 005 and DR017 Comarca Lagunera, both in northern Mexico, in 2016 with commercial scale data. The methodology used mathematical models of productivity and physical and economic efficiency of water in the agricultural sector and gbl water productivity indices indicate that in gbl a m³ of water used in production produced 0.221 and 0.309 kg of milk, while in regional agriculture that m³ of water produced 2.535 and 3.82 kg of biomass, the water efficiency indices used in production indicate that producing the same kg of biomass involved using 4.530 and 3.235 m³ in agriculture; producing the same USD of profit involved investing different volumes of water in the gbl and agriculture: in gbl 222.59 and 103.43 m³ while in agriculture, producing that dollar cost water was 10.84 and 17.16 m³; the Pegbl/Peagr ratio was 4.9 and 16.6%

Key words: virtual water, productivity and water efficiency, water footprint.

Introducción

El total de agua en el mundo, un 97%, equivalente a 1,400 millones de km³, es agua salada en los océanos, y solamente 3% es agua dulce, 42 millones de km³, sin embargo no está disponible al encontrarse en el permafrost, los polos, glaciares y aguas subterráneas en extremo profundas, solo el 0.26% del total de agua del planeta es disponible de acuerdo con (1), está en lagos, lagunas, ríos y subterráneas accesibles.

De acuerdo con (2) recientes estudios realizados por el Instituto Internacional del Manejo del Agua, indican que una tercera parte de la población que habita en los países desarrollados padecerá la escasez del agua, es decir; no tendrán suficientes recursos hídricos para mantener sus necesidades agrícolas, domésticas, industriales y ambientales que requerirán para el año 2025.

Los indicadores de eficiencia y productividad del agua devienen en poderosos instrumentos que permiten a aquellos que toman decisiones sobre cual actividad debe destinarse el escaso recurso agua para obtener con ella lo mayor cantidad de productos tanto físicos como económico y sociales, usando lo menos posible de ella. El objetivo fue determinar indicadores sobre la productividad económica del agua en la ganadería bovino-lechera y contrastarles en contra de los mismos indicadores pero a nivel del sector agrícola en su conjunto en los DR005 Delicias, Chihuahua y DR017 La Laguna, ambos al norte de México. Con 11,267 miles de toneladas de leche en 2016, México es el noveno productor mundial de leche, el Distrito de Riego (DR) 017 La Laguna y el DR005 Delicias, Chihuahua, aportan en conjunto el 31% de la producción nacional de leche.

Importancia del problema

La huella hídrica es un indicador medioambiental que define el volumen de agua dulce total usada para producir los bienes y servicios que habitualmente consumimos (como individuo, comunidad, empresa o país). Por tanto, vincula a las empresas productoras, a los comerciantes y a los consumidores finales. “La huella hídrica es una herramienta que nos permite extraer una gran cantidad de datos cuyo objetivo es desencadenar acciones concretas, por ejemplo, saber cómo de beneficiosas son las modernizaciones en un sistema de regadío determinado”

Metodología

La productividad física y económica del agua en la agricultura

Para estimar la productividad física “PF_{agr}” (en kg m⁻³) y económica “PE_{agr}” del agua (en USD de ganancia por m³) en la agricultura de los DR005 y DR017, se utilizaron los modelos matemáticos de Ríos *et al* (2015, 2018) para un conglomerado de diversos cultivos:

$$PF_{agr} = \frac{10^{-1} \sum_{i=1}^n S_i RF_i}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}$$

$$PE_{agr} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i (RF_i (P_i / PC) - (C_i / PC))}{\sum_{i=1}^n S_i LR_i (EC_i)^{-1}}$$

Donde:

S = Superficie cosechada (ha)

RF = Rendimiento físico (ton ha⁻¹)

P= Precio por ton (MX\$)

C= Costo por ha (MX\$)

PC= Paridad cambiaria

LR= Lámina de riego (m)

EC= Índice de eficiencia de conducción de la red hidráulica usada en el riego. $0 < EC < 1$

i=*i*-ésimo cultivo.

Los índices de eficiencia del agua usada en la producción son las inversas de PFagr y PEagr.

La productividad física y económica del agua en la ganadería bovino lechera

Para la estimación de la productividad física “PFgbl” (en kg de leche por m³) y económica “PEgbl” del agua (en USD de ganancia por m³) en la ganadería bovino lechera de los DR005 y DR017, se utilizaron los modelos matemáticos de (3), (4), la PFgbl de (3) se modificó (dividiendo la X2 entre X28) para que quedase expresada en kg de leche por m³ y no en litros de leche por m³:

$$PFgbl = \frac{(X_2 / X_{28})}{X_1}$$

$$PEgbl = \frac{X_2}{X_1} \left(\frac{p - C}{PC} \right) = \frac{1}{HHF} \left(\frac{p - C}{PC} \right)$$

Los índices de eficiencia del agua usada en la producción son las inversas de PFgbl y PEgbl.

Donde:

HHF=Huella hídrica física=X1/X2 (medida en m³de agua por litro de leche)

X_1 = Volumen de agua usado en toda la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua)

X_2 = Producción acumulada de leche a lo largo de la vida útil del bovino (medida en litros de leche).

g/PC = ((p-c) / PC) Margen de ganancia por litro de leche (en USD l⁻¹).

p =Precio por litro de leche (en MX\$ l⁻¹).

c = Costo del litro de leche (en MX\$ l⁻¹).

PC = Paridad cambiaria (en MX\$ por cada US\$). Si se desea expresar la HH_{EL} en MX\$, entonces hágase PC= 1.

$X_3 =$ Cantidad de días del año natural en que la vaca está en lactancia.

$X_4 =$ Rendimiento físico diario del bovino lechero (medido en litros de leche por día por vaca) en el período de lactancia.

$X_5 =$ Cantidad de años en que el bovino produce leche a escala comercial.

$X_6 =$ Volumen de agua usado en la etapa *pre-productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua).

$X_6 =$ Volumen de agua usado en la etapa *pre-productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua).

$X_7 =$ Volumen de agua usado en la etapa *productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua).

$X_8 =$ Volumen de agua usado en la etapa *pre-productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua) proveniente del agua que se usó *en la producción de los alimentos*.

$$X_8 = 365 * \left[X_{11} * \sum_{i=1}^n (X_{12} * X_{13}) \right] = 365 * \left[X_{11} * \sum \left(X_{12} * \left(10.000 * \left(\frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right) \right) \right) \right]$$

$X_9 =$ Volumen de agua usado en la etapa *pre-productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua) proveniente del agua que el bovino *bebió*.

$$X_9 = 365 \left(\frac{L1 + 2(L2b)}{1.000} \right) = 365 * \left(\frac{X_{17} + 2X_{18}}{1.000} \right)$$

$X_{10} =$ Volumen de agua usado en la etapa *preproductiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua) proveniente del agua usada en *servicios* diversos, como el lavado de pisos.

$$X_{10} = \left(\frac{3 * 365}{1.000} \right) * X_{19}$$

$X_{11} =$ Número de años del bovino en etapa pre productiva.

$X_{12} =$ Cantidad de kg consumidos por día del i-ésimo alimento por parte del bovino en la etapa pre-productiva.

$X_{13} = H H f =$ Huella hídrica física “HHF” (en m³ de agua por kg de alimento) del i-ésimo alimento consumido por el bovino en la etapa pre-productiva.

$X_{14} =$ Es el rendimiento físico por hectárea del i-ésimo cultivo dado al ganado como forraje (en kg/ha) en la etapa pre-productiva.

X_{15} = Es la lámina de riego (en m) usual en la región para el i-ésimo cultivo dado como alimento al bovino en la etapa pre-productiva.

X_{16} = Es el índice de eficiencia hidráulica en el riego en el i-ésimo cultivo dado como alimento al ganado.

X_{17} = Litros de agua bebidos por día en promedio en su primer año de vida (ubicado en la etapa pre-productiva). Al ser apenas una ternerilla, demanda menos agua que en la parte final de la etapa juvenil.

X_{18} = Litros de agua bebidos por día en promedio en su segundo y tercer año de vida (ubicados en la etapa preproductiva). El número 2 que le antecede a X_{18} son el segundo y tercer año de vida pre-productiva.

X_{19} = Litros de agua promedio usados por día en servicios en la etapa pre-productiva.

X_{20} = Volumen de agua usado en la etapa *productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua) proveniente del agua que se usó *en la producción de los alimentos* consumidos por la vaca que está ya en producción de leche.

$X_{20} = X_5 * \left[X_3 * \sum_{i=1}^n (X_{23} * X_{24}) + (365 - X_3) * \sum_{i=1}^n (X_{25} * X_{24}) \right]$ X_{21} = Volumen de agua usado en la etapa *productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua) proveniente del agua que el bovino usó como *bebida* por la vaca que está ya en producción de leche.

$$X_{21} = X_5 * \left[\frac{365 X_{26}}{1000} \right]$$

X_{22} = Volumen de agua usado en la etapa *productiva* de la vida útil del bovino lechero (medida en m³ de agua) proveniente del agua usada en *servicios* diversos.

$$X_{22} = X_5 * \left(\frac{365}{1.000} \right) * X_{27}$$

X_{23} = Cantidad de kg consumidos por día del i-ésimo alimento por parte del bovino en la etapa productiva de la *lactancia*.

$X_{24} = HHf$ = Huella hídrica física “HHF” (enm³ de agua por kg de alimento) del i-ésimo alimento consumido por el bovino (en cada etapa: pre-productiva y/o productiva, ya sea en lactancia y/o en vaca seca). LR es la lámina de riego (en m), EC es el índice de eficiencia de conducción de la red hidráulica.

$0 < EC < 1$, 10000 son los m² de una ha.

$$X_{24} = 10000(LR / EC)$$

X_{25} = Cantidad de kg consumidos por día del i-ésimo alimento por parte del bovino en la etapa

productiva de vaca seca (últimos 60 días de periodo de gestación)

X_{26} = Litros de agua bebidos por día en promedio en la etapa productiva. Como a 100 litros por día, a diferencia de la ternera o vaquilla, cuya demanda hídrica por bebida es a lo más un tercio del agua que bebe ya de adulta.

X_{27} = Litros de agua promedio usados por día en servicios en la etapa productiva, por ejemplo, lavado de ubres y de pisos.

X_{28} = Densidad de la leche (kg por litro de leche).

La HHF desarrollada asume la forma:

$$HHFL = \frac{365 \left[10^4 X_{11} \sum_{i=1}^n \left(X_{12} \frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right) + 10^{-3} (X_{17} + 2X_{18} + 3X_{19}) \right] + X_5 \left[10^4 \left[X_3 \sum_{i=1}^n \left(X_{23} \frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right) + (365 - X_3) \sum_{i=1}^n \left[X_{25} \frac{\left(\frac{X_{15}}{X_{16}} \right)}{X_{14}} \right] + \frac{.365}{1.000} (X_{26} + X_{27}) \right] \right]}{X_3 X_4 X_5}$$

Fuentes de información

Para el sector agrícola del DR005 los datos base de S, RF, P, C, LR y EC son los 12 principales cultivos, en forrajes: alfalfa (*Medicago sativa*), avena forrajera (*Avena sativa*), maíz forrajero (*Zea mays*), triticale (genero: *Triticosecale Wittm. Ex.A. CAMUS, 1753, especie triticum aestivum*) y praderas de zacate ballico o rye grass (*Lolium perenne*), en cultivos no forrajeros: Algodón (*Gossypium hirsutum L.*), cacuate (*Arachis hypogaea*), cebolla (*Allium cepa*), chile verde (*Capsicum annum*), nuez (*Carya illinoensis*) y Trigo (*Triticum vulgare*) mediante los cuales se analizó a todo el sector agrícola del DR005 Delicias, Chihuahua. Esos cultivos representaron el 96.02% de la superficie cosechada a nivel de todo el DR005, asimismo, contribuyeron con el 93.69% del VBP agrícola regional, por lo que se concluye que la muestra de cultivos resultó ser representativa de lo que sucede al interior de toda la agricultura. Los datos provienen de SAGARPA, Delegación Delicias, Chihuahua. Para el DR017 la muestra fueron de 16 principales cultivos (trigo, maíz, frijol, alfalfa, avena forrajera, maíz forrajero, sorgo forrajero, Rye grass, melón (*Cucumis melo*), sandía (*Citrillus lanatus*), tomate rojo (*Solanum lycopersicum*), algodón y sorgo escobero (*Sorghum spp*), la muestra representó el 97% del VBP y 95% de la superficie cosechada.(5)

La PC de MX\$19.487 por USD proviene del Banco de México. Todos los datos son de 2016.

Supuestos

Los datos base considerados fueron: El precio de la leche fue MX\$ 5.20/litro (DR005) y MX\$ 5.25 (DR017), el costo por litro de leche fue MX\$ 4.79 (DR005) y MX\$ 4.62 (DR017), la PC fue de MX\$19.482 por USD, los valores considerados de las "X" básicas (X3, X4, X5, X11, X17, X18, X19, X26 y X27) de las que dependen otras "X" (X6, X7, X8, X9, X10, X20, X21, X22 y X24) que finalmente permiten estimar la PFgbl fueron los usuales a nivel comercial: las básicas: X3=305, X4=28.1 (DR005) y 32 (DR017) , X5=6, X11=1, las X13=X24 variaron dependiendo del forraje dado y la composición de la dieta, X17=14, X18=0, X19=11, X26=70, X27=23. X28 fue tomado como 1.34 kg por litro.

Resultados

La tabla 1, muestra que la agricultura, el DR017 fue más productivo en términos físicos, al usar el agua en la producción que el DR005, ya que el mismo volumen de agua (un m³) produce 51% (el índice fue 1.51) más biomasa, dicho de otra forma, el DR017 usa solamente el 66% (el índice fue 0.66) del agua que se usa en el DR005 para producir un kg de producto agrícola, pero en términos económicos, sucede lo inverso, pues el DR005 es más eficiente y productivo, pues un m³ de agua produjo USD 0.092 de ganancia mientras que en el DR017 ese volumen de agua generó USD 0.058 de ganancia, producir un USD de ganancia demandó en el DR017 58% más agua que en el DR005.(6)

Tabla 1. Productividad y eficiencia del agua usada en la producción bovino lechera (gbl) y agricultura (agr) en los DR005 Delicias, Chihuahua y DR017 La Laguna en 2016, México

	Unidades	DR005	DR017	DR005-1
INDICE		Índices de productividad del agua		
PFagr	Kg m ⁻³	2.535	3.82	1.51
PEagr	USD m ⁻³	\$0.092	\$0.058	0.63
PFgbl	Kg m ⁻³	0.221	0.309	1.40
PEgbl	USD m ⁻³	\$0.0045	\$0.0097	2.15
		Índices de eficiencia del agua		
PFagr	m ³ kg ⁻¹	0.394	0.262	0.66
PEagr	m ³ USD ⁻¹	10.84	17.16	1.58
PFgbl	m ³ kg ⁻¹	4.530	3.235	0.71
PEgbl	m ³ USD ⁻¹	222.59	103.43	0.46
Precio/litro	MX\$	5.20	5.25	1.01
Costo/Litro	MX\$	4.79	4.62	0.96
PC	MX\$ por USD	19.482	19.482	1.00

Fuente: Elaboración propia con cifras para la agricultura de Chontal (2017) y Pizarro y Galván (2019).

En lo relativo a la ganadería bovino lechera “gbl”, se observa en el mismo cuadro que el DR017 fue más productivo al usar el agua en la producción de leche, ya que un m³ de agua produjo 40% más kg de leche (0.309 kg m³) que en el DR005 donde el índice fue 0.221 kg m³, dicho en términos de eficiencia con que se usa el agua en la producción láctea, en el DR017 con un índice de 3.235 m³ kg⁻¹, se invierte solamente el 71% (el índice fue 0.71) del volumen de agua que se usa en la cuenca lechera de Delicias, Chihuahua para producir un kg de leche (4.530 m³ kg⁻¹) asimismo, en términos económicos, mientras el DR017 tuvo un índice de USD 0.0097 de ganancia por m³, en el DR005 el indicador fue de solamente USD 0.0045 de ganancia por m³, es decir, el agua en el DR017 produjo 115% (el índice fue 2.15) más ganancias que en el DR005, lo que implica en términos de eficiencia, que en el DR017 se usa solamente el 46% (el índice fue 0.46) del agua que se usa en el DR005 para producir un dólar norteamericano de ganancia, ya que los indicadores fueron de 103.43 m³ USD⁻¹ y 222.59 m³ USD⁻¹ respectivamente.

El contraste de la productividad y eficiencias económica del agua usada en la producción entre la ganadería bovino lechera y la agricultura, es señalada en la tabla 2; la productividad económica del agua es superior en la agricultura que en la ganadería bovino lechera, ya que la ganadería bovino lechera produjo solamente el 4.9% (el indicador fue 0.049) de la ganancia producida por la agricultura por unidad de volumen de agua en el DR005, y en el DR017 al ser 0.166 el indicador, sugiere que el mismo

volumen de agua, al ser usado en la gbl produjo solamente el 16.6% de las ganancias que ese mismo volumen de agua produjo en la agricultura, asimismo, en cuanto a la eficiencia económica con que se usó el agua en la producción, en el DR005 se usó 20.5 veces más agua para producir el mismo USD de ganancia que se produjo en la agricultura, mientras que en el DR017 la gbl usó 6.0 veces el volumen de agua que se usó en la agricultura para producir un dólar norteamericano de ganancia.

Tabla 2. Productividad y eficiencia del agua usada en la agricultura (agr) y ganadería bovino lechera (gbl) en los distritos de riego DR005 Delicias, Chihuahua y DR017 La Laguna en 2016, México

Sector	Indice	DR005	DR017
Productividad económica del agua			
agr	USD m ⁻³	\$ 0.092	\$ 0.058
gbl	USD m ⁻³	\$0.0045	\$ 0.0097
gbl/agr		0.049	0.166
Eficiencia económica del agua			
agr	m ³ USD ⁻¹	10.84	17.16
gbl	m ³ USD ⁻¹	222.59	103.43
gbl/agr		20.05	6.0

Fuente: Elaboración propia a partir del cuadro 1.

Discusión

La PE_{agr} de todo el sector agrícola de los DR005 y DR017 de USD 0.092 y USD 0.058 de este estudio son coherentes con lo determinado por (7) para el patrón de cultivos forrajeros de La Laguna, cuyo índice fue de USD 0.04 m⁻³, los autores elaboraron patrones agrícolas forrajeros alternativos al actual, elaborados a partir de indicadores de PF y PE del agua, determinando que se podía ahorrar un volumen de agua de hasta 492 hm³ año⁻¹, equivalente a la recarga anual actual del acuífero, en el mismo sentido, en el mismo sentido, (8), usando indicadores de PF y PE de diversos cultivos, generaron patrones agrícolas alternativos para Zacatecas, México, que sugerían la reconversión productiva actual basada en el frijol (*Phaseolus vulgaris*), así como la tecnificación de los sistemas de riego para abatir la sobreexplotación actual del acuífero zacatecano, así, la PF y PE de la producción de leche puede ser la base para generar Políticas Públicas que fomenten la producción de leche en cuencas donde se tengan elevados índices de PF y PE a la vez que se desalienta la producción en cuencas donde se el agua sea usada ineficientemente en la producción láctea, con bajos índices de PF y PE, ello abonaría a la sostenibilidad a largo plazo en la producción de leche.

Conclusión

La productividad económica del agua en la agricultura fue superior a la de la ganadería bovino lechera especializada, por lo que, en aras de la sostenibilidad de la producción lechera a largo plazo, ese sector productor debe generar tecnología que en principio reduzca su huella hídrica física a la par que el margen de ganancia debe tender a ser razonablemente alto, pues una baja ganancia implica una baja productividad económica del agua, lo anterior solamente se lograría mediante la organización de los productores de leche en cooperativas de consumo bajo su control y no como acontece actualmente, donde el poderoso monopolio que actualmente les controla mediante la compra de su leche y la provisión de insumos, la empresa “LALA”, y les convierte prácticamente en trabajadores a domicilio, trabajando en su propio hato, en su propia tierra, asumiendo los productores los riesgos e incertidumbres, mientras la poderosa pasteurizadora trasnacional mexicana, se queda con las ganancias.

Referencias

1. Masari, H., M. El agua como recurso. 2003. Disponible en: <http://www.comoves.unam.mx/números/articulo/54/el-agua-como-recurso>.
2. Seckler, D., Upali, M.; Molden, D.; De Silva, R.; Barker, R.. World water demand and supply, 1990 to 2025: Scenarios and Issues. Research Report 19. International Water Management Institute: Colombo, Sri Lanka. 40p. 1998 Disponible en: http://protosh2o.actbe/VIRTUELE_BIB/Water_in_de_Wereld/ALG-Algemeen/W_ALG_E22_World_Water.PDF / (last acceded December 25, 2015).
3. Ríos F., J. L., Navarrete M., C., Ruiz T., J. La huella hídrica física del litro de leche bovina en el norte de México. En: Avances en medicina veterinaria. Centro de Investigación y Desarrollo de Ecuador. ISBN: 978-9942-759- 54-2. Guayaquil, Ecuador. 2017
- (4)Ríos F., J. L., Ríos A., B. E., Cantú B., J. E., Ríos A., H. E., Armendáriz E., S., Chávez R., J. A., Navarrete M., C. Análisis de la eficiencia física, económica y social del agua en espárrago (*Asparagus officinalis* L.) y uva (*Vitis vinífera*) de mesa del DR-037 Altar- Pitiquito-Caborca, Sonora, México 2014. Rev. FCA. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Tomo 50 año No.1, 2018. ISSN impreso 0370-4661. (2018), 101-123
5. Escobar Ch. J. F. Huella hídrica y su uso en la generación de patrones agrícolas que promueven el ahorro de agua en el DR017, Comarca Lagunera. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Bermejillo, Durango. 2016.
6. Pizarro, Q. Alejandro., Galván, C. Raúl V. Patrones agrícolas ahorradores de agua generados con la huella hídrica, caso del DR005 Delicias, Chihuahua, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo, México. 2019.
7. Ríos F., J. L., Torres M., M., Castro F., R., Torres M., M.A., Ruiz T., J. Determinación de La huella hídrica azul en los cultivos Forrajeros del DR-017, Comarca Lagunera, México. Rev.-FCA. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina. Tomo 47 año No.1, (2015). ISSN impreso 0370-4661. 2015, 93-108.
8. Ríos F., J. L., Torres M. M, Torres M. M. A., Cantú B. J. E. 2017 a. Eficiencia y productividad del cultivo de frijol en un sistema de riego por bombeo en Zacatecas, México. CIENCIA *ergo- sum* ISSN 1405-0269, Vol. 24-2, julio-octubre 2017. Universidad Autónoma del Estado de México, México. Avances en medicina veterinaria. Centro de Investigación y Desarrollo de Ecuador. ISBN: 978-9942-759- 54-2. Guayaquil, Ecuador. 2017.

CAPÍTULO 5

EFEECTO DE NIVELES CRECIENTES DE ENERGÍA METABOLIZABLE EN LAS RACIONES DE PATOS MUSCOVY (*Cairina moschata*) DURANTE LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO

William René Castillo Chamba
Pedro Pablo Palma Avellán

**EFFECTO DE NIVELES CRECIENTES DE ENERGÍA
METABOLIZABLE EN LAS RACIONES DE PATOS MUSCOVY
(*Cairina moschata*) DURANTE LAS FASES DE CRECIMIENTO Y
ACABADO**

William René Castillo Chamba

Escuela Superior Politécnica del Litoral
wrcasti@espol.edu.ec

Pedro Pablo Palma Avellan

Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Resumen

El presente estudio sobre la crianza de patos Muscovy (*Cairina moschata*) se realizó en el cantón La Libertad provincia de Santa Elena - Ecuador, con el fin de evaluar el comportamiento productivo de patos Muscovy durante las fases de crecimiento y acabado, utilizando niveles crecientes de energía metabolizable en las raciones. Se utilizaron dietas isoproteicas (18%) con: 2900, 3000 y 3100 Kcal Kg⁻¹ MS, más una dieta comercial como control, donde cada nivel de energía correspondía a un tratamiento con 3 repeticiones respectivamente. Las variables estudiadas fueron; ganancia de peso, consumo de alimento, e índice de conversión alimenticia. La variable ganancia de peso, durante la fase de crecimiento utilizando 2900 y 3000 Kcal Kg⁻¹ MS, registró respuestas en ganancia del peso superiores ($P < 0,05$) a los demás tratamiento; mientras que en el consumo de alimento y conversión alimenticia no se evidenciaron diferencias significativas ($P > 0,05$). Asimismo en la fase de acabado se registraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en la ganancia de peso con niveles de energía de 2900, 3000 y 3100 Kcal Kg⁻¹MS, mientras que en el consumo de alimento y conversión alimenticia no se encontró diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos.

Palabras clave: crecimiento, acabado, energía, peso, consumo, conversión

Abstract

The present study on the breeding of Muscovy ducks (*Cairina moschata*) it was done in La Libertad, Santa Elena province - Ecuador, in order to evaluate the productive behavior of Muscovy ducks during the growth and finishing phases, using increasing levels of metabolizable energy in rations. It was used isoproteic diets (18%) with: 2900, 3000 and 3100 Kcal Kg⁻¹ MS, plus a commercial diet as control, where each energy level corresponded to a treatment with 3 repetitions respectively. The variables studied were; weight gain, feed intake, and feed conversion ratio. The variable weight gain, during the growth phase using 2900 and 3000 Kcal Kg⁻¹ MS, It was registered higher weight gain responses ($P < 0.05$) to the other treatments; while no significant differences were observed in food consumption and feed conversion ($P > 0.05$). Moreover, in the finishing phase meaningful differences were registered ($P < 0.05$) in the weight gain with energy levels of 2900, 3000 and 3100 Kcal Kg⁻¹MS, while, in the food

consumption and feed conversion was not found meaningful differences ($P > 0.05$) between treatments.

Key words: growth, finished, energy, weight, consumption, conversion

Introducción

El pato Muscovy (*Cairina moschata*), conocido también como pato de Barbaria o pato real, es una nativa del neo trópico que vive en estado silvestre en América Central y Suramérica (1), que no requiere instalaciones sofisticadas para su crianza, es resistente a las enfermedades, de alta prolificidad, precocidad en el engorde y gran capacidad para aprovechar las raciones de alimentos (2), asimismo (3), señalan que las técnicas para la crianza de esta ave palmípeda, ha ido cambiando de manera importante con el mejoramiento de líneas genéticas, lo que ha traído como consecuencia el establecimiento de sistemas intensivos durante toda su etapa productiva (4).

En la actualidad, se han llevado a cabo varios estudios para evaluar los efectos del nivel de energía de la dieta sobre el crecimiento de los pollos de engorde y patos (2); (5); (3). Sin embargo, los valores de energía utilizadas para formular dietas para patos se adoptan a partir de tablas de datos de bioensayos de pollo, lo cual es equivoca. Por lo que de acuerdo a (6) manifiesta que existen diferencias al comparar la metabolización de la energía utilizando varias dietas entre pollos y patos de la misma edad. Asimismo este autor sostiene que los patos son animales que ajustan muy bien el consumo de alimento a sus necesidades energéticas, pudiendo oscilar entre 2.400 y 3.200 kcal/kg de EM., sin que existan modificaciones en el peso al sacrificio. Por lo tanto, un alimento alto en energía, deberá tener una mayor concentración de aminoácidos y minerales, que otro con un tenor energético más bajo, pero considerando siempre un ajuste adecuado del balance proteína - energía para tratar de minimizar la deposición de grasa en la canal.

Bajo este antecedente y al ser una especie poco explotada en el país se desconoce sus requerimientos energéticos para su correcta producción. Por lo que la presente investigación tuvo como finalidad evaluar el comportamiento productivo de patos Muscovy durante las fases de crecimiento y acabado, utilizando niveles crecientes de energía metabolizable en las raciones.

Materiales y métodos

Localización del estudio

El estudio se realizó en la localidad Punta Carnero, perteneciente al cantón La Libertad, provincia de Santa Elena - Ecuador, ubicada a una altura de 10 msnm con temperatura media anual de 24,1 y precipitaciones promedio de 155 mm.

Tratamientos:

Cada nivel de energía correspondió a un tratamiento, con tres unidades experimentales por tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Distribución de los niveles de energía para cada tratamiento.

Código	Tratamiento	Unidades experimentales
T ₁	2900 Kcal Kg ⁻¹ MS	3
T ₂	3000 Kcal Kg ⁻¹ MS	3
T ₃	3100 Kcal Kg ⁻¹ MS	3
T ₄	Dieta control	3

Formulación de las raciones

Con base en la energía se formuló tres dietas isoproteicas (18% PC) con 2900, 3000 y 3100 Kcal Kg⁻¹ MS de energía metabolizable (EM), más una dieta comercial como control. La formulación de las raciones se realizó utilizando el método de tanteo, tomando como criterio el contenido de proteína bruta, los niveles de energía y el costo Kg⁻¹ de la ración (Cuadro 2).

Cuadro 2. Inclusión de los ingredientes por cada dieta de acuerdo a los niveles de energía

Ingredientes	2900 EM	3000 EM	3100 EM
Maíz	30,62%	30,19%	44,44%
Salvado de trigo	19,34%	15,89%	8,08%
Polvillo de arroz	12,89%	10,59%	4,04%
Melaza de caña	3,22%	2,65%	1,62%
Arrocillo	0,64%	5,30%	7,76%
Torta de soya	29,00%	31,78%	29,90%
Harina de hueso	3,22%	2,65%	3,64%
DI Metionina	0,10%	0,16%	0,11%
Fosfato bicálcico	0,32%	0,26%	0,08%
Sal yodada	0,32%	0,26%	0,26%
Núcleo vitamínico	0,32%	0,26%	0,08%
Total	100,00%	100,00%	100,00%

Manejo de las aves y duración del estudio

La ejecución del estudio tuvo una duración de 12 semanas, donde las tres primeras semanas de edad los pato BB se criaron de forma común alimentados con una dieta comercial y a partir de los 28 días de edad se establecieron las dos etapas de evaluación, la etapa de crecimiento comprendida entre la cuarta a la séptima semana de edad, y el segundo periodo (acabado) a partir de la quinta semana hasta la décima segunda semana de edad. Asignando por cada tratamiento 30 patos con un peso promedio de 0,82 Kg.

Variabes evaluadas

Ganancia de Peso (Kg): Se determinó aplicando la siguiente formula.

$$GP = \text{Peso Final} - \text{Peso Inicial} \quad [1]$$

Consumo de alimento (Kg): Se obtuvo pesando el alimento que se administraba semanalmente de acuerdo a cada etapa, durante el tiempo que duró el estudio.

Conversión alimenticia (ICA): Para determinar el índice de conversión alimenticia se aplicó la siguiente formula.

$$ICA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}} \quad [2]$$

Diseño experimental

El diseño corresponde a un completo al azar con tres repeticiones, los resultados obtenidos fueron sometidos a ANDEVA (ANOVA) previa comprobación de supuestos. Cuando existió diferencias significativas (5%) se utilizó la prueba de Tuckey. Se usó el programa estadístico INFOSTAT.

Resultados y discusión

Ganancia de peso

En el Cuadro 3 se presentan las ganancias de peso durante la fase de crecimiento utilizando niveles de 2900 y 3000 Kcal se obtuvo ganancias de peso, superiores ($P < 0,01$) al control. Sin embargo (5) con patos Pekín utilizando niveles de 3010 Kcal Kg⁻¹ reportaron ganancias de peso inferiores a la presente investigación, este efecto se debe de acuerdo a lo que menciona (6), que el pato Pekín requiere concentraciones de energía en la dieta superiores a 3000 Kcal para maximizar sus ganancias de peso en esta etapa, a diferencia del pato Muscovy que con los mismo niveles presenta mejores rendimientos, lo que concuerda a lo manifestado por (7) quienes señalan, que esta raza ajusta sus requerimientos energéticos sin que afecte en las ganancias de peso.

En la fase de acabado (Cuadro 3), la dieta control registró las menores ganancias de peso inferiores en relación a las demás dietas que fueron superiores ($P < 0,01$). No obstante, (5) con patos Pekín utilizando niveles < 2900 Kcal Kg⁻¹ reportaron ganancias de peso inferiores a la presente investigación, lo que indica que los patos muestran indiferencia por la concentración energética de las dietas, lo que coincide con resultados encontrados por otras investigaciones (8) quienes manifiestan que, el pato Pekín aprovecha bien dietas que contenga 22% PC, sin afectar a la ganancia de peso, conversión alimenticia y rendimiento a la canal, por lo que se ratifica que esta raza muestra preferencia por dietas donde se mantiene una relación equilibrada entre la energía y proteína. Dejando abierta los requerimientos energéticos del pato Muscovy en base a la proteína.

Cuadro 3. Ganancias de peso (kg) en pastos Muscovy (*Cairina moschata*) durante las fases de crecimiento y acabado, alimentados con diferentes niveles de energía en la dieta.

Tratamientos	Crecimiento (Kg)	Acabado (Kg)
Dieta control	1,45 b	1,38 b
2900 EM	3,23 a	4,00 a
3000 EM	3,21 a	3,71 a
3100 EM	2,14 ab	4,23 a
Significancia	**	**
Valor-P	$< 0,01$	$< 0,01$

Consumo de alimento e índice de conversión alimenticia

El consumo de alimento en la etapa de crecimiento de acuerdo a lo que se muestra en la Cuadro 4 no presentaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos; sin embargo de acuerdo al trabajo

realizado por (5) con patos Pekín utilizando niveles >3100 Kcal reportaron consumos de 2,65 kg, sin afectar su ganancia de peso, lo que coincide con lo citado por (7) donde además indican que tanto el pato Pekín y Muscovy tienen respuestas positivas a un amplio rango de valores energéticos en la dieta, permitiendo modificar la concentración de energía en función de los costos.

Durante la fase de acabado conforme se muestra en la Cuadro 5 el consumo de alimento en los tratamientos de 2900, 3000 y 3100 Kcal Kg MS-1 fueron estadísticamente similares, pero superiores ($P < 0,05$) al tratamiento control. No obstante de acuerdo al trabajo realizado por (5) con patos Pekín utilizando niveles <2900 Kcal reportaron consumos de 2,27 Kg, inferiores a los registrados en el presente estudio. Este efecto se debe que el pato Muscovy tiene mayor consumo de alimento por gramo de músculo sintetizado que el Pekín, lo cual coincide con lo mencionado por (8) quienes manifiestan que los patos son animales que ajustan muy bien el consumo de alimento a sus necesidades energéticas, pudiendo oscilar entre 2.400 y 3.200 Kcal, además de acuerdo a lo informado por (5) el pato Pekín a pesar de ser otra raza, los niveles de energía no influyen sobre el consumo de alimento. Sin embargo, se debe considerar que factores externos como la temperatura ambiente tiene influencia directa sobre el consumo, donde a mayor temperatura, existe una depresión en el consumo, y ese efecto se incrementa con el aumento del contenido energético de la ración (3). Asimismo, el consumo de alimento es muy variable dependiendo de las condiciones de producción y la época del año, mientras que las necesidades proteicas dependen tan sólo de la velocidad de crecimiento. Esto particularmente se evidencia cuando a partir de los 10°C de temperatura ambiente, donde las necesidades energéticas y el apetito, aumentan. Mientras que para temperaturas superiores a los 22°C se presenta un efecto inverso (9).

Los Cuadro 4 y 5, presentan el índice de conversión alimenticia en la fase crecimiento y acabado, los que no registraron diferencias significativas ($P > 0,05$). Sin embargo, estos resultados son inferiores a lo informado por (5), quienes al evaluar diferentes niveles de energía en patos Pekín registraron ICA de 2,8; lo que indica que la raza Pekín presenta ICA superiores durante la misma etapa de desarrollo. Coincidiendo de esta forma a lo reportado por (3) quienes señalan que la raza Muscovy presenta mejor ICA, destacándose además las mejores ganancias de peso que la raza Pekín.

Cuadro 4. Consumo de alimento e ICA en la etapa de crecimiento

Tratamientos	C A (Kg)	I C A
Dieta control	2.43	1.77
2900 EM	2.99	0.93
3000 EM	3.09	0.98
3100 EM	2.98	1.53
Significancia	NS	NS
Valor-P	>0,05	>0,05

ICA: Consumo alimento; ICA: Índice de conversión alimenticia

Cuadro 5. Consumo de Alimento e ICA en la etapa de acabado

Tratamientos	C. A (Kg)	I C A
Dieta control	2.36 a	1.98
2900 EM	5.32 b	1.66
3000 EM	5.36 b	1.89
3100 EM	5.14 b	1.98
Significancia	**	NS

Valor-P	<0,05	>0,05
ICA: Consumo alimento; ICA: Índice de conversión alimenticia.		

Conclusiones

El presente estudio demuestra que los patos Muscovy mejoraron sus respuestas productivas con base a la energía, durante la fase de crecimiento con 2900 y 3000 kcal de EM, mientras que en la etapa de acabado, los niveles de energía no influyen en el desempeño, a partir del hecho que estos pueden ajustar sus necesidades energéticas en función a la disponibilidad de alimento, pero sin embargo el consumo y conversión de alimento no se ve afectado debido a que los patos son aves que ajustan muy bien el consumo de alimento a sus necesidades energéticas.

Agradecimientos

A la Sra. Eliana Palma por facilitar las instalaciones para el desarrollo de la presente investigación, quien motivó que se lleve a término este estudio.

Referencias

1. Hernández, D., D. Muñoz, Valencia N., A. Posso y Muñoz J.. Caracterización molecular del pato criollo colombiano en cuatro departamentos. *Acta Agron.* 56(3): 141-146, 2007.
2. Mucarzel, M., y R. Aguirre. Comparación de dos tipos de formulación de alimento balanceado en la cría de patos línea Cherry Valley. *Univ. Cienc. Soc.* 11:31-41, 2013.
3. Avilez, J., y M. Camiruaga. Manual de crianza de patos. 1^{ra} Edición, Universidad Católica de Temuco. Editorial U.C. Temuco, Chile. 84 p., 2006.
4. Salgado, M., y J. López. Crianza de patos domésticos (*Cairina moschata*) en la comunidad Piedra Colorada, Matagalpa. Estudio de caso. Tesis de grado. Departamento de Sistemas Integrales de Producción Animal. Managua, Nicaragua. 58 p., 2012.
5. Herrera, M., y N. Duchi. Requerimiento de energía y proteína para patos Pekín (*Anas platyrhynchos*) en las fases de crecimiento y acabado. *Ciencia y Tecnología*, 2(1):7-13, 2009.
6. Mark, O. Impacto da nutrição de frangos no medio ambiente Junqueira Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP 14.870-000 Jaboticabal - São Paulo – Brasil. 2015.
7. Lázaro, R. Vicente, B. Capdebila, J. Nutrición y alimentación de avicultura complementaria para Patos. Barcelona, España. 2004.

8. Fan, H. P., M. Xie, Wang W., S. Hou, and Huang W. Effects of dietary energy on growth performance and carcass quality of white growing Pekin ducks from two to six weeks of age. China Agricultural University. Beijing, China. 2008.
9. Ghaffari, M., M. Shivazad, M. Zaghari, and R. Taherkhani. Effects of different levels of metabolizable energy and formulation of diet based on digestible and total amino acid requirements on performance of male broiler. *Int. J. Poult. Sci.* 6:276–279, 2007.

CIDE
EDITORIAL

A stylized graphic element below the text, resembling a wave or a series of curved lines.

ISBN: 978-9942-802-50-7



9789942802507