



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO
RECTORADO - VICERRECTORADO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA



REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Nº 1 / 2012

Ciencia Animal

Instituto de Investigación en Ciencia Animal
y Tecnología (IICAT)



Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia



V - IX - MM

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

RECTORADO - VICERRECTORADO

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Lic. Mgs. Dámaso Quispe Callisaya

RECTOR

Lic. M.Sc. Elizabeth Condori Quispe

VICERRECTORA

DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

MVZ Mg. Santiago Copa Quispe

EQUIPO TÉCNICO

Ing. M.Sc. Marcelino Macario Ramírez Quisbert

Ing. Eduardo Rolando Flores Rodríguez

Lic. Eliana Marilyn Ticona Condemayta

DIRECTOR CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

MVZ Erasmo Quispe Condori

COORDINADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA

ANIMAL Y TECNOLOGÍA

Ing. M.Sc. Flavio Eudaldo Merlo Maydana

IMPRESIÓN Y DISEÑO: Anakainoo (2450554)

Número Depósito Legal: 4-3-81-12 P.O.

Dirección UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza

Teléfonos: (+591) 2-2844177 / (+591) 2-2845787

Fax: (+591) 2-2845800

www.upea.edu.bo

El Alto – Bolivia

PRESENTACIÓN

El crecimiento permanente de la población trae como consecuencia el aumento de las necesidades sociales, económicas y productivas que deben ser atendidas. Esta situación requiere la búsqueda de nuevas alternativas que viabilicen y contribuyan con la solución de los problemas emergentes.

Los sistemas social, económico y productivo en el Estado Plurinacional de Bolivia requieren una constante renovación e innovación que los fortalezcan. Ante esta realidad la Universidad Pública de El Alto cumple con su responsabilidad social a través de la realización de actividades impulsoras de investigación en ciencia y tecnología en las diferentes áreas cognoscitivas que dan solución a los problemas y brindan una proyección promisoría hacia el futuro.

La Universidad Pública de El Alto se complace en presentar el trabajo realizado por la Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología en coordinación con el Instituto de Investigaciones de la Carrera, plasmado en la presente revista de Ciencia y Tecnología que contiene los artículos científicos elaborados por investigadores docentes y estudiantes de esta casa superior de estudios, con la finalidad de poner en conocimiento de la comunidad académica y científica, los avances y resultados de las investigaciones científicas orientadas al progreso social, económico y productivo.

Los nuevos resultados expuestos en los artículos científicos de la presente revista, reflejan la seriedad y veracidad de los trabajos publicados, sustentados en la aplicación de métodos valederos en la investigación científica; no obstante, la integridad de la información científica expuesta es de responsabilidad exclusiva de los autores.

MVZ Mg. Santiago Copa Quispe
DIRECTOR DICYT

Mgs Lic. Dámaso Quispe Callisaya
RECTOR

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Aspectos Históricos

Los pueblos y naciones indígena-originarias, campesinos y sectores populares, desde el siglo XV hasta el siglo XX, lucharon por su propia autodeterminación en contra de la discriminación social, explotación económica y dominación política de carácter colonial, capitalista e imperialista. El pueblo alteño, heredero de esta lucha por su emancipación, tomó medidas de hecho para recuperar los recursos naturales, así como lograr la formación académica y científica de su juventud, derrotando a la opresión y al poder político pro-imperialista. En la actualidad, la nación Aymara y el pueblo de El Alto se han constituido en el referente de la transformación nacional.

En este contexto, la UPEA fue creada mediante la ley N° 2115 de fecha 5 de septiembre del 2000 como Universidad Pública, sin respetar las disposiciones de la Constitución Política del Estado. Sin embargo, su consolidación como universidad autónoma demandó de profesionales y estudiantes con un alto grado de consciencia revolucionaria, quienes no dudaron en enfrentarse al poder político de entonces. Posteriormente, mediante Ley N° 2556 de fecha 12 de noviembre de 2003, se le concede plena autonomía universitaria conforme al mandato constitucional, para cuyo efecto la comunidad universitaria en pleno se movilizó junto a su pueblo de El Alto con valor, coraje y sangre hasta lograr la expulsión del gobierno neoliberal de ese entonces, lo cual posibilitó la Agenda de Octubre, concretizándose en la elección de un gobierno indígena y la instalación de la Asamblea Constituyente. Bajo esos antecedentes la UPEA continuará con esa

herencia de lucha por la emancipación de su pueblo.

Mediante Resolución No. 02/2009 de fecha 21 de abril de 2009 del XI Congreso Nacional de Universidades de la Universidad Boliviana, es incorporada al seno del Sistema de la Universidad Boliviana.

Encargo Social

La UPEA consciente de las tareas fundamentales, necesariamente debe hacer cumplir el mandato constitucional, consistente en que la educación es la más alta función del Estado y un derecho de todos los ciudadanos. Asimismo, los saberes universales-ancestrales científicos son parte del conocimiento que toda sociedad contemporánea tiene derecho a adquirir, crear y desarrollar; esta es la función que la Universidad Pública de El Alto debe cumplir en cada una de sus áreas creadas y por crearse. El encargo social se sintetiza en que la UPEA debe detectar, analizar y resolver científicamente los problemas políticos, económicos y sociales de su pueblo en su vínculo estrecho entre universidad y sociedad.

Aspectos Tecnológicos y Científicos

Con el propósito de cumplir las tareas académicas y científicas, la institución, en cada una de sus carreras, debe encarar sus potencialidades en el acervo bibliográfico, laboratorios, talleres de prácticas, institutos de adiestramiento y de investigación, acordando convenios interinstitucionales nacionales e internacionales para la transferencia tecnológica, asistencia técnica, investigación científica, inter-

cambio de recursos humanos en concordancia con la ley de fomento a la ciencia y tecnología para la industrialización de los recursos naturales en forma racional y sostenible a partir de líneas de investigación adecuadamente determinadas que generen bienestar y prosperidad a los bolivianos.

Naturaleza Jurídica e Institucional

La Universidad Pública de El Alto es una institución de educación superior, científica, productiva, autónoma, pública, laica, gratuita, multinacional y pluricultural. Forma parte del sistema de la Universidad Pública Boliviana en igualdad de derechos, condiciones y de jerarquía con las restantes universidades públicas autónomas, en conformidad al Artículo 92 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia.

MISIÓN

Formar profesionales integrales altamente calificados en todas las disciplinas del conocimiento científico-tecnológico, con consciencia crítica y reflexiva; capaz de crear, adaptar y transformar la realidad en la que vive; desarrollar la investigación productiva para fomentar el desarrollo local, regional y nacional para que responda al encargo social y las necesidades de las nacionalidades de manera eficiente y oportuna hacia la transformación revolucionaria de la sociedad.

VISIÓN

La Universidad Pública de El Alto es una institución que se proyecta al desarrollo de sus actividades académicas productivas, científicas, tecnologías de interacción social contemporáneas para priorizar la investigación científica en todos los campos del conocimiento, relacionando la teoría con la práctica para transformar la estructura económica, social, cultural y política vigente a favor de las naciones originarias y clases populares.

Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología (DICyT)

El Estatuto Orgánico de la Universidad Pública de El Alto, en el Art. 15 establece que la UPEA es Científica, porque genera conocimiento a través de la investigación en todos sus niveles, utilizando la ciencia y las tecnologías modernas para adecuarla a nuestra realidad. Es una universidad que en el campo de la ciencia y la tecnología tiene la misión de revalorizar, recuperar, crear y proyectar los conocimientos y las culturas de los pueblos originarios para plantear propuestas de solución a los distintos problemas locales, departamentales y nacionales.

La Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología (DICyT) en correspondencia al Estatuto Orgánico de la Universidad Boliviana y el Estatuto Orgánico de la UPEA, es la encargada de organizar, coordinar, promover, evaluar, hacer seguimiento y normar el sistema de investigación, ciencias y tecnología en la Universidad Pública de El Alto.

Objetivos

- Desarrollar el sistema de investigación científica y tecnológica de la Universidad Pública de El Alto.
- Definir un conjunto de normas y procedimientos que regulen el desarrollo de programas prioritarios de investigación científica y tecnológica en la Universidad Pública de El Alto.
- Vincular la gestión de la investigación científica y tecnológica a los problemas locales, regionales y departamentales.

- Fortalecer la integración de la investigación científica y tecnológica a través del proceso de aprendizaje en las carreras de la Universidad Pública de El Alto.

La función de la UPEA es desarrollar procesos de formación profesional de generación y divulgación de conocimientos orientados al desarrollo integral de la sociedad, para lo cual toma los conocimientos universales y los saberes colectivos de las naciones y pueblos indígena originario campesinos (Art. 91, CPE). La UPEA a través de la DICyT debe detectar, analizar y resolver científicamente los problemas políticos, económicos y sociales de su pueblo en su vínculo estrecho entre universidad y sociedad; desarrollar y difundir ciencia, tecnología y cultura dentro y fuera de la universidad.

La Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología tiene la finalidad de hacer tangible el aporte al desarrollo económico y social, sustentable de las regiones y del país, con actividades de investigación científica e innovación tecnológica.

A la fecha, la Universidad Pública de El Alto cuenta con normas y procedimiento que regulan la actividad investigativa y tecnológica. Asimismo, los institutos de investigación de las diferentes carreras de la UPEA han logrado establecer sus políticas y líneas de investigación científica con la participación de docentes y estudiantes para desarrollar investigaciones en diferentes campos y áreas de las ciencias. De esta manera, la DICyT cumple con dos de sus objetivos planteados, el de desarrollar la investigación científica

y tecnológica en la UPEA y la de definir un conjunto de normas y procedimientos para llevar a cabo programas de investigación científica y tecnológica.

Presentamos a la sociedad científica el presente documento que permite a la UPEA establecer el rumbo de la investiga-

ción científica en las diferentes áreas del conocimientos reflejadas en las carreras y que constituye el norte en la investigación que coadyuve a la solución de problemas de nuestro entorno, siendo éste el aporte de la universidad a la sociedad en su conjunto.

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Antecedentes

La Universidad Pública y Autónoma de El Alto, como institución de educación superior, tiene la misión de formar recursos humanos en sus diferentes áreas de desarrollo. La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública y Autónoma de El Alto, es parte del área de Desarrollo de la Salud y Conservación del Medio Ambiente, Fundada el 2 de octubre del 2000. El funcionamiento de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, está enmarcado dentro de los nuevos paradigmas de la Educación Superior. En este sentido es una respuesta concreta a la necesidad de la sociedad alteña y boliviana en cuanto a la atención a la salud y producción pecuaria y hacia la construcción de un nuevo paradigma del Médico Veterinario Zootecnista, que responda a nuestra realidad histórica cultural.

La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, como ciencia y arte se ocupa de la profilaxis, tratamiento y control de las enfermedades que aquejan a los animales, enfermedades zoonóticas, la producción de especies domésticas y la transformación de los productos y sub productos pecuarios.

Objetivos

- Formar profesionales Médicos Veterinarios y Zootecnistas, capaces de tomar decisiones correctas, basadas

en los conocimientos técnico-científicos y habilidades para: reconocer y relacionar estructuras anatomofisiológicas de los organismos animales, con la finalidad de diagnosticar enfermedades, realizar tratamientos clínicos, para garantizar la salubridad de los alimentos de origen animal y la seguridad alimentaria en la salud pública.

- Formar profesionales eficientes en el campo de las Ciencias Veterinarias y de la tecnología zootécnica, capaces de mejorar la producción y productividad pecuaria, que permita contribuir en la oferta alimenticia y la salubridad alimentaria del hombre.
- Formar profesionales capaces de relacionarse con los actores de la producción bajo un amplio respeto al ecosistema y el manejo adecuado de los animales.
- Formar profesionales capaces de desarrollar las técnicas de investigación científicas, aplicar y aportar con nuevos conocimientos al proceso competitivo de desarrollo socioeconómico de la región y el país.
- Formar profesionales que contribuyan a superar el estado de pobreza de los sectores productivos, promover la competitividad y ser protagonistas del desarrollo socioeconómico sostenible.

Misión

La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, tiene la noble misión de formar profesionales identificados con la realidad Regional, Nacional y Mundial, capaces de resolver problemas de la pecuaria sostenible:

Con eficiente criterio científico socioeconómico, con alto sentido ético y sensibilidad social, que sustente las actuales políticas globalizantes y de protección del medio ambiente en beneficio de los animales y consecuentemente del hombre.

Visión

La Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública y Autónoma de El Alto, es una Institución Académica, social y política, con identidad y esencia propia que rescata la pluriculturalidad y distintos grados de formación cognoscitiva de los productores de animales de interés zootécnico.

Garantiza la salubridad de los productos y subproductos animales y otros ofertados al consumo humano.

Como carrera se encuentra comprometida con el desarrollo productivo competitivo, generadora de tecnologías en nuestra región y el país, dentro de un contexto socioeconómico sostenible.

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Naturaleza del Instituto de Investigaciones en Ciencia Animal y Tecnología

el Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología de la Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia parte de la Universidad Pública de El Alto, agrupa a investigadores de diferentes áreas con la finalidad de realizar trabajos de investigación y transferencia de tecnología en forma multidisciplinaria. Actualmente forman parte del equipo de docentes Médicos Veterinarios y Zootecnistas, Ingenieros Zootecnistas y Ingenieros Agrónomos. El Instituto fue creada el año 2011, y está ubicado dentro de la Carrera de medicina Veterinaria y Zootecnia. El Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología de la Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia viene desarrollando líneas de investigación, proyectos bases para lograr fuentes de financiamientos nacionales e internacionales. Brindará servicios a diferentes instituciones públicas y privadas.

El Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología de la Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia promueve, gestiona, desarrolla investigación y ofrece conocimiento científico del más alto nivel de especialización en las ciencias de medicina veterinaria y zootecnia considerando alianzas con ciencias ambientales, biológicas y sociales; fortaleciendo

capacidades para contribuir al desarrollo pecuario sostenible, sus actividades se desarrollarán como complemento de las actividades académicas tanto a nivel de pregrado como postgrado, promoviendo el desarrollo de líneas de investigación, coherentes con los planes institucionales de desarrollo y capaces de tener impacto en el ámbito nacional e internacional y de fortalecer el vínculo entre la investigación, la docencia y la interacción social.

Objetivos

Objetivo General

El Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia se constituye para generar, desarrollar y transferir las mejores y más altas tecnologías en el campo de la producción y salud pecuaria en altura mediante la investigación pura y aplicada, además el extensionismo, la capacitación, la divulgación y la colaboración eficiente a los problemas de los sistemas de producción y salud pecuaria, contribuyendo al desarrollo económico y social.

Objetivos Específicos

Establecer y ejecutar las políticas y líneas de investigación por áreas de trabajo en Medicina Veterinaria y Zootecnia de manera coordinada.

Generar conocimientos que fundamenten, sobre una base científica, las tecnologías y metodologías que se generen en el centro.

Elaborar proyectos nacionales e internacionales que posibiliten el autofinanciamiento del Departamento y la adquisición del equipamiento necesario para el desarrollo de los objetivos de trabajo.

Lograr resultados de excelencia a partir de la capacitación continua de los recursos humanos, la docencia, la implantación de los sistemas de calidad, la interrelación investigación-producción y el fortalecimiento del trabajo con otras instituciones y organizaciones nacionales e internacionales.

Planificar las estrategias y mecanismos para la realización de las actividades de investigación.

Mantener una relación estrecha con la sociedad mediante convenios interinstitucionales de apoyo y beneficio mutuo.

Implementar programas y proyectos de investigación en áreas estratégicas.

Políticas y líneas de investigación de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Las Jornadas y políticas de investigación en la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia se han realizado del 8 a 18 de noviembre de 2011, se han generado un banco de 300 proyectos de investigación agrupadas en cinco líneas de investigación que son:

- Nutrición y alimentación animal
- Reproducción y biotecnología de animales
- Medicina veterinaria
- Laboratorio
- Fauna silvestre y medio ambiente

Ciencia Animal

Instituto de Investigación en Ciencia Animal
y Tecnología (IICAT)



Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Contenido

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, QUÍMICA Y CARGA ANIMAL DE CINCO TIPOS DE PRADERAS NATIVAS EN LA ESTANCIA LARQA UMA DE LA PROVINCIA PACAJES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE BOLIVIA.....	5
Evaluation of yield, botanic composition, chemistry and stocking rate of five types of native pastures on Uma Larqa station, Pacajes, Bolivia	
EFFECTO DE LA EDAD DE CORTE Y LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE <i>Brachiaria brizantha</i> (A. Rich.) Stapf EN YUCATÁN, MÉXICO	18
Effect of cutting interval and season on forage yield and chemical composition of <i>Brachiaria brizantha</i> (A. Rich.) Stapf in Yucatan	
COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y QUÍMICA DE LA DIETA ESTACIONAL SELECCIONADA POR ALPACAS EN DOS BOFEDALES EN EL DISTRITO DE ULLA ULLA, LA PAZ BOLIVIA.....	31
Botanical and chemistry composition of the diet seasonal selected by alpacas in two bofedales in district of ulla ulla of La Paz Bolivia	
DEGRADACIÓN <i>in situ</i> DE LA DIETA SELECCIONADA POR LLAMAS EN LA PRADERA NATIVA EN DIFERENTES MESES EN ÉPOCAS DE LLUVIAS EN EL ALTIPLANO DE BOLIVIA	43
<i>In situ</i> degradation of the diet selected by llamas in the native prairie in different months in of the rainy season in the highlands of Bolivia	
EFFECTO DE DOS NIVELES DE GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA (eCG) SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICO-FOLICULAR EN LLAMAS (<i>Lama glama</i>) EN EL CENTRO KALLUTACA DE LA CARRERA MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA-UPEA	51
Two levels effect of gonadotrofina equine coriónica (ecg) on the activity ovarian-follicular in flames (lama glama) in the center kallutaca of the career veterinary medicine and zootecnia-UPEA	
INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN MEDIANTE DOS TÉCNICAS DE ESTIMULACIÓN EN LLAMAS (<i>Lama glama</i>), EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ	57
Evaluation of two thecniques of Ovulative induction in llamas (<i>Lama glama</i>) – La Paz	
PROCEDIMIENTOS SUPERESTIMULATORIOS SOBRE LA RESPUESTA FOLICULAR OVÁRICA Y CALIDAD DEL COMPLEJO ÓVULO-CUMULAR EN LLAMAS (<i>Lama glama</i>) PROVINCIA LOS ANDES – DEPARTAMENTO DE LA PAZ	66
Superstimulatory procedures on the llama ovaric follicular growing and cumulus-oocyte complexes quality. Provincia Los Andes-La Paz	
DESARROLLO DE TRES PROTOCOLOS DE COLECCIÓN DE SEMEN EN LLAMAS (<i>Lama glama</i>) EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ	74
Development of three semen collection procedures of llamas (<i>Lama glama</i>) in La Paz	
DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FERTILIZACIÓN <i>in Vitro</i> DE OOCITOS DE LLAMA (<i>Lama glama</i>) OBTENIDOS POR SUPERESTIMULACIÓN OVÁRICA CON eCG Y FERTILIZADOS CON SEMEN TRATADO CON PROTEASA.....	91
In Vitro fertilization process description of llama (<i>Lama glama</i>) oocitos obtained by eCG ovaric stimulation and fertilized with protease treated semen	
EFFECTO DEL ALBENDAZOL Y FENBENDAZOL CONTRA NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS DEL CANTÓN SANTIAGO DE LLALLAGUA MUNICIPIO DE COLQUENCHA DEPARTAMENTO DE LA PAZ-BOLIVIA.....	101
Effect of albendazole and fenbendazole against sheep gastrointestinal nematodes at Canton Santiago of Llallagua, Colquench, La Paz-Bolivia	
DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE AKHANA (<i>Senecio apolobambensis</i>) Y SASAHUI (<i>Senecio jarae</i>) SOBRE EL CONTROL DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN ALPACAS (<i>Vicugna pacos</i>) EN AL ÁREA NATURAL DE MANEJO INTEGRAL NACIONAL APOLOBAMBA	114
Determining the effect of Akhan (<i>Senecio apolobambensis</i>) and sasahui (<i>Senecio Jarae</i>) on the control of gastrointestinal parasites in alpacas (<i>Vicugna pacos</i>), the Integrated Management Natural Area National Apolobamba	

EDITORIAL

La **revista boliviana de Ciencia Animal** de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Pública de El Alto, fue fundada por el MVZ Erasmo Quispe Condori, Director de Carrera y M.Sc. Ing. Flavio Merlo Maydana, Coordinador del Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT) mediante Resolución del H.C.C. N° 42/2012. A partir de la fecha se ira publicando en forma ininterrumpida una amplia variedad de investigaciones con cobertura de temas más amplia de la salud y producción animal.

La revista CIENCIA ANIMAL es un ente de difusión de investigación científica y tecnología del sector de producción animal. Teniendo como fin **dar a conocer los resultados de las investigaciones** realizadas por los docentes y estudiantes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Pública de El Alto, Bolivia, con proyecciones a recibir en los próximos volúmenes artículos de cualquier parte del mundo **relacionados con las ciencia animal**, específicamente las que se refieren a las distintas disciplinas de la medicina veterinaria y zootecnia. La distribución nacional se realizará básicamente por donación o intercambio con las bibliotecas de las facultades de veterinaria y agronomía; asimismo a investigadores, asociaciones de investigadores y funcionarios del sector pecuario.

Varios años han pasado desde la fundación de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia en la Universidad Pública de El Alto. Presentamos el primer volumen de la revista CIENCIA ANIMAL que será un apoyo para los investigadores, docentes, estudiantes, productores, y otros. Las líneas de investigación desarrollados por la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia y la IICAT son: Nutrición y alimentación animal; Reproducción y biotecnología animal; Medicina Veterinaria; Laboratorio Veterinario; Fauna Silvestre y Medio Ambiente. Asimismo esperamos sus comentarios para ir mejorando día tras día este trabajo. Esta publicación no hubiera sido posible sin el apoyo del DICyT – UPEA en especial el MVZ Mg. Santiago Copa Quispe, a quien se le agradece por su trabajo. Sin lugar a dudas, estos espacios generarán nuevas y ampliadas formas de interacción social para compartir cultura, nuevas formas de construcción de significados que van a repercutir en la manera de hacer producción, negocios, política y, en general, de ejercer la libertad de expresión.

M.Sc. Flavio Eudaldo Merlo Maydana
Coordinador del Instituto de Investigación y Postgrado de Medicina Veterinaria y Zootecnia

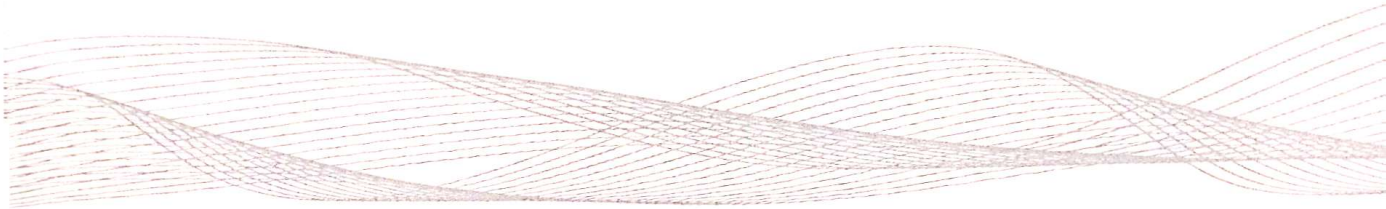
MVZ Erasmo Quispe Condori
Director de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

ÁREA

PASTIZALES Y NUTRICIÓN ANIMAL



1. The first part of the document is a list of the names of the people who were present at the meeting.



EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, QUÍMICA Y CARGA ANIMAL DE CINCO TIPOS DE PRADERAS NATIVAS EN LA ESTANCIA LARQA UMA DE LA PROVINCIA PACAJES DEL ALTIPLANO CENTRAL DE BOLIVIA

Evaluation of yield, botanic composition, chemistry and stocking rate of five types of native pastures on Uma Larqa station, Pacajes, Bolivia

Merlo Maydana, FE.¹; Copa Quispe S.²; Loza Vasquez L.³; Quispe Condori E.²; Centellas Ticona N.⁴.

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

- 1 Professor de Nutrición y Alimentación Animal de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, E-mail address: merlomaydana@hotmail.com
- 2 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia
- 3 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UCB Bolivia
- 4 Carrera Ingeniería Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

This study was conducted in order to determine the species composition, forage yield, chemical composition and stocking rate of five types of native pastures. The method of the transect to step was used to determine the species composition, forage harvest and collection of intake to determine consumption and calculate the stocking capacity. It was determined a diversity of species, the most outstanding were *Festuca dichoclada*, *Nassella pubiflora*, *Distichia muscoides*, *Baccharis sp* y *Stipa inconspicua*. The forage yield of each species were, in *F. dichoclada* with 2494 kg DM ha⁻¹, *N. pubiflora* with 1282 kg DM ha⁻¹, in *Distichia muscoides* 1399 kg DM ha⁻¹, *Baccharis sp* 1568 kg DM ha⁻¹ and for *Stipa inconspicua* was 1659 kg DM ha⁻¹. The Prairie native with five types of grasslands, has a capacity of stocking capacity of 258 llama units in its 165 ha, i.e. 1.56 ULL year⁻¹. The protein content of *Festuca dichoclada*, was 7.76%; *Nassella pubiflora*, 5.84%; *Distichia muscoides*, 13.59%, *Baccharis sp*, 5.69% and finally for *Stipa inconspicuous* was 6.68% of PC. The FDN content between different types of grassland was 64.99% (t'olar), 59.34 % (chilliar), 53.42% (sicuyar), 51.42% % (gramadal) and 43.10% (bofedal). In conclusion, the yield and the nutrient concentration show us an adequate native prairie for feeding animals at rainy season.

Keywords: Native pasture, yield, chemical composition, stocking rate

Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la composición florística, rendimiento de forraje, carga animal y composición química de cinco tipos de pastizales nativos, se utilizó transecto al paso para determinar la composición florística, cosecha de forraje por cuadrante y colección de ingesta para determinar el consumo y calcular la capacidad de carga animal. Se determinó una diversidad de especies, las más sobresalientes son *Festuca dichoclada*, *Nassella pubiflora*, *Distichia muscoides*, *Baccharis sp* y *Stipa inconspicua*. El rendimiento en el pastizal de *Festuca dichoclada* fue 2.494,72 kg MS ha⁻¹, en el pasto *Nassella pubiflora* 1.282,41 kg MS ha⁻¹, en el pastizal *Distichia muscoides* 1.399,07 kg MS ha⁻¹, en el pastizal de *Baccharis sp* con 1.568,91 kg MS ha⁻¹ y el pastizal de *Stipa inconspicua* con 1.659,38 kg MS ha⁻¹. La pradera nativa con sus cinco tipos de pastizales, tiene una capacidad de carga animal de 257,95 unidades llama en sus 165 ha, es decir 1,56 ULL ha año⁻¹. El contenido de proteína del pastizal de *Festuca dichoclada* 7,76%, *Nassella pubiflora* 5,84%, *Distichia muscoides* 13,59%, *Baccharis sp* 5,69% y *Stipa inconspicua* 6,68%, y por lo mismo el contenido de FDN entre diferentes tipos de pastizales fue 64,99% (t'olar), 59,34% (chilliwari), 53,42% (sicuyar), 51,42% (gramadal) y con 43,10% (bofedal). En conclusión el rendimiento de materia seca, y la concentración de nutrientes muestra una pradera adecuada para el pastoreo de animales en época de lluvia.

Palabras claves: Pastizal nativo, rendimiento, composición química, carga animal

1. Introducción

Una de las bases de la alimentación animal en el altiplano boliviano son las praderas nativas, Bolivia tiene una superficie de 671.344 km² de pradera nativa, esto equivale a 61,1% del territorio nacional de los cuales 201.924 km² equivale al 18% corresponden a praderas nativas del altiplano (Alzarrec, 1987).

Las praderas nativas en el altiplano boliviano son utilizadas bajo un sistema tradicional lo cual significa un pastoreo continuo con todas las especies animales con que cuenta la familia campesina (Copa, 2003), esta situación ocasiona la desaparición de especies deseables y la proliferación y multiplicación de especies indeseables carentes de valor forrajero (Merlo et al., 2003).

Entre las cualidades importantes de las especies de las praderas nativas es la resistencia a las bajas temperaturas, sobrecarga animal (Alzarrec et al., 2002), su adaptación a suelos de baja a mediana fertilidad y sequías temporales (Choque et al., 2002). Sin embargo, la cantidad y calidad de forraje de pradera nativa dependen de diferentes factores inherentes al ambiente, la composición florística y la edad de los pastos.

Se reportó que el rendimiento de pastizales nativos en el altiplano central es bajo y se acentúa la desaparición de las especies forrajeras apetecidas por el ganado, producto del mal manejo de los pastizales con el exceso del número de ganado por área, es decir, el sobrepastoreo de las praderas nativas. Así mismo, en pastizales como chilliwares (*Festuca dolichophylla*), tolares (*Baccharis sp*) y sicuyares (*Istipa ichu*) se registran rendi-

mientos de 3 a 7 tn de materia seca (MS) ha⁻¹ (Choque y Cocarico 1980), y en cuanto a la composición química se indica de 3 a 7% de proteína cruda, 40 a 50% fibra cruda.

En el altiplano de Bolivia, con base en la distribución de la precipitación pluvial, se distinguen dos épocas: lluvias y secas. En la época de lluvias existe mayor cantidad de alimento y en época de secas baja cantidad y calidad, sin embargo no existe información en la literatura científica con relación al rendimiento, composición florística, composición química y carga animal en la época de lluvias, aspectos que requieren ser investigados para diseñar esquemas de manejo del recurso forrajero para la alimentación de los animales.

Considerando la importancia de las praderas nativas y la escasa información científica en el altiplano boliviano, este trabajo tiene el objetivo de evaluar el rendimiento, composición florística, composición química y carga animal de cinco tipos de pastizales en la época de lluvias en el altiplano central de Bolivia.

2. Materiales y métodos

2.1. Localización, clima y suelo del sitio experimental

El trabajo de investigación se realizó en la estancia Larqa Uma ubicado en la serranía denominada "Cerro de cachaca" que forma una cadena de montañas, al norte de la comunidad Pujrata, cantón Villa Puchuni, octava sección municipal de Santiago de Callapa, Provincia Pacajes del departamento de La Paz a 17°16'49" latitud sur y 68°19'03" longitud oeste a una altura de 4.190 a 4.530 msnm. La precipitación anual oscila de 200 a 500 mm y una temperatura media máxima anual de 15°C y una mínima de -5 °C en

junio (PDM de Santiago de Callapa 2006).

Se utilizó cinco tipos de pastizales nativos las cuales son: chilliwar con 23 ha (*Festuca dichoclada*), gramadal con 76 ha (*Nassella pubiflora*), bofedal con 3 ha (*Distichia muscoides*), t'olar con 19 ha (*Baccharis sp*) y sicuyar con 44 ha (*Stipa inconspicua*), pastizales establecidas en suelos franco arenoso, con pH de 7,9, con 1,8% de materia orgánica (MO), en los primeros 15 cm de profundidad.

2.2. Tratamiento y diseño experimental

Se determinó la composición florística considerando los tipos de pastizales en la época de lluvias utilizando el método de transecto a paso. Así mismo, se evaluó el rendimiento de forraje del pastizal de chilliwar (*Festuca dichoclada*), gramadal (*Nassella pubiflora*), bofedal (*Distichia muscoides*), (*Baccharis sp*) y sicuyar (*Stipa inconspicua*), la cosecha se realizó al finalizar la época de lluvias en la primera quincena de abril de 2009, las muestras cosechadas fueron utilizados para el análisis químico y estimación de la carga animal. Para análisis del rendimiento se utilizó un diseño completamente al azar con diez réplicas, con parcelas de 3 x 4 m (con un área útil de 2 x 3 m). El modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + E_{ij}$$

2.3 Manejo experimental

2.3.1 Evaluación de la composición florística

Primero se ha delimitado los tipos de pastizales considerando la homogeneidad de la vegetación y la dominancia de la especie forrajera en las asociaciones de pastizales nativos. Se realizó el croquis de los transectos en cada tipo de pastizal. Se realizó por el método de transecto la toma de

muestras para determinar la composición florística al paso, para esto se utilizó el anillo censador, las lecturas se hicieron sobre el lado del mismo pie y para mayor precisión se marco la punta del botín o zapato donde se colocó el anillo censador. En un transecto se tomo 100 observaciones en la pradera, a lo largo de una línea recta con el anillo censador, cada paso doble (Riesgo, 1971), el transecto al

paso significa realizar una caminata con el pie que no tiene la marca en la punta, la primera lectura se hizo en el segundo pie (es decir el paso número dos que fue del botín o zapato marcado), se tomaron cinco transectos al paso por cada sitio y/o tipo de pastizal en estudio. Para realizar más rápido el censo de vegetación se emplearon claves de identificación en el registro de transectos al paso (cuadro 1).

Cuadro 1. Claves empleados en el desarrollo de transectos al paso

Descripción	Clave
Vegetación herbácea. Cuando la especie vegetal, corona de la raíz o parte de ella cae dentro del anillo censador se identifico con las dos primeras letras del género y las dos primeras letras de la especie por ejemplo. <i>Calamagrostis vicunarum</i> .	Cavi
Mantillo u hojarasca. Es cuando más de la mitad del anillo cae en materia orgánica muerta o estiércol.	M
Musgo. Cuando ocurre en más del anillo censador	L
Suelo desnudo. Es cuando el anillo censador cae en el suelo sin vegetación.	D
Roca. Se considera si más de la mitad del anillo censador cae a las piedras, piedrecillas.	R
Pavimento de erosión. Cuando más de la mitad del anillo censador cae en suelos erosionados o en raíz fuera del suelo.	P

Fuente: Sotelo, 1981.

2.3.2 Evaluación del rendimiento y composición química

Para determinar el rendimiento de forraje por unidad de superficie se tomaron cuatro muestras (cuadrante) por transecto de parcelas de 3 x 4 m (con un área útil de 2 x 3 m), es decir 20 parcelas por sitios y/o tipo de pastizal, todas las parcelas se han cosechado, el mismo día, dentro del área útil. La cosecha del forraje de las diferentes parcelas se efectuó a una altura de 2 cm del nivel del suelo en forma manual. El forraje cosechado fue pesado en fresco, y se le extrajeron dos sub-muestras para determinar contenido de materia seca (MS), composición química. Luego, todas las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60°C durante 72 horas. estas fueron pesadas, procesadas en un molino de martillo a un tamaño de partícula de 3

mm y analizadas en su contenido de: PC, FDN. La composición química se realizó a partir de una sub-muestra general de cada tipo de pastizal (AOAC, 1980 y Van Soest, 1994). Una vez teniendo los datos de peso fresco (área útil) y peso de MS se llevo a t MS ha⁻¹.

2.3.3 Evaluación de la carga animal

Para determinar la capacidad de carga animal es importante conocer el consumo voluntario del animal, en vista de que se desconoce esta, se colectó ingesta con llamas canuladas a nivel esofágica, se tomaron muestras de colección de ingesta con tres llamas fistuladas a nivel esofágica, durante 1 hora y dos muestras al día. Donde cinco días de muestreo sumadas equivaldrían a un día de consumo por llama (10 horas de pastoreo), todo los días

se muestrearon en diferentes horas tanto en la mañana como en la tarde durante 15 días (cuadro 2). Se consideró el tiempo de pastoreo de acuerdo a la práctica de los productores la cual es de 10 horas por día, siendo de 7:00 a.m. a 17:00 p.m., para calcular el consumo se utilizó la fórmula.

$$CULL = \sum LL1 LL2 LL3 / n$$

Siendo: CULL = Consumo de unidad llama kg/día (valor promedio).

LL1 = Llama 1, 2, 3

n = Número de llamas (3)

Por tanto la capacidad de carga animal se calculó relacionando el rendimiento de forraje y el nivel de uso (disponibilidad efectiva de forraje) en la estancia de Larqa Uma, así mismo considerando el consumo (requerimiento de MS) del ganado llamuno, la fórmula para calcular fue:

$$CCA = DFMSH \times 0,5 / CULL \times \text{año}$$

Siendo:

CCA = Capacidad de carga animal

0,5 = Nivel de utilización de pastos

DFMSH = Disponibilidad de forraje en materia seca hectárea por año

CULL = Consumo unidad llama

3. Resultados y discusión

3.1 Composición florística de la pradera nativa por sitios

La composición florística de los cinco tipos de pastizales se muestra en el cuadro 2 donde se observa una variedad de especies, la diferencia entre la dominancia y variabilidad de la composición florística de los cinco tipos de pastizal y/o sitios de pastoreo debido a la ubicación de cada pastizal, es decir la altitud del sitio, posición topografía, clima (temperatura, humedad), suelo y la presión de pastoreo de diferentes espe-

cies animales que cambia la composición florística.

Pastizal chilliwar

El pastizal de *Festuca dichoclada* (chilliwar), este tipo de vegetación nativa en la zona de estudio se distribuye desde la parte inferior a la parte media de la ladera con un pendiente de 5,25 a 22,50%, la textura del suelo es de franco arcilloso a arenoso, entre las especies que destacan en este tipo de pastizal son: *Stipa inconspicua*, *Nassella pubiflora*, *Luzula peruviana*, *Poa aspiriflora*, *Margiricarpus strictus*. Asimismo, Miranda1990 reporta que la *Festuca dichoclada* es dominante en laderas medias a altas con suelos poco profundos de 4.215 a 4445 m de altitud.

Pastizal gamadal q'otal

El pastizal *Nassella pubiflora* y *Pycnophyllum glomerata*, gramadal combinado con Q'otas, sub tipo de vegetación de estrato medio a bajo se distribuye en suelos de tipo franco arenoso, donde se observa material grueso y gravas, comprendidas entre cimas de cerro y laderas altas, con una pendiente de 15,90 a 24,42%, donde destacan las siguientes especies: *Alchemilla pinnata*, *Stipa inconspicua*, *Calamagrostis crysanta* y *Festuca rigida* y otros.

Pastizal bofedal

Una de las características en el altiplano boliviano es la presencia de zonas húmedas con especies acuáticas (llachus), siendo que el pastizal bofedal constituida por la siguiente composición florística *Ditichia muscoides* como dominante que es la especie característica de bofedales altoandinos. Las especies que destacan son: *Ranúnculos acuatilis*, *Calamagrostis rigescens*, *Hypochoeris stenocephala*, *Juncus balticus*, *Alchemilla diplophylla* y otros,

en trabajos realizados en la Universidad del Altiplano de Puno (anónimo 2001) encontraron a *Distichia muscoides* como

dominante y otros que destacan como *Eleocharis albibracteata*, *Calamagrostis rigescens* y *Hypochoeris stenocephala*.

Cuadro 2. Composición florística de cinco sitios y/o tipos de pastizales (%)

Especies	Familia	Chilliwär	Gramadal	Bofedal	T'olar	Sicuyar
<i>Festuca dolichophylla</i>	Graminiaceae	-	-	1,98	-	-
<i>Festuca dichoclada</i>	Graminiaceae	28,15	2,02	-	6,02	10,66
<i>Festuca rígida</i>	Graminiaceae	-	4,55	-	-	2,29
<i>Festuca orthophylla</i>	Graminiaceae	-	-	-	0,72	-
<i>Calamagrostis crysanta</i>	Graminiaceae	2,75	5,93	-	4,95	6,34
<i>Calamagrostis mínima</i>	Graminiaceae	1,51	4,67	-	5,50	2,38
<i>Calamagrostis rigescens</i>	Graminiaceae	-	-	10,02	-	-
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	Graminiaceae	-	-	-	3,49	-
<i>Stipa inscospicua</i>	Graminiaceae	6,75	6,65	-	2,99	13,30
<i>Nassella pubiflora</i>	Graminiaceae	4,08	9,04	-	3,29	9,52
<i>Poa aspiroflora</i>	Graminiaceae	2,04	-	-	-	3,79
<i>Brumos lanatus</i>	Graminiaceae	1,99	-	-	-	-
<i>Carex sp.</i>	Cyperaceae	1,55	-	3,97	-	-
<i>Alchemilla pinnata</i>	Rosaceae	1,69	8,15	4,29	3,89	1,85
<i>Muhlenbergia ligulares</i>	Graminiaceae	-	-	-	1,98	-
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	Gramineae	1,86	-	-	-	-
<i>Luzula peruviana</i>	Juncaceae	2,49	1,92	-	1,83	4,32
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Compositaeae	1,95	1,40	-	1,83	2,20
<i>Hypochoeris meyeniana</i>	Compositaeas	1,78	0,40	-	3 35	1,67
<i>Stipa ichu</i>	Graminiaceae	2,40	0,77	-	8,41	-
<i>Geranium sessilflorum</i>	Geraniaceae	0,80	0,52	-	0,72	-
<i>Oxalis sp</i>	Oxalidaceae	0,58	-	-	-	-
<i>Gnaphalium bademi</i>	Compositaeae	1,87	2,16	-	1,06	3,35
<i>Paramytchia andina</i>	Caryophyllaceae	1,24	0,84	-	0,92	1,59
<i>Margiricarpus strictus</i>	Rosaceae	2,66	0,60	-	1,89	1,94
<i>Junellia mínima</i>	Verbenaceae	0,89	1,44	-	0,92	0,70
<i>Arenaria boliviana</i>	Caryophyllaceae	1,51	3,41	-	0,26	3,79
<i>Adesmia arequipense</i>	Leguminaceae	0,44	1,20	-	0,43	0,79
<i>Baccharis sp</i>	Compositaceae	0,55	0,60	-	8,63	0,79
<i>Azorrella compacta</i>	Umbellifloraceae	-	0,48	-	-	-
<i>Sisyrinchium andicola</i>	Iridaceae	-	0,60	-	-	-
<i>Astragaluz pusillus</i>	Leguminaceae	-	0,82	-	0,43	1,67
<i>Pycnophyllum glomerata</i>	Caryophyllaceae	-	7,13	-	0,14	2,03
<i>Gentianella palcana</i>	Gentianaceae	-	0,48	-	-	-
<i>Ephedra rupestris</i>	Ephedraceae	-	0,60	-	-	0,82
<i>Chenopodiacia</i>	Compositaceae	-	0,82	-	-	0,50
<i>Parastrepia sp</i>	Compositaceae	-	-	-	5,04	-
<i>Distichia muscoides</i>	Juncaceae	-	-	16,70	-	-
<i>Juncus balticus</i>	Juncaceae	-	-	5,24	-	-
<i>Lilaea subulata</i>	Juncaceae	-	-	2,38	-	-
<i>Alchemilla diplophylla</i>	Rosaceae	-	-	6,52	-	-
<i>Werneria nubigena</i>	Compositaceae	-	-	4,45	-	-
<i>Ranunculos acuatis</i>	Ranunculaceae	-	-	11,13	-	-
<i>Ranunculos flgelliformes</i>	Ranunculaceae	-	-	5,56	-	-
<i>Eleocharis albibracteata</i>	Cyperaceae	-	-	4,61	-	-
<i>Hypochoeris stenocephala</i>	Compositaceae	-	-	9,54	-	-
<i>Gomprena sp</i>	Anaranthaceae	-	0,5	-	-	-
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	Umbelifloraceae	-	-	5,17	-	-
<i>Lupinos buchtienii</i>	Leguminaceae	-	-	-	0,92	-

Veterinaria

UPEA - DICYT

Pastizal t'olar

La variedad de pastos *Baccharis sp* y *Parastrephia lepidophylla* (t'olares) se distribuyen en suelo de textura franco arenoso, con pendiente muy inclinada de 18,5 a 29,32 %, en la parte media y alta de la ladera, (Orsag 1993, citado por Vargas 1999) señala que esta comunidad vegetal se establece principalmente en suelos superficiales con bajo contenido de materia orgánica y se caracteriza por tener una textura franco arenosa. Entre las especies que destacan están *Festuca dichoclada*, *Calamagrostis minima*, *Alchemilla pinnata*, *Calamagrostis crysanta*, *Stipa inconspicua* y otros. La composición florística de este tipo de pastizal esta en un proceso de transición de t'holar a pajonal debido a que en años anteriores este sitio ya ha sido cultivado, estudios realizados por Choque y Cocarico 1992 señalan que los t'holares están asociados con especies como *Festuca*, *Stipa*, *Nassella* y hierbas anuales, similares en el presente trabajo.

Pastizal sicuyar

El pastizal de *Stipa inconspicua* (sicuyar), es un sub tipo de vegetación de estrato

medio se distribuye entre laderas medias a altas con pendientes de 6,33 a 26,64%, entre las especies que destacan son: *Festuca dichoclada*, *Nassella pubiflora*, *Calamagrostis crysanta*, *Poa aspiriflora*, *Festuca rigida* y otros.

3.2 Rendimiento de forraje por tipo de pastizal

El rendimiento de forraje por tipo de pastizal fue diferente ($P < 0,05$), donde la producción más alta se obtuvo en el pastizal Chilliwar (*Festuca dichoclada*) con 2.494,7 kg ha⁻¹ de materia seca y el rendimiento más bajo fue del pastizal Gramadal q'otal (*Nassella pubiflora* y *Pycnophyllum glomerata*) con 1.282,4 kg ha⁻¹ materia seca, en el cuadro 3 se observa que el pastizal Chilliwar es completamente diferente a los de más cuatro tipos de pastizales con el mayor rendimiento, comportamiento que es debido a la existencia de especies de estrato alto en la pradera y diferente composición florística como se muestra en el cuadro 2, y el crecimiento mejor (pastizales de estrato alto) que los otros cuatro tipos de pastizal probablemente sea influida por el factor altitud, clima (humedad, temperatura), posición topográfica, el mismo pastoreo de animales.

Cuadro 3. Rendimiento de forraje por tipos de pastizal (kg ha⁻¹)

Tipo de pastizal	Promedios	ha	Total rendimiento	Duncan a 0,05
<i>Festuca dichoclada</i> (chilliwar)	2.494,7	23	57.378,1	A
<i>Stipa inconspicua</i> (sicuyar)	1.659,4	44	73.013,6	B
<i>Baccharis sp</i> y <i>Parastrephia lepidophylla</i> (t'olar)	1.568,9	19	29.809,1	B
<i>Ditichia muscoides</i> (bofedal)	1.399,1	3	4.197,3	B
<i>Nassella pubiflora</i> y <i>Pycnophyllum glomerata</i> (Gramadal q'otal)	1.282,4	76	97.462,4	B

Los trabajos realizados en las inmediaciones del altiplano central boliviano, indican que el rendimiento de forraje varia de acuerdo al tipo de pastizal, teniendo una media de 840 kg ha⁻¹ MS (Choque y Cocarico, 1992). Sin embargo resultados encontrados en la estancia

de Larqa Uma concuerdan con estudios anteriores donde se reportan para bofedales un rango de 780 a 4.500 kg ha⁻¹ MS (Laguna 1988, Alzerreca 1988 y Sotomayor, 1990), en praderas secas como los pajonales las producciones de biomasa son mas variables e infe-

riores a los 1.000 kg ha⁻¹ MS (La Fuente et al 1988, Alzerreca, 1988). En el trabajo realizado de los cinco tipos de pastizales se obtuvo una media de 1.680,80 kg ha⁻¹ MS, este dato es relativamente superior a reportes de otros autores, probablemente por la presencia especies de estrato alto como la *Festuca dichoclada* en la estancia de Larqa Uma.

3.3 Cálculo de capacidad de carga animal en unidades llama (ULL)

Consumo (ULL/día)

El consumo de unidad llama (ULL), se determinó utilizando las muestras de ingesta tomadas con tres llamas fistuladas a nivel esofágica, las colecciones tomadas fueron de tres semanas siendo las medias por llama 1,39 kg MS día⁻¹ de la llama uno (1), 1,45 kg MS día⁻¹ de la llama dos (2), 1,32 kg MS día⁻¹ de la llama tres (3), la media general equivale al consumo de una unidad llama por día (CULL/día) llama de 70 kg de peso vivo la cual es 1,39. En un año el requerimiento de consumo de MS

será de 511,62 kg, valor que es utilizado para el cálculo de capacidad de carga animal de la estancia. (Quiroga 1999) asume un requerimiento de consumo de 2% del peso vivo en llamas en Comanche, el requerimiento encontrado a través de la colección de ingesta se acerca al valor de 2%, sin embargo cabe mencionar que el consumo de alimento de un animal esta influido por varios factores como edad, peso metabólico, estado fisiológico, tipo y otros, la cual probablemente influiyo en el consumo, ya que los animales utilizados eran canulados a nivel esofágica.

Capacidad de carga animal calculada

La capacidad de carga animal para llamas se observa en el cuadro 4, por tipos de pastizales, están en plena relación con el rendimiento de forraje, considerando el uso adecuado del pastizal que es el 60 % anualmente y el consumo de ULL (unidad llama) la cual de un animal de 70 kg de peso vivo requiere 1.39 kg de materia seca, en un año el requerimiento de consumo de MS será de 511,62 kg.

Cuadro 4. Capacidad de carga animal de la pradera por tipos de pastizales

Tipo de pastizal	CCA /año /ha	Superficie /ha	Total ULL
<i>Festuca dichoclada</i> (chilliwar)	2,46	23,00	56,53
<i>Nassella pubiflora</i> y <i>Pycnophyllum glomerata</i> (Gramadal q'otal)	1,27	77,00	97,48
<i>Ditichia muscoides</i> (bofedal)	1,38	3,00	4,14
<i>Baccharis sp</i> y <i>Parastrephia lepidophylla</i> (t'olar)	1,55	19,00	29,41
<i>Stipa inconspicua</i> (sicuyar)	1,64	43,00	70,39
Total		165,00	257,95

La capacidad de carga animal calculada de la Estancia de Larqa Uma con sus cinco tipos de pastizal, alcanza 257.951 (ULL) unidades llama, teniendo que el pastizal chilliwar (*Festuca dichoclada*) que destaca con 2,46 ULL /ha y el pastizal gramadal q'otal con una carga de 1,27 ULL/ha la diferencia es debido al rendimiento de forraje (cuadro 3). Estudios realizados por Alzerreca 1988 reporta para Bolivia estimaciones de capacidad de carga para

diferentes tipos de pradera del altiplano árido, valores bajos de 0,3 ULL/ha ó 0,6 UO/ha, para zonas en secano y 3 ULL/ha ó 6 UO/ha para zonas húmedas. Los resultados encontrados en la estancia de Larqa Uma alcanzan una media de 1,56 ULL/ha la cual es considerando la utilización de forraje nativa producido en época de lluvias y su uso apropiado que es 50%, este valor esta en el rango mencionado por (Alzerreca).

Carga animal existente en la estancia

La carga animal actual pastoreado en los cinco tipos de pasturas nativas esta conformado por bovinos, ovinos, y llamas como se aprecia en el cuadro 6. Las equivalencias a unidades llamas es considerando el peso metabólico, por clase animal y su respectiva categoría donde 18 bovinos equivalen a 48,28 unidades llama, los 254 ovinos equivalen a 104,57 unidades llama y las 79 llamas equivalen a 68,46 unidades llama. Comparando la carga

animal (CA) 221,31 unidades llamas y la capacidad de carga animal (CCA) 257,95 unidades llamas de la estancia de Larqa Uma, el pastizal con esta capacidad de carga animal supera la carga animal lo que significa que el pastizal es subpastoreada, sin embargo se observa en la composición florística la desaparición de algunas especies altamente palatables, la explicación esta en que el productor pone en alquiler el 30% de su pastizal, esta influye en los cálculos realizados.

Cuadro 5. Cálculo de carga animal

Especie animal	No de animales	Equivalencia ULL	Total ULL
Toros	7	3,33	23,31
Vacas	7	2,71	18,97
Vaquillas	4	1,50	6,00
Carneros	41	0,53	21,73
Borregas	130	0,46	59,80
Carnerillos	35	0,30	10,50
Borreguillas	42	0,28	11,76
Crías	6	0,13	0,78
Llamas machos	7	1,12	7,84
Llamas hembras	43	1,0	43,0
Tuis machos	7	0,76	5,32
Tuis hembras	12	0,70	8,40
Crías	13	0,30	3,9
Total capital ganadero de la estancia en unidades llama (ULL)			221,31

3.4 Composición química de los cinco tipos de pastizales

Proteína cruda

La concentración de proteína cruda máxima se ha encontrado en el pastizal en bofedal con 13,59 % y la mas baja en el pastizal t'olar con 5,69 % (cuadro 6), la concentración de este elemento es muy importante para la alimentación animal y la variación de la concentración esta en plena relación con la composición florística y el tipo de pastizal, siendo que el pastizal bofedal (*Distichia muscoides*) es de tipo herbáceo que tiene la mayor cantidad de hojas y el nitrógeno esta en las hojas, sin embargo

el pastizal t'olar es de tipo arbustal por tanto existe mayor proporción de tallos y la concentración de proteína es baja. Considerando la alimentación de los animales para mantenimiento requieren como mínimo 7% de proteína cruda, observando la concentración de los cinco tipos de pastizales en gramadal y t'olar es inferior al mínimo requerido, por tanto se debería pensar en suplementar. En trabajos realizados en época de lluvia en las comunidades de la provincia Villaroel indican que el contenido proteico promedio es 6,75% (Choque y Cocarico, 1992). Los valores encontrados en la estancia de Larqa Uma alcanzan una media de 7,9% este valor es alto en comparación al anterior, es

elevado debido a que en la composición florística de la estancia existen hierbas

leguminosas como *Astragalus pusillus* que elevan el contenido proteico.

Cuadro 6. Composición química de cinco tipos de pastizales

Componente	Chilliwär	Gramadal q'otal	Bofedal	T'olar	Sicuyar
Proteína %	7,78	5,82	13,59	5,69	6,68
FDN %	57,70	53,28	37,48	63,30	52,01
Ceniza %	6,57	7,79	12,29	3,91	6,68
Materia Orgánica %	93,43	92,21	87,71	96,09	93,32

Fibra detergente neutra

La concentración de fibra detergente neutra (FDN) como se muestran en el cuadro 6, el pastizal t'olar tiene un máximo de 63,3% y en el pastizal de bofedal 37,48%, la concentración esta en directa relación con el tipo de pastizal y la composición florística, siendo que el pastizal t'olar tiene mayor concentración por la estructura de las paredes celulares que contienen los arbustos (celulosa, hemicelulosa y lignina), sin embargo el pastizal de bofedal es de tipo herbáceo y menos paredes celulares lo cual hace que tenga un bajo FDN. Trabajos realizados en el altiplano central señalan que los pastizales nativos poseen una fibra cruda media de 41,80%. (Choque y Coca-rico 1992), en el trabajo se llegó a obtener una media de 52,76% en comparación al anterior, este valor es alto probablemente a la presencia de especies de estrato alto como los tholares y Chilliwares. La cuantificación de FDN es muy importante porque es un indicador de comportamiento de consumo y tasa de pasaje de los alimentos, Ku Vera 2008 indica que en la medida que incrementa la FDN a partir de los 60% el consumo se reduce, contrastando con el 52,7% FDN es inferior a 60%.

Ceniza y materia orgánica

La concentración de ceniza y materia orgánica se determinó por diferencia entre los mismos, siendo la concentración de ceniza en el rango de 3,91 a 12,29 %, la media obtenida en la estancia es

de 7,45% de ceniza, la cual es menor a datos reportados por (Choque y Coca-rico, 1992), un valor de 15,02%, esta diferencia se debe probablemente a que se toman más hiervas y indican que en la cosecha de especies tomaron con tierra que eleva el porcentaje de ceniza. Quiroga, 1999 indica por especie vegetal que varia de acuerdo al tipo de planta (herbácea, arbusto) como de *Festuca doli-chophylla* 5,82 en comparación de *Trifo-lium amabile* que tiene 8,48%.

La materia orgánica de los pastizales nativos de la estancia de Larqa Uma tuvieron de 87,7 a 96,09%, estos valores significan que la presencia de especies de estrato bajo (hierbas) tienen un menor contenido de materia orgánica la cual se debe a que en su composición de la planta hay mayor presencia de mine- rales, sin embargo especies de arbustos de estrato alto tendrán mayor el porcen- taje de materia orgánica debido a la exis- tencia de paredes celulares en la planta. Cabe mencionar que la materia orgánica en su composición tiene compuestos nitrogenados, carbohidratos y grasa.

4. Conclusiones

En los cinco tipos de pastizales de la estancia Larqa Uma de la comunidad Pujrata se encontró especies dominantes como *Festuca dichoclada*, *Nassella pubi- flora*, *Disticha muscoides*, *Baccharis sp* y *Stipa inconspicua* y otras.

El rendimiento de forraje en la época de lluvias fue 1.680,80 kg MS ha⁻¹ y la capacidad de carga animal 1,56 unidades llama por hectárea.

El contenido proteico promedio de los cinco tipos de pastizales en la época de lluvias es de 7,91%, es superior al mínimo requerido por los animales para mantenimiento. La concentración promedio de FDN de los cinco tipos de pastizales es 52,76%, lo cual significa que el consumo no se reduce.

Se recomienda capitalizar la estancia con más llamas para el pastoreo, debido a que este animal es más eficiente en el consumo de las especies vegetales de estrato alto que están sub pastoreadas y reducir ovinos.

5. Referencias bibliográficas

- Alzerreca, H. 1987. Evaluación de un campo nativo de pastoreo en el altiplano semiárido del departamento de La Paz. Memorias de la I reunión Nacional en praderas nativas de Bolivia (26 – 29 agosto). PAC – CORDEOR – CEE Oruro Bolivia.
- Alzerreca, 1988. Diagnóstico y prioridades de investigación de praderas y pasturas del altiplano y alto andino de Bolivia, In: XI reunión de la Asoc. Latinoamericana de producción animal, la Habana Cuba.
- Cocarico y Choque 1992. Evaluación agrostológica de las praderas nativas de la provincia Villarroel, La Paz - Bolivia.
- Choque P. 1999. Pastoreo extensivo de borregos en praderas recuperadas y su efecto en la producción de carne en provincia Pacajes. La Paz Bolivia.
- Laguna V. 1998. Determinación de la capacidad de carga para la época invernal en praderas nativas de Huarina, Batallas y Peñas en: Primera reunión Nacional en praderas nativas de Bolivia, CORDEUR/PAC Oruro Bolivia.
- Luna, Prieto, Queiros y Valdivia 1995. Caracterización de asociaciones vegetales en la comunidad alto andina Aguas Caliente Provincia Pacajes del departamento de La Paz. IBTA. La Paz Bolivia.
- Merlo F. 2003. Evaluación de composición florística y química de pastizales nativos en Provincia Pacajes. Memorias de Congreso Mundial de Camelidos. Potosi Bolivia.
- Prieto y Yazman 1995. Disponibilidad y calidad forrajero en pastizales naturales del altiplano central de Bolivia. La Paz Bolivia.
- Quiroga V. 1999. Valor forrajero y estimación y productividad en pradera nativa del altiplano central. Comanche provincia Pacajes. La Paz Bolivia.

EFFECTO DE LA EDAD DE CORTE Y LA ÉPOCA DEL AÑO SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf EN YUCATÁN, MÉXICO

Effect of cutting interval and season on forage yield and chemical composition of *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf in Yucatan

Merlo Maydana FE.¹; Ramírez y Avilés L.²; Ayala Burgos AJ.²; Ku Vera JC.²

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

- 1 Professor de Nutrición y Alimentación Animal de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, E-mail address: merlomaydana@hotmail.com
- 2 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5, CP, 97100 Mérida, Yucatán México

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

The present study was aimed to evaluate the effect of eight cutting intervals (*i.e.* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 weeks) and three seasons (*i.e.* dry, rainy and late-rainy seasons) on *Brachiaria brizantha* growth rate, forage yield and chemical composition. Treatments were arranged as a split plots within a completely randomized design on an eight-years old *B. brizantha* pasture. It was found that, forage yield, growth rate and leaf proportion were affected ($P < 0.05$) by season, cutting interval and their interaction. The greater yield and the highest growth rate, 3.78 t DM ha⁻¹ and 121.6 kg DM ha⁻¹ day⁻¹, were registered in the rainy season at the eight-weeks cutting interval. The lowest forage yield and growth rate, 0.02 t DM ha⁻¹ and 2.28 kg DM ha⁻¹ day⁻¹, were recorded at one-week cutting interval in the late-rainy season. The extreme values of leaf percentage, 81, 77 and 90, and 63, 91 and 76, were found at one-week and eight-week cutting intervals for the dry, rainy and late-rainy seasons, respectively. In the rainy season, crude protein (CP) was reduced 0.96% per week starting from the five-week cutting interval. However, in the dry and late-rainy seasons, CP was maintained above 7 % at all cutting intervals. Nevertheless, contents of CP were reduced and fibre increased at the longest cutting intervals, except the lignin content which was not affected neither by the cutting intervals nor the season evaluated.

Keywords: Brizantha, age, growth rate

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la tasa de crecimiento, rendimiento, y calidad (composición química y proporción hoja y tallo) de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff a ocho edades (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas) y tres épocas (secas, lluvias y nortes). Se utilizó un diseño de parcelas divididas completamente al azar en pastizal de *B. brizantha* de aproximadamente 8 años de edad, donde la parcela principal fue la época y la sub-parcela la edad. Se encontró que, el rendimiento, la tasa de crecimiento y proporción de hoja fueron diferentes entre épocas, edad e interacción época por edad ($P < 0,05$). El mayor rendimiento y tasa de crecimiento fue de 3,78 t MS ha⁻¹ y 121,6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ registrados en la época de lluvias a 8 semanas, mientras que, el menor rendimiento y tasa de crecimiento fue: 0,02 t MS ha⁻¹ y 2,28 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, en la época de nortes a una semana. La proporción de hojas disminuyó de 81, 90 y 91% para la primera semana hasta 77, 63, 76% a la octava semana para la época seca, lluvia y nortes respectivamente. Conforme avanzó la edad de *B. brizantha*, el contenido de PC se reduce y el contenido de fibra se incrementa en todas las épocas. Sin embargo, en las épocas de secas y de nortes, la PC se mantuvo arriba del 7% en todas las edades de corte en comparación con la época de lluvias en la cual la PC es menor al 7% a partir de la sexta semana. Se concluye que conforme avanza la edad de *B. brizantha* el rendimiento de forraje se incrementa mientras que su calidad se reduce en las tres épocas evaluadas.

Palabras clave: Brizantha, edad, tasa de crecimiento.

1. Introducción

En las regiones tropicales, la alimentación de los bovinos se basa principalmente en gramíneas forrajeras. En México, entre las especies forrajeras de mayor importancia figuran las del género *Brachiaria*, las cuales cubren aproximadamente el 6,5% de la superficie total de pasturas sembradas en la región tropical. Dentro de las especies de este género, destaca *B. brizantha* (Holmann *et al.*, 2005). Entre las cualidades de *B. brizantha* sobresalen su resistencia al salivazo (Lascano *et al.*, 2002) y su adaptación a suelos ácidos de baja a mediana fertilidad, e inundaciones temporales (Guevara *et al.*, 2002). Sin embargo, la cantidad y calidad de forraje de esta especie, al igual que las otras gramíneas forrajeras tropicales, dependen de diferentes factores, los cuales pueden ser inherentes al ambiente y/o a la especie (Juárez *et al.*, 2007). Se ha encontrado que el rendimiento de esta especie forrajera

varía de 0,3 a 13,5 t MS ha⁻¹, conforme a la edad de crecimiento (Nunes *et al.*, 1985; Borges *et al.*, 2002). Con relación a la composición química, se reporta para dicha especie valores de proteína cruda (PC) que oscilan de 8,9% a 18,6%, de fibra detergente neutro de 57,9% a 72,7%, los cuales son influenciados por la edad de la planta (Ferrari Júnior *et al.*, 1994; Soares Filho *et al.*, 2002). Esta gramínea concentra la mayor parte de la producción de MS durante el período de lluvias. Sin embargo, existe escasa información en la literatura científica con relación a su comportamiento en otras épocas. Es probable que resulte deficiente en calidad y rendimiento durante las épocas de secas y de nortes, aspectos que requieren ser investigados para diseñar esquemas de manejo del recurso forrajero para la alimentación de los animales a lo largo del año.

Uno de los factores que influyen decisivamente en la productividad de una especie

forrajera, particularmente en gramíneas forrajeras tropicales, es la edad a la que es sometida a defoliación (corte o pastoreo). Generalmente, un intervalo largo entre defoliaciones podría ser desventajoso para el sistema productivo, ya que existe mayor acumulación de material fibroso, disminución del valor nutritivo del forraje y, consecuentemente, un consumo voluntario menor. Por otro lado, las defoliaciones muy frecuentes reducen el rendimiento de forraje así como las reservas de la planta y, en consecuencia, afectan al potencial de rebrote (Costa *et al.*, 2006). La edad de la planta en el momento de la defoliación debe representar un punto de equilibrio entre el valor nutritivo y el rendimiento de MS, en virtud de que al aumentar la edad de la planta se incrementa el rendimiento de MS, pero el valor nutritivo disminuye (Van Soest, 1994; Corrèa y Pott, 2001).

En el trópico de México, con base en la distribución de la precipitación pluvial, evaporación, humedad relativa, nubosidad y temperatura a lo largo del año, se han caracterizado tres épocas: secas (marzo a mayo), lluvias (junio a octubre) y nortes (noviembre a febrero) (Juárez *et al.*, 2007).

Teniendo en cuenta la variación climática (distribución de la precipitación, cambios en la temperatura ambiental) a lo largo del año en Yucatán, México, el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar el rendimiento y composición química de *B. brizantha* a diferentes edades y épocas en el sureste de Yucatán, México.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización, clima y suelo del sitio experimental

El estudio se realizó en el rancho Kakalná del municipio de Tzucacab, ubicado en

la zona sureste de México, a 36 msnm, 20°04'14,3'' latitud norte y 89°02'37,5'' longitud este. El clima en esta zona se caracteriza por ser cálido sub-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio anual de 27°C y temperaturas máxima y mínima promedio de 31,3 y 16,8°C y precipitación pluvial promedio anual de 1.065 mm (gráfico 1). Se utilizó pastizal de *B. brizantha* de aproximadamente 8 años de edad, establecidas en suelos franco arcilloso, con pH de 7,5, con 0,4% de N, 4.197,0 ppm de P₂O₅, 1.097,2 ppm de K y 10,1% de materia orgánica (MO), en los primeros 20 cm de profundidad.

2.2 Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron ocho edades del pasto (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas) en las tres épocas del año. El primer corte se realizó el 4 de abril y la cosecha en 2 de junio de 2007 en la época de secas; en la época de lluvias el inicio del corte fue 7 de julio y la cosecha el 8 de septiembre de 2007; y en la época de nortes el primer corte se realizó el 10 noviembre 2007 y la cosecha fue el 5 de enero 2008. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas en un diseño completamente al azar con cuatro réplicas, con parcelas principales de 12 x 8 m y sub-parcelas de 3 x 4 m (con un área útil de 2 x 3 m). Una vez trazadas las parcelas en campo, se asignaron en forma aleatoria las épocas a las parcelas principales y las edades de corte a las sub-parcelas. El modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + E_a + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_b$$

2.3 Manejo experimental

Previo al inicio del estudio, toda el área (potrero de aproximadamente ½ ha) fue pastoreada con bovinos adultos (n=20) durante tres días para homogenizar

el área. Posteriormente, a las cuatro semanas aproximadamente se realizaron semanalmente de forma retrogresiva cortes de uniformización de acuerdo con la edad asignada a cada parcela, es decir se inició con el corte de uniformización de las parcelas asignadas con la edad más avanzada (ocho semanas), hasta finalizar con las parcelas de una semana de edad. Una semana después de haber cortado la parcela correspondiente a la edad de defoliación de una semana, se cosechó, el mismo día, el forraje, dentro del área útil, de todas las sub-parcelas (edades de corte) en cada época. Tanto la cosecha del forraje como el corte de uniformización se efectuaron a una altura de 2 cm del nivel del suelo en forma manual. El

forraje cosechado fue pesado en fresco, y se le extrajeron dos sub-muestras para determinar contenido de materia seca (MS), composición química y la proporción de hoja y tallo. Posteriormente, todas las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60°C durante 72 horas, pesadas, procesadas en un molino de martillo a un tamaño de partícula de 3 mm y analizadas en su contenido de: PC, FDN, FDA, lignina y MO. La composición química se realizó a partir de una sub-muestra general en cada edad y época (AOAC, 1980 y Van Soest, 1994). Una vez teniendo los datos de peso fresco (área útil) y peso de MS se llevo a $t \text{ MS ha}^{-1}$ en las diferentes edades y épocas.

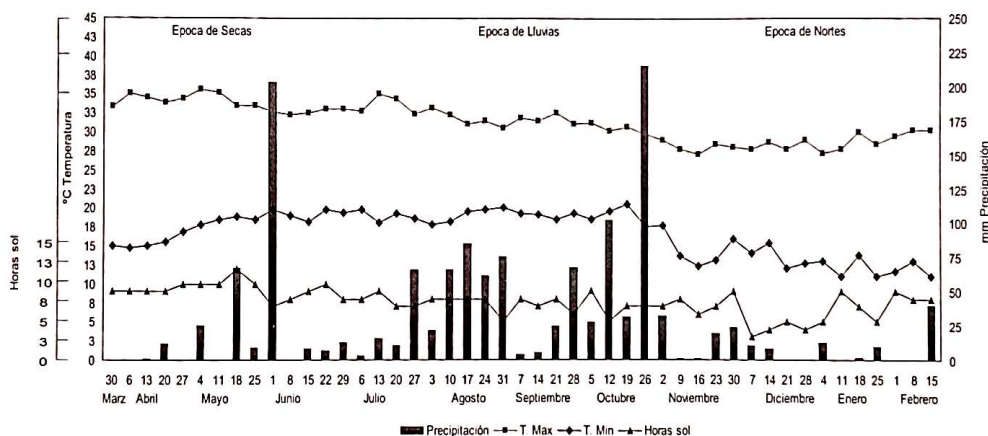


Gráfico 1. Promedio de temperatura máximas, mínimas, horas de sol y precipitación acumulada por semana en tres épocas de año (2007)

2.4 Análisis estadísticos

Antes de realizar el análisis estadístico se realizó la prueba Colmogorow-Smirnov (1939) y el gráfico de residuos vs edad (en cada variable) para comprobar la normalidad de los datos, (se transformó los valores de tasa de crecimiento en base a raíz cúbica), posteriormente se realizó un análisis de varianza del efecto de la edad y la época sobre el rendimiento de MS, la tasa de crecimiento y la proporción de

hoja y tallo utilizando PROC MIXED de SAS 9.1; así como contraste de medias a través de la prueba de Tukey ($P < 0,05$) y para comparaciones dentro de épocas (opción SLICE en PROC MIXED de SAS). De la información de rendimiento de las edades de corte, se derivaron ecuaciones de predicción. De la información de composición química se generaron ecuaciones que describan con la edad de acuerdo a la R^2 , R^2 ajustada y el valor de P de la regresión.

3. Resultados

3.1 Rendimiento de forraje

El rendimiento de forraje fue afectado ($P < 0,05$) por la época, la edad y la interacción época por edad (cuadro 1). La amplitud del rendimiento promedio

fluctuó de 0,51 a 1,54 t MS ha⁻¹, en las épocas de nortes y de lluvias, respectivamente. Las ecuaciones que describe el rendimiento con la edad se observa en el cuadro 2. En general el rendimiento de forraje fue mayor en la época de lluvias que en las épocas de secas y nortes.

Cuadro 1. Rendimiento (t MS ha⁻¹) de *B. brizantha* a diferentes edades durante las épocas de secas, lluvias y nortes, en Yucatán, México

Edad Semanas	Época			Media
	Secas	Lluvias	Nortes	
1	0,14a	0,03a	0,02a	0,06a
2	0,78b	0,13a	0,06a	0,33b
3	1,12bc	0,49b	0,13a	0,58c
4	1,33c	0,88c	0,34ab	0,85d
5	1,38cd	1,68d	0,52bc	1,19e
6	1,73de	2,40e	0,79cd	1,64f
7	1,86e	2,92f	1,06de	1,95g
8	2,07e	3,78g	1,14e	2,34h
Media	1,30B (0,112)	1,54C (0,236)	0,51A (0,076)	1,12 (0,101)

A,B,C: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

a,b,c,d,e,f,g,f,g,h: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

Media (Error estándar)

Cuadro 2. Ecuaciones de estimación de rendimiento de *B. brizantha* en diferentes épocas

Épocas	Ecuación de estimación	R ²	R ² ajust	P
Secas	$y = -0,0239 \pm 0,009x^2 + 0,4621 \pm 0,089x - 0,1661 \pm 0,17$	97	95	0,002
Lluvias	$y = 0,0491 \pm 0,01x^2 + 0,1143 \pm 0,092x - 0,228 \pm 0,18$	99	99	0,0001
Nortes	$y = 0,0129 \pm 0,006x^2 + 0,0627 \pm 0,051x - 0,1055 \pm 0,10$	98	97	0,0021

P = Valor de la superficie de respuesta

3.2 Composición química del forraje

En el cuadro 3, se presenta la composición química del forraje de *B. brizantha* para las ocho edades de rebrote, correspondientes a las épocas secas, lluvias y nortes. En las tres épocas, la PC se redujo conforme avanzó la edad de la planta; aunque en la época de lluvias la reducción fue más drástica, (73%) que en las épocas de secas (34%) y de nortes (57%), de una a ocho semanas de crecimiento, la cual fue inverso al rendimiento de MS en las tres épocas, las ecuaciones que

describen las disminuciones de PC se observan en el cuadro 3.

En contraste con la concentración de PC, los contenidos de FDN se incrementaron en las tres épocas con la edad de la planta, en promedio de 54,6% a la edad de una semana, a 68,4% a la edad de ocho semanas. El incremento de la concentración de FDN en época seca fue 13%, en época de lluvias 29%, sin embargo en la época de nortes 16% estos incrementos pueden ser descritos mediante las ecuaciones en el cuadro 4.

A diferencia de la concentración de la FDN, el contenido de FDA fue numéricamente diferente entre épocas, se observó la menor concentración, 25,3% en la época de nortes y la mayor en la época de lluvias, 32,0% a la edad de una semana,

la cual se incrementó a las ocho semanas hasta 34,9% en la época de nortes y a 41,5% en la época de lluvias. Las ecuaciones para predecir FDA se observan en el cuadro 4.

Cuadro 3. Composición química (%) de *B. brizantha* a diferentes edades durante las épocas de secas, lluvias y nortes, en Yucatán, México

Época	Edad	MO	PC	FDN	FDA	Lig.
Secas	1	87,1	14,4	59,3	29,9	3,6
	2	88,2	12,9	61,8	31,4	4,6
	3	88,7	11,0	63,8	31,9	4,5
	4	89,5	10,0	67,2	33,8	4,4
	5	89,2	8,5	65,9	31,7	4,0
	6	89,5	9,6	67,9	33,7	4,3
	7	90,1	7,9	67,7	34,2	4,2
	8	90,1	9,5	68,3	34,9	4,6
Media		89,1 (0,36)	10,5 (0,78)	65,2 (1,16)	32,7 (0,60)	4,3 (0,12)
Lluvias	1	80,5	20,9	52,8	32,0	6,1
	2	80,5	18,4	54,8	32,5	6,5
	3	82,0	13,5	63,5	36,4	6,6
	4	82,7	10,6	64,3	37,3	5,8
	5	85,5	8,3	69,4	37,9	6,5
	6	87,5	7,0	72,2	38,7	5,5
	7	88,4	6,2	74,4	40,1	5,3
	8	88,6	5,6	75,1	41,5	8,0
Media		84,5 (1,22)	11,3 (2,04)	65,8 (3,02)	37,0 (1,19)	6,3 (0,30)
Nortes	1	89,2	18,2	51,8	25,3	3,8
	2	87,6	15,7	50,9	26,8	5,2
	3	89,2	13,5	56,5	29,6	6,1
	4	88,8	11,7	57,1	30,4	7,8
	5	88,9	11,1	59,8	31,3	7,2
	6	89,2	9,3	59,0	30,4	7,8
	7	89,7	8,7	62,0	32,6	8,2
	8	89,7	7,9	61,8	31,7	7,6
Media		89,0 (0,24)	12,0 (1,27)	57,4 (1,48)	29,8 (0,88)	6,7 (0,55)

Media (Error estándar).

Cuadro 4. Ecuaciones de estimación de PC, FDN y FDA de *B. brizantha* en diferentes épocas

Épocas			Ecuación de estimación	R ²	R ² ajust	P
PC	Secas		$y = 0,198 \pm 0,049x^2 - 2,566 \pm 0,45x + 16,95 \pm 0,90$	93	91	0,001
	Lluvias		$y = 0,323 \pm 0,046x^2 - 5,173 \pm 0,428x + 26,33 \pm 0,839$	99	98	0,00001
	Nortes		$y = 0,147 \pm 0,024x^2 - 2,755 \pm 0,223x + 20,66 \pm 0,43$	99	99	0,00001
FDN	Secas		$y = -0,2261 \pm 0,065 x^2 + 3,272 \pm 0,607x + 56,30 \pm 1,19$	95	93	0,001
	Lluvias		$y = -0,304 \pm 0,118x^2 + 6,131 \pm 1,09x + 45,96 \pm 2,14$	97	96	0,0001
	Nortes		$y = -0,136 \pm 0,112x^2 + 2,84 \pm 1,03x + 48,07 \pm 2,03$	91	87	0,0022
FDA	Secas		$y = 0,6226 \pm 0,128x + 29,88 \pm 0,65$	79	76	0,0029
	Lluvias		$y = -0,086 \pm 0,063x^2 + 2,119 \pm 0,58x + 29,78 \pm 1,14$	95	94	0,0004
	Nortes		$y = -0,1791 \pm 0,058x^2 + 2,53 \pm 0,54x + 23,01 \pm 1,06$	93	90	0,0012

PC: Proteína cruda; FDN: Fibra detergente neutro; FDA: Fibra detergente ácido.
P = Valor de análisis de regresión

A diferencia de los cambios en la concentración de FDN y FDA asociados con la edad del forraje de *B. brizantha*, el contenido de lignina fue similar entre edades de corte, particularmente en la época de seca. No obstante, se observó una diferencia numérica entre épocas, encontrándose una mayor concentración en la época de lluvias y de nortes, en promedio 6,5%, que en la época seca, 4,3%. Asimismo, la fluctuación del contenido de

lignina, asociada con la edad del forraje, fue mayor en la época de nortes, de 3,8 a 8,2 %, que en la época de lluvias, 6,1 a 8,0 %, y de secas, 3,6 a 4,6.

3.3 Tasa de crecimiento

En el cuadro 5 se aprecia que la tasa de crecimiento fue afectada ($P < 0,05$) por la época del año, por la edad del pasto y la interacción época por edad.

Cuadro 5. Tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) de *B. brizantha* a diferentes edades durante tres épocas en Yucatán, México

Edad semanas	Época			Media
	Secas	Lluvias	Nortes	
1	20,6a	4,0a	2,3a	9,0a
2	91,2b	15,2a	6,1a	37,5ab
3	48,6ab	51,4a	9,5a	36,5ab
4	30,3ab	55,3a	30,9a	38,8ab
5	6,9a	113,5b	25,2a	48,5ab
6	49,4ab	103,3b	38,3a	63,7b
7	19,2a	74,9b	38,7a	44,3ab
8	29,1a	121,6b	11,7a	54,1b
Media	36,9A (8,22)	67,4C (9,08)	20,3B (3,23)	41,5 (4,63)

A,B,C: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

a,b,c,d,e: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

Media (Error estándar).

3.4 Proporción de hoja y tallo

La proporción de hoja (cuadro 6) y tallo (cuadro 7) fueron diferentes ($P < 0,05$) entre épocas, entre edad e interacción época por edad de crecimiento. La proporción

de hoja disminuye en la medida que la edad avanza en las tres épocas (cuadro 6). No obstante la proporción del se tallo incrementó con la edad en las tres épocas evaluadas (cuadro 7).

Cuadro 6. Proporción de hoja (%) de *B. brizantha* a diferentes edades durante tres épocas en Yucatán, México

Edad Semanas	Secas	Lluvias	Nortes	Media
1	81,2ab	90,0a	91,5a	87,6a
2	84,2a	86,9a	87,7ab	86,3a
3	81,7ab	86,3a	87,0ab	84,9ab
4	81,8ab	83,7a	86,7ab	84,1ab
5	81,9ab	76,7b	83,9bc	80,8bc
6	76,1bc	73,4b	80,2cd	76,6cd
7	77,9ab	67,0c	77,5de	74,1de
8	76,9bc	63,0c	75,8d	71,9e
Media	80,2AB (0,83)	78,4B (1,74)	83,8A (1,07)	80,8 (0,76)

A,B: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

a,b,c,d,e: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

Media (Error estándar).

Cuadro 7. Proporción de tallo (%) de *B. brizantha* a diferentes edades durante tres épocas en Yucatán, México

Edad Semanas	Secas	Lluvias	Nortes	Media
1	18,8ab	10,0a	8,51a	12,44a
2	15,8a	13,1a	12,29ab	13,73a
3	18,4ab	13,7a	13,05ab	15,05ab
4	18,2ab	16,3a	13,29ab	15,93ab
5	18,1ab	23,3b	16,11bc	19,17bc
6	23,9bc	26,6b	19,84cd	23,45cd
7	22,1ab	33,0c	22,54d	25,88de
8	23,1bc	37,0c	24,24d	28,11e
Media	19,80AB (0,83)	21,63A (1,74)	16,23B (1,07)	19,22 (0,76)

A,B,C: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

a,b,c,d,e: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

Media (Error estándar).

4. Discusión

La amplia variación en el rendimiento (cuadro 1) de forraje de *B. brizantha* encontrada en el estudio durante las tres épocas del año se podría asociar con la distribución de la precipitación, las temperaturas del aire y la duración de horas sol del día (gráfico 1). El mayor rendimiento de forraje se obtuvo en la época de lluvias seguido por secas y nortes, esto probablemente a mayor disponibilidad de agua en época de lluvias que fue más constante (692 mm) comparada con la registrada en la época de seca (gráfico 1) donde la cantidad total de precipitación fue menor

que en la época de lluvias, y mayor (316,0 mm) que en la época de nortes (156,8 mm), así como las temperaturas máximas y mínimas (33 y 18°C en época de seca, 32 y 19°C en época de lluvias y 28,6 y 13,7°C en época de nortes) y la duración del fotoperiodo que pudieron haber sido la causa principal del mayor rendimiento registrado en la época de lluvias, sin embargo la época de secas tuvo un rendimiento mayor que la época de nortes, lo cual es debido a los factores señalados anteriormente. Rendimientos similares han sido reportados en Colombia en las épocas de seca (1,7 t MS ha⁻¹) y de lluvias (4,0 t MS ha⁻¹) (Lascano et al., 2002.)

No obstante los resultados encontrados en el presente estudio no coinciden con los reportados por Lara y Ortega (1998) quienes encontraron, en el estado de Campeche, México, valores de 1,8; 2,9 y 4,9 t MS ha⁻¹ en las épocas de secas, nortes y lluvias. Esta discrepancia podría ser un efecto de la mayor precipitación en la época de seca, en la cual se incluye en el mes de mayo se presentaron fuertes precipitaciones, como ocurrió en el presente estudio (gráfico 1).

Desde el punto de vista del rendimiento de forraje a diferentes edades de corte, la más apropiada para *B. brizantha*, bajo las condiciones del presente estudio (temporal y sin fertilización), fue a ocho semanas de crecimiento (56 días) con mayor aporte de MS, en las tres épocas (secas, lluvias y nortes). Al respecto, Lara y Ortega (1998) reportan incrementos del rendimiento en función de la edad, con resultados de 1,4 a 4,3 t MS ha⁻¹ a tres y nueve semanas de edad, valores que son similares al presente estudio. Además, Costa *et al.* (2006), trabajando con *B. brizantha*, verificaron que la mejor edad de corte conciliando el rendimiento de materia seca y concentración de PC se sitúa entre 56 e 70 días de crecimiento vegetativo. La tasa de crecimiento (TC) fue influenciada por la precipitación pluvial, donde en la época seca se dió una mayor tasa de crecimiento en la segunda semana, esta probablemente este relacionado con la disponibilidad de reservas de carbohidratos en la planta, además de la precipitación pluvial y temperatura altas, sin embargo en las épocas de lluvias y nortes se dió la mayor tasa de crecimiento a la octava y séptima semana de crecimiento, la cual posiblemente este asociado con el área foliar existente a esas edades, la cual no se midió en el presente trabajo. No obstante la tasa de crecimiento promedio entre épocas se incrementaron en el siguiente orden: lluvias > secas >

nortes (cuadro 5) similar a reportes de Enríquez y Romero (1999) en el mismo género *Brachiaria* en el orden (66, 41 y 10 kg MS ha⁻¹d⁻¹) similar al encontrado en el presente trabajo (67,4; 36,9 y 20,3). Asimismo, Rica *et al.* (1991) reportan tasas de crecimiento de *B. brizantha* que fluctúan entre 35,7 a 14,8kg MS ha⁻¹d⁻¹ en las épocas de lluvias y secas, respectivamente.

La proporción de hoja se redujo marcadamente con la edad de la planta, (cuadro 6) lo cual remarca la importancia de este factor de manejo de las pasturas tropicales (cuadro 6), en la semana quinta en la época seca y semana sexta en la época de nortes se mantuvo por encima del 80%, en cambio en la época de lluvias a la cuarta semana, posteriormente disminuyo de manera progresiva, lo cual esta asociado al rendimiento y tasa de crecimiento del pasto. No obstante los valores encontrados en el presente estudio son superiores a lo encontrado en el oriente del estado de Yucatán por Grajales *et al.* (2004) quienes reportan 30,6% de hoja comparado con 81% en promedio observado en el presente estudio. Esta discrepancia en la proporción de hoja probablemente esté asociada con el crecimiento diferente de la pastura cuando se remueve casi la totalidad del componente foliar (hoja y tallo), como en el presente trabajo, al hecho de remover únicamente parte del forraje, como en el estudio reportado por Grajales *et al.* (2004). Asimismo, Beguet y Bavera (2001) señalan que en las gramíneas de crecimiento semierecto como en el caso de *B. brizantha* la altura de defoliación no sólo afecta el índice de área foliar (IAF) remanente, sino que también, en caso que la intensidad de corte sea elevada (es decir el material remanente en el campo es bajo), puede afectar el nivel de reservas. Esta remoción casi total del componente aéreo pudo influir sobre el tiempo requerido para que la planta

alcance su madurez, ya que fue necesario la reconstrucción del sistema fotosintético. En consecuencia, la edad más avanzada utilizada en el presente estudio (ocho semanas) fue insuficiente para permitir a la pastura alcanzar su máximo rendimiento y presentar cambios notorios en la proporción de hoja.

Pasturas con mayor proporción de hoja son más deseables desde el punto de vista de alimentación de rumiantes, debido a su mayor concentración de nutrientes, degradabilidad y consumo. Aunque esto se contrapone cuando se requiere rendimientos elevados de forraje.

El contenido de PC, encontrado en el presente estudio, se relacionó negativamente con la edad y el rendimiento de MS en cada época (cuadro 3), lo cual concuerda con lo reportado para *B. brizantha* por Villareal (1994) y Castro *et al.* (2007). Esta disminución de la PC se atribuye a un incremento de la proporción de tallos, fracción que tiene una menor concentración de PC y la disminución de las hojas la cual a partir de 76% parece ser el límite para la concentración de PC por sobre el 7%. Vega *et al.* (2006), Herrera y Ramos (1981) plantean que la disminución del contenido de PC con el aumento de la edad se produce por la disminución de la actividad metabólica de los pastos a medida que avanza la edad de rebrote además del incremento de paredes celulares, con esta la síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con los estadios más jóvenes.

De acuerdo con lo antes mencionado, se podría sugerir para la época de lluvias la defoliación (ya sea mediante pastoreo o corte para su uso en fresco o como heno o silo) de las pasturas de *B. brizantha* a la edad entre cuatro a seis semanas (cuadro 3). No obstante, en las épocas de nortes y secas a la edad de ocho semanas, *B. brizantha* aún mantiene su contenido de

PC por arriba del 7% la cual tiene relación con la proporción de hojas en cada época (76%). Esta situación es importante cuando se trata de corte y/o pastoreo, aunque los rendimientos son bajos en la época de nortes. Dentro del mismo género (pasto Mulato), se ha encontrado un comportamiento similar con valores que fluctúan de 11,9 a 7,9% de PC en época seca, de 14,6 a 9,2% en época de lluvia y 14,3 a 12,3% en época de nortes de 14 a 56 días crecimiento (Juárez *et al.*, 2004). Los resultados obtenidos concuerdan con los reportes de Vallejos (1988) y Lascano y Euclides, (1998) quienes encontraron valores de 10 a 16% en *B. brizantha* en hojas de seis semanas de crecimiento. En contraste, Juárez *et al.* (2002) reportan de valores de PC de 11,5; 4,8 y 1,9% obtenidos a 7, 28 y 56 días de crecimiento en época de lluvias, valores que son inferiores al presente trabajo.

El contenido de PC de *B. brizantha* reportado en la literatura es similar a las gramíneas tropicales, en las cuales se presenta una reducción en función de la edad, rendimiento y proporciones de hoja y tallo. Igualmente, esta reducción de la PC podría estar afectada por otros factores como la humedad y fertilidad del suelo, la temperatura del aire, horas luz y el mismo manejo ya sea en pastoreo o corte la cual influirá en la concentración de PC en los pastizales. En el presente trabajo se observaron elevadas concentraciones de PC en las edades más tempranas, esto probablemente esté asociado con los factores ya indicados, especialmente el contenido de N en el suelo que de acuerdo con el análisis de suelos del sitio, alcanza una concentración de 0,4%.

La concentración de FDN se incrementó a medida que el pasto maduró independientemente de la época del año que concuerda con los reportes por Juárez *et al.* (2002) y Mari *et al.* (2004). El contenido de FDN es un importante pará-

metro que define la calidad del forraje ya que limita la capacidad ingestiva de los animales. La concentración de FDN representa la fracción de paredes celulares del forraje que se correlaciona más estrictamente con el consumo voluntario de los animales, siendo que valores por encima de 55 a 60% correlacionan de manera negativa (Van Soest, 1965). En el presente trabajo los valores de FDN encontrados estuvieron por encima del valor crítico de 55%, por lo tanto, el consumo voluntario de este forraje en pastoreo es probable que esté limitado en las edades avanzadas.

La concentración de FDA se relacionó positivamente con el rendimiento de MS, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Cuadrado *et al.* (2004) quienes obtuvieron valores crecientes de 34,1 a 40,6% de FDA en *B. decumbens* a edades de 14 a 56 días.

El contenido de FDA es un factor importante para evaluar la digestibilidad de un alimento, en la medida que aumenta los tenores de FDA el forraje disminuye la digestibilidad de MS (Branco, 2006).

La concentración de lignina no tuvo cambios notorios con la edad de la planta, esto probablemente esté relacionado con el porcentaje bajo de tallo registrado en el presente estudio en cada edad de corte, es muy probable (como se señaló anteriormente) que por el manejo impuesto a la pastura (remoción casi completa del componente aéreo) que el pasto aún a las ocho semanas de edad no haya llegado a la madurez, menos a la floración y fructificación donde la lignina se incrementa en grandes proporciones como señala Anzola (2002), excepto en la época de nortes donde se encontró un incremento que esté relacionado con las bajas temperaturas y ausencia de precipitaciones que influyeron.

5. Conclusión

Se concluye que conforme avanzó la edad de *B. brizantha*, el rendimiento de forraje se incrementa mientras que la calidad medida a través de los contenidos de PC, FDN y FDA, se redujo en las tres épocas evaluadas. Considerando el rendimiento de MS y el contenido de la PC, se concluye que, en la época de lluvias, el corte o pastoreo debe de realizarse con mayor frecuencia (alrededor de la quinta semana de edad) en comparación con la época de seca y de nortes.

6. Agradecimientos

Se agradece a la Fundación PRODUCE por el financiamiento otorgado para la ejecución del presente trabajo. Asimismo, se agradece a la Secretaría de Relaciones Exteriores del Gobierno de México por la beca otorgada para que el primer autor realice estudios de Maestría en Producción Animal Tropical opción Nutrición Animal, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

7. Referencias bibliográficas

- AOAC 1980. Official methods for análisis, 13th Edition. Association of Oficial Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- Beguet HA, Bavera GA. 2008. Fisiología de la planta pastoreada. Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. 2001. www.produccion-animal.com.ar. Acceso 20 mayo 2008.
- Borges ALCC, Rabelo LS, Gonçalves LC. 2002. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv Marandu em oito idades de corte em Igarapé – MG. Teores de matéria seca, produção de matéria seca e relação folha/haste. In: Reunião Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 39. 2002, Recife. Anais. Recife: SBZ.
- Castro GHF, Graça DS, Gonçalves LC, Mauricio RM, Rodriguez NM, Borges I, Tomich TR. 2007. Degradation and fermentation kinetics of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu at

- different cutting ages. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.; 59(6)1538-1544.
- Corrêa LA, Pott EB. 2001. Silagem de capim. in: simpósio de forragicultura e pastagens - temas em evidência. Lavras. Anais. Lavras: UFLA. p.339-362.
- Costa KAP, Oliveira IP, Faquin V, Neves BP, Rodrigues C, Sampaio FMT. 2006. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-51. Revista Ciência agrotecnologia. Lavras.; 31(4) 1197-1202, jul./ago.
- Cuadrado CH, Torregrosa SL, Jiménez MN. 2004. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. Corpoica Montería. Universidad de Córdoba, Montería, Córdoba. Montería, Colombia; 9 (2), 438-443.
- Enriquez QJ, Romero MJ. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria sp* en Isla de Veracruz. Agrociencia; 33 (2)141-148
- Ferrari Júnior E, Andrade JB, Pedreira JVS. 1994. Produção e qualidade dos feno de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob três frequências de corte. I. Produção de matéria seca. Bol. Ind. Anim.; 51, p.49-54.
- Guevara E, Rodriguez T, Navarro L, Iraida R. 2002. Two Levels the Nitrogen Fertilization, Grazing Frequency and Association with *Centrosema brasilianum* in the Forage Availability of *Brachiaria brizantha*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Anzoátegui (CIAE).Revista Científica Vol. XII-Suplemento; 2, p. 569-571
- Grajales ZR. 2004. Evaluación de la calidad nutritiva de *B. brizantha* bajo tres presiones de pastoreo, durante la época de lluvia en el oriente de Yucatán. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Holmann F, Rivas L, Argel PJ, Pérez E. 2007. Impacto de la adopción de pasto *Brachiaria* Centroamérica y México. 2005. Disponible en: www.ilri.cgiar.org/htm/Adopci%C3%B3ndepastos%BrachiariaCA%20Mex-final.pdf. Acceso mayo.
- INEGI 2007. Superficie agrícola por distrito de desarrollo rural y municipio según tipo de agricultura. Anuario estadístico de Yucatán. Edición; 1: 14.
- Juárez HJ, 2007. Bolaños AED. Protein dilution curves as an alternative for the evaluation of tropical grasses. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. INIFAP. Villahermosa, Tabasco. 2007. Disponible en: www.ujat.mx/publicaciones/ucien-ciag. Acceso mayo 2007.
- Lara RM, Ortega RL. 1998. Rendimiento de ocho pastos cosechados a diferentes edades de rebrote durante tres años en Escárcega, Campeche. Tec. Pec. Mex.; 36 (2) 141-150.
- Lascano C, Euclides VPB. 1998. Calidad Nutricional y producción animal en las pasturas de *Brachiaria*. En: *Brachiaria: Biología, Agronomía y Mejoramiento*. (J. M. Miles; B.L. Maass y C.B. Do Valle. Editores). CIAT-Colombia-EMBRAPA.
- Lascano C, Pérez R, Plazas C, Medrano J, Pérez O, Argel P. 2002. Pasto Toledo *Brachiaria brizantha* (CIAT 26110), Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Villavicencio Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Mari LJ, Nussio LG, Schmidt P, Paziani SF, Ribeiro JL, Zopollatto M., et al. 2004. Magnitude das alterações na composição morfológica e valor nutritivo do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Marandu) mantido a intervalos fixos entre cortes. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Campo Grande. Anais. Campo Grande: SBZ.
- Mena UMA, Hernández GA, Enríquez OJF, Pérez PJ, Zaragoza RJL, Velasco ZME. et al. 2007. Efecto de asignaciones de forraje, en pastoreo, sobre pasto insurgente y producción de vaquillas en trópico húmedo. Rev. Agrociencia Mex.; 41 (1) 1-12.
- Nunes SG, Boock A, Penteado MIO. 1985. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2ed. Campo Grande: EMBRAPACNPGC. 31p. (Documentos, 21).
- Oliveira PPA, Trivelin PCO, Oliveira WS. 2007. Balanço do nitrogênio (¹⁵N) da uréia nos componentes de uma pastagem de capim-marandu sob recuperação em diferentes épocas de calagem. Revista Brasileira de Zootecnia; 36 (6)1982-1989.
- Rika IK, Mendra IK, Gusti Oka M, Oka Nurjaya MG. 1990. New Forage species for coconut plantations in Bali. En: Shelton HM. Stur. WW. (eds). Forages for plantation crops: Proceedings of a workshop, Sanur Beach, Bali, Indonesia 27-29 junio. ACIAR proceedings, no 32 ACIAR, Cambera, A.C.T., Australia. P.41-44.
- SAS. Institute Inc. SAS® 9.1.2 Qualification Tools User's Guide, Cary, NC USA. 2004.
- Soares Filho CV, Rodrigues LRA, Perri SHV. 2002. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do estado de São Paulo. ActaScient. (24)1377-1384.

Van Soest PJ. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science; 24(3) 834-844.

Van Soest PJ. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2. Ed., Ithaca: Cornell University: 476.

Vega EM, Ramírez RJ, Leonard AI, Adria I. 2006. Rendimiento, caracterización química y diges-

tibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafo-climáticas del Valle del Cauto. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET: Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>

Villareal M. 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. Pasturas Tropicales. CIAT Colombia; 16 (1)27-31.

COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y QUÍMICA DE LA DIETA ESTACIONAL SELECCIONADA POR ALPACAS EN DOS BOFEDALES EN EL DISTRITO DE ULLA ULLA, LA PAZ BOLIVIA

Botanical and chemistry composition of the diet seasonal selected by alpacas in two bofedales in district of Ulla Ulla of La Paz Bolivia

Copa Quispe S.¹; Lopez Quispe L.²; Merlo Maydana, FE.³

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

- 1 Professor de Fisiología Veterinaria de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, E-mail address: copasanty@gmail.com
- 2 Investigador Independiente
- 3 Professor de Nutrición y Alimentación Animal de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia,

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

This work was conducted with the objective of determining the botanical and chemistry composition of the select diet by alpacas in two types of bofedales (mesico and hidromorfo), has used six alpacas at the level of the esophagus with these canuladas, was the collection of intake in two seasons. Hierarchical design for the botanical composition and design completely randomly for the chemical composition (e.g. PC, FC, Cen, and FDN) were used. The selectivity of the diet by alpacas was not influenced by seasons, and the marsh mesico and hidromorfo, months, and interaction seasons by marsh, however if it presents differences highly significant ($P < 0.01$) for factor botanical families, interaction of seasons by family, type of marsh for family interaction and interaction seasons by type of marsh and botanical family. The botanical composition of the intake of alpacas was comprised of Juncaceae with 27.78%, followed by Cyperaceae, Gramineae and Rosaceae with 21.03%, 15.02% to 12.39% respectively, being different statistically. Umbeliferaceae and Asteraceae families with 6.61% and 5.64%. Highly significant differences have been observed ($P < 0.01$) between seasons and type of marsh in concentration of protein and neutral detergent fiber between seasons, also for raw fiber between marsh, however in ash and organic matter there was no difference. The chemical composition on average intake selected by alpacas infective in marsh mesic was: crude protein 15.46%, ash 15.83%, organic matter 84.17%, raw fiber 19.84%, and neutral detergent fiber 34.50%, while in marsh hydric was: crude protein 13.92%, ash 13.34%, organic matter 86.67%, raw fiber 23.02% and detergent fiber neutral 27.50%. In concluded the alpacas consumed five families in the bofedales, also greater proportion of nutrients in the hydric marsh, except for protein and ash that are higher in the mesic marsh.

Keywords: Alpacas selectivity, botanic composition, chemical composition

Resumen

El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la composición botánica y química de la dieta selecta por alpacas en dos tipos de bofedales y dos épocas, se emplearon seis llamas canuladas a nivel del esófago para la colección de ingesta. Se aplicó el diseño jerárquico para la composición botánica y un diseño completamente al azar para la composición química. La selectividad de la dieta por las alpacas no fue influida por los factores: época, bofedal (mésico e hidromórfico), meses, e interacción época por bofedal; sin embargo, presentan diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para el factor familias botánicas y las interacciones época por familia, tipo de bofedal por familia, época por tipo de bofedal y familia botánica. La composición botánica de la ingesta fue comprendida por Juncaceae el 27,78%, seguida por Cyperaceae, Gramineae y Rosaceae el 21,03%, 15,02% y 12,39% respectivamente, siendo éstas diferentes estadísticamente; las Umbeliferaceae y Asteraceae el 6,61% y 5,64% similares estadísticamente. Se observó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) entre épocas y tipo de bofedal en concentración de proteína y fibra detergente neutra entre épocas, en fibra cruda entre bofedal, en materia orgánica y ceniza no hubo diferencias. La composición química de la ingesta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedal mésico fue: proteína cruda 15,46%, ceniza 15,83%, materia orgánica 84,17%, fibra cruda 19,84% y fibra detergente neutra 34,50%, mientras en bofedal hidromórfico fue: proteína cruda 13,92%, ceniza 13,34%, materia orgánica 86,67%, fibra cruda 23,02% y fibra detergente neutro 27,50%. En conclusión las alpacas consumieron cinco familias botánicas en los bofedales, mayor proporción de nutrientes en el bofedal hidromórfico, excepto para proteína y ceniza que fueron superiores en el bofedal mésico.

Palabras claves: Selectividad de alpacas, composición botánica, composición química

1. Introduccion

Bolivia se caracteriza por presentar una diversidad de pisos ecológicos con características propias de flora y fauna. La región del altiplano boliviano tiene un rubro especial en cuanto a la crianza de camélidos sudamericanos que soportan las inclemencias de clima seco y frío. Los camélidos sudamericanos, en especial la alpaca en el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (ANMIN Apolobamba), tienen importancia desde el punto de vista ecológico, social y económico, porque es la única fuente que sustenta las condiciones de vida de los pobladores de las comunidades de Ulla Ulla. Los rebaños de alpacas son de patrimonio familiar, criados bajo un sistema

de manejo de tipo extensivo, escasamente regulado y, en consecuencia, de escasa efectividad; la propiedad de tierras es comunal, de modo que su uso indiscriminado no contempla la preservación de los recursos a largo plazo (Seibert, 1997; citado por Cordero, *et al.* 1980). Los estudios de comportamiento alimenticio en pastoreo de alpacas y llamas muestra que la selectividad de forraje es independiente del manejo. La selectividad de pastos en la dieta tiene dos niveles que se deben considerar, la selección espacial referente al reconocimiento de las áreas de pastoreo y la selección de las plantas de acuerdo a la palatabilidad de ciertas especies forrajeras (Álvarez, 1997; citado por Novoa, 1991). El estudio de praderas nativas en relación

con la alimentación y nutrición de camélidos es muy reciente. Si bien la identificación y caracterización de las praderas utilizadas por los camélidos es conocida hace mucho tiempo, no se ha avanzado lo suficiente en el conocimiento del valor nutritivo. En efecto, en la descripción de las áreas destinadas a los camélidos se han definido muchas “asociaciones” de vegetales que comprenden su hábitat, empero poco se conoce sobre la cantidad y calidad de sus nutrientes (AIGAACA, 2000). Los resultados de investigación sobre la composición botánica y química de la dieta seleccionada por alpacas contribuirán a la definición de propuestas técnicas de uso y manejo adecuado de los bofedales en diferentes comunidades de Ulla Ulla; lo que permitirá mejorar la producción ganadera. Por tanto, el presente trabajo plantea evaluar la composición botánica y química de la dieta estacional seleccionada por alpacas en dos tipos de bofedales en el distrito de Ulla Ulla.

2. Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en el ANMIN Apolobamba, comunidad Ucha Ucha, distrito de Ulla Ulla, provincia Franz Tamayo del departamento de La Paz, entre las coordenadas 68° 30' y 69° 20' longitud oeste, 14° 40' y 15° 10' latitud sur, a 4.630 msnm, con una precipitación anual de 503,2 mm, temperatura media anual de 4,5 °C con máximas y mínimas de 11,3°C y 2,5 °C (SENAMHI, 1990).

Las unidades de investigación fueron localizadas en dos tipos de bofedales de pastoreo, definidos como bofedal hidromórfico y méxico, que presentan cobertura vegetal de estrato bajo y un sistema de pastoreo continuo de la ganadería alpaca de la comunidad. El bofedal méxico se caracteriza por ser estacional, por presencia de aguas superficiales que

inundan en la época húmeda y durante la época seca se mantienen semihúmedas, por las prácticas de riego efectuadas por los comunarios para mantener el crecimiento de pastos verdes que son destinados al pastoreo de alpacas crías; la vegetación predominante está compuesta por *Eleocharis albibracteata* y *Werneria pygmaea*. El Bofedal hidromórfico se caracteriza por la presencia de agua superficial durante todo el año, siendo las especies predominantes de la vegetación *Distichia filamentosa* y *Distichia muscoides*, las mismas que son indicadores de suelos de un pH fuertemente ácido con bastante materia orgánica (Escalier et al., 2003).

Para la obtención de ingesta (dieta seleccionada) se emplearon seis alpacas machos canulados a nivel del esófago, de raza Huacaya, de dos años de edad. Las cánulas utilizadas fueron de tubo PVC semiflexibles que fueron colocadas en el lumen del esófago, en la parte central se insertó hilo nylon en forma perpendicular, por encima de la cánula llevó una tapa cilíndrica flexible (silicona) y finalmente se colocó una tapa alargada de nylon paralelo al cuello para sujetar la cánula. Las bolsas colectoras de ingesta fueron de material de lona con medidas de 20 cm de diámetro por 25 cm de largo y 15 cm de ancho, con una capacidad aproximada de 1,5 kg.

Las alpacas fueron adiestradas a la colocación de las bolsas colectoras (corrales de captura) y luego a la colección de la ingesta (forraje consumido en los bofedales). El ensayo se realizó durante 15 días con el fin de evitar el estrés de los animales durante el proceso de la investigación, lo que facilitó obtener muestras con regularidad de acuerdo al cronograma establecido. La colección de ingesta de alpacas se realizó de acuerdo a un cronograma (cuadro 1) que fue definido en base al manejo y práctica de pastoreo por los productores alpaqueros de Ulla Ulla, que

son de 9 a 10 horas diarias de pastoreo de 7:00 a.m. hasta 5:00 p.m. en la época

húmeda y de 8:00 a.m. hasta 5:00 p.m. en la época seca.

Cuadro 1. Cronograma de muestreo de la ingesta de alpaca durante la época lluviosa

Meses	Febrero*/ junio**				Marzo*/ julio**				Abril */Agosto**			
Semanas	1*	2*	3**	4**	1*	2*	3**	4**	1*	2*	3**	4**
Viernes		1 a 2 p.m.		1 a 2 p.m.		1 a 2 p.m.		1 a 2 p.m.		1 a 2 p.m.		1 a 2 p.m.
Sábado	7 a 8 a.m.	2 a 3 p.m.	7 a 8 a.m.	2 a 3 p.m.	7 a 8 a.m.	2 a 3 p. m.	7 a 8 a.m.	2 a 3 p.m.	7 a 8 a.m.	2 a 3 p.m.	7 a 8 a.m.	2 a 3 p.m.
Domingo	8 a 9 a.m.	3 a 4 p.m.	8 a 9 a.m.	3 a 4 p.m.	8 a 9 a.m.	3 a 4 p.m.	8 a 9 a.m.	3 a 4 p.m.	8 a 9 a.m.	3 a 4 p.m.	8 a 9 a.m.	3 a 4 p.m.
Lunes	9 a 10 a.m.	4 a 5 p.m.	9 a 10 a.m.	4 a 5 p.m.	9 a 10 a.m.	4 a 5 p.m.	9 a 10 a.m.	4 a 5 p.m.	9 a 10 a.m.	4 a 5 p.m.	9 a 10 a.m.	4 a 5 p.m.
Martes	10 a 11 a.m.		10 a 11 a.m.		10 a 11 a.m.		10 a 11 a.m.		10 a 11 a.m.		10 a 11 a.m.	
Miércoles	11 a 12 a.m.		11 a 12 a.m.		11 a 12 a.m.		11 a 12 a.m.		11 a 12 a.m.		11 a 12 a.m.	
Jueves	12 a 1 p.m.		12 a 1 p.m.		12 a 1 p.m.		12 a. m. 1 p. m.		12 a 1 p.m.		12 a 1 p.m.	

El muestreo de la ingesta de alpacas se efectuó durante la época húmeda (febrero, marzo y abril) y la época seca (junio, julio y agosto). Se obtuvo 360 muestras de ingesta obtenidas de 90 horas de pastoreo provenientes del muestreo de 1 hora/día, de 10 días continuos por mes, de 3 meses por época y 2 épocas por tipo de bofedal. Para la colección de ingesta, las cánulas fueron retiradas, luego fueron colocadas las bolsas colectoras y conducidas hacia los pastizales de pastoreo (bofedales). Posterior a una hora de pastoreo se retiraron las bolsas colectoras con el contenido de ingesta, seguido por una inspección sanitaria minuciosa de posibles lesiones en la zona de fístula y se colocaron las cánulas esofágicas. Las alpacas fistuladas, durante las horas de muestreo de la ingesta sufrieron pérdida de saliva, y en consecuencia la pérdida de sodio, cloro y otros elementos minerales, para evitar el desbalance de sodio en el organismo de las alpacas se suministró sal común (cloruro de sodio) a libre

consumo, durante las semanas de muestreo.

La ingesta colectada por animal, fue secada al medio ambiente (sombra) por 72 horas, posteriormente en estufa de aire forzado a 60°C por 72 horas, finalmente fueron embolsadas y etiquetadas en bolsas de polietileno para determinar la composición botánica y composición química.

Simultáneamente al muestreo de ingesta, fueron cosechadas especies vegetales nativas existentes en los bofedales, cada especie fue fragmentada para la observación de las características morfológicas particulares y las partes de la planta con ayuda de un estereoscopio; posteriormente se mezclaron las especies vegetales fragmentadas, para simular a la ingesta de la alpaca obtenida en el pastoreo y con el fin de observar las diferencias entre partículas y especies vegetales con la ayuda de un estereoscopio.

Para la identificación de los pastos de las familias Gramineae, Ciperaceae y Juncaceae se utilizó claves, empleando diagramas de la forma de tallo, hojas, inflorescencia, vaina y flósculo (Sotomayor, 1997).

Composición botánica de la ingesta de alpaca

Para la determinación de las especies vegetales consumidas por las alpacas, se empleó la técnica recomendada por Heady y Torrel (1953) y Harper *et al.* (1964) citado por Cauna (1999), que consiste en visualizar las partículas de fragmentos vegetales considerando sus características morfológicas tales como: tipo de pubescencia o pilosidad, partes florales, color, nervadura, textura superficial, consistencia, tamaño y de las partes de la plantas en base a la frecuencia de partículas vegetales observadas. En esta técnica se emplea un estereoscopio, con un área de observación sobre la base de un tablero de 88 x 29 cm graduado con una regla de precisión deslizante, sobre la cual se coloca una bandeja de vidrio que contiene 20 g de muestra de ingesta distribuidos uniformemente, previamente remojados por 10 minutos en agua destilada para eliminar la saliva, reconstituir la pared celular y recuperar las características morfológicas. Se efectuaron 200 lecturas (observaciones) de los fragmentos (partes de hojas, tallos, tejidos y la inflorescencia) por muestra, previa iluminación con una lámpara graduada y separación del fragmento con un puntero metálico tipo aguja. La identificación de las especies se realizó con la ayuda de patrones de identificación de fragmentos de plantas, que consiste en utilizar diagramas de la forma de tallo, hojas, inflorescencia, vaina y flósculo (Sotomayor, 1997), y los datos obtenidos se registraron tomando en cuenta los meses,

épocas, tipos de bofedal y familias botánicas.

Análisis químico de la ingesta de alpacas

El análisis químico de la ingesta, se realizó según AOAC, 1980 y Van Soest, 1994), para la determinación de materia orgánica (MO), ceniza (CEN), proteína cruda (PC) y Fibra Detergente Neutro (FDN).

Análisis estadístico

La variabilidad de la composición botánica de la ingesta seleccionada por alpacas según los factores: épocas, bofedales, meses y familias botánicas, fue determinada con el diseño jerárquico (Calzada, 1973), cuyo modelo estadístico es el siguiente:

$$y_{ijkn} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma(\alpha\beta)_{k(ij)} + \sigma_l + (\alpha\sigma)_{il} + (\beta\sigma)_{jl} + (\alpha\beta\sigma)_{l(ijk)} + \sigma(\alpha\beta\gamma)_{l(ijk)} + \epsilon_n(ijk)$$

La variabilidad de la composición química de la ingesta seleccionada por alpacas entre épocas y bofedales, se determinó con el diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2 (Calzada, 1973).

$$y_{ijn} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_n(ij)$$

Los niveles de significancia en ambas pruebas fueron 5% ($\alpha = 0,05$) y 1% ($\alpha = 0,01$), y la comparación de medias se realizó mediante la prueba múltiple de DUNCAN.

3. Resultados y discusión

Composición botánica de la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

Cuadro 2. Composición botánica de la ingesta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales por épocas, bofedal y familias botánicas (%)

Familias botánicas	Bofedal méxico		Bofedal hidro-mórfico		Promedio épocas		Promedio Bofedal		Pro-medio general
	Época húmeda	Época seca	Época húmeda	Época seca	Húmeda ¹	Secas ²	México	Hidro-mórfico	
Juncaceae	13,11	20,7	39,33	38	26,22a	29,34a	16,89b	38,67a	27,78a
Cyperaceae	36,11	35,2	7,56	5,22	21,84b	20,22b	35,67 ^a	6,39d	21,03b
Gramineae	12,56	9,22	11,22	27,11	11,89cd	18,17c	10,89c	19,17b	15,02c
Rosaceae	14,89	16,6	8,22	9,89	11,56d	13,23d	15,73b	9,06c	12,39d
Umbeliferaceae	4,78	5,11	12,56	4,00	8,67e	4,56e	4,95d	8,28c	6,61e
Asteraceae	6,00	3,56	9,44	3,56	7,72e	3,56ef	4,78de	6,50d	5,64e
Plantaginaceae	4,33	2,44	1,89	2,78	3,11fg	2,61fg	3,39ef	2,34efg	2,86f
Scrophulariaceae	1,89	3,00	2,89	2,22	2,39gh	2,61fg	2,45fg	2,56ef	2,50f
Plantas inferiores	3,22	2,33	1,33	1,78	2,28gh	2,06fg	2,78fg	1,56fg	2,17f
Gentianiaceae	1,00	0,67	3,22	3,44	2,11gh	2,06fg	0,84gh	3,33e	2,08f
No identificadas	0,89	0,89	0,90	1,44	0,90hi	1,17gh	0,89hi	1,17fg	1,03f
Ranunculaceae	1,22	0,33	1,44	0,56	1,33hi	0,45h	0,78i	1,00g	0,89f
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100

a,b,c,d,e,f,g,h,i: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.01)

(1) Promedio de época húmeda de bofedal méxico y hidromórfico.

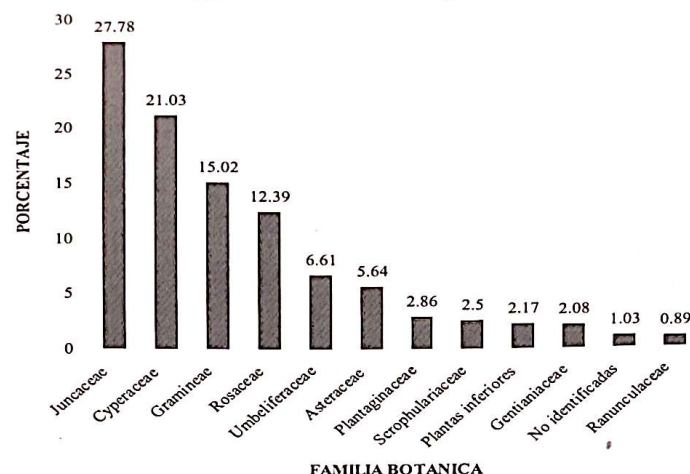
(2) Promedio de época seca de bofedal méxico y hidromórfico.

C.V. 25,34%.

La selectividad de la dieta por las alpacas no fue influida por la época, campo de pastoreo (bofedal méxico e hidromórfico), meses, y interacción época por bofedal (cuadro 2), sin embargo sí presenta diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para el factor familias botánicas, interacción de época por familia, interacción tipo de bofedal por familia e interacción época por tipo de bofedal y familia botánica. Asimismo se observa un mayor consumo de la familia Juncaceae con 27,78% y un consumo menor la familia Ranunculaceae con 0,89 %. Los resultados estadísticos no significativos para el factor época de pastoreo se pueden atribuir a que la composición florística entre los bofedales no varía entre épocas, esta situación hace que la selectividad de especies de forrajes consumidos por las alpacas sea similar. Además asociada a la

práctica de los alpaqueros quienes pastorean en los mismos bofedales durante todo el año (no hay rotación de pastoreo). Por otro lado tampoco hay diferencias en la composición botánica de la dieta seleccionada entre bofedales méxicos e hidromórficos, lo que sugiere que ambos sitios son similares florísticamente, porque la selectividad de las alpacas por los forrajes es constante independientemente de la composición botánica. El gráfico 1, representa el promedio general de las familias botánicas más consumidos por alpacas de: Juncaceae. Cyperaceae. Gramineae y Rosaceae Las familias Umbeliferaceae y Asteraceae son las medianamente consumidas, mientras que las especies de otras familias son las menos consumidas, estas se relacionan probablemente con la frecuencia de existencia en el bofedal (Alzerreca 1987).

Grafico 1. Composición botánica de la ingesta seleccionada según familias botánicas (%)



La frecuencia de consumo por especies seleccionadas por alpacas durante ambas épocas fueron en la familia de Juncaceae las especies de *Distichia filamentosa* 15,81%. *Distichia muscoides* 5.83% y *Juncus* spp 6,14%, en la familia de Cyperaceae las especies *Eleocharis albibracteata* 12,64% y *Carex* spp. 8,39%, en las Gramineae las especies *Deyeuxia rigescens* 13,94% y *Poa annua* 1,08% y finalmente en la familia Rosaceae las especies *Alchemilla diplophylla* 9,50% y *Alchemilla pinnata* 2,89%. En este grupo de familias botánicas, las especies que se encuentran en mayor proporción en la ingesta de alpacas son la *Distichia filamentosa*, seguido por *Deyeuxia rigescens*, *Eleocharis albibracteata*, *Alchemilla*

diplophylla y *Carex* spp.; las especies en proporción intermedia fueron *Lilaeopsis macloviana*, *Juncus* spp., *Hypochoeris taraxacoides* y *Distichia muscoides*; mientras que las otras especies son las de menor proporción. Las especies de la familia Juncaceae presentes en mayor porcentaje en la ingesta de alpacas, se atribuye a la disponibilidad, que forman grandes extensiones en los bofedales principalmente en los bordes de manantiales a manera de almohadillas planas muy duras y de raíces compactas. Las especies de la familia Cyperaceae son plantas perennes semejantes a las gramíneas, se encuentran en suelos húmedas donde existe constante circulación de agua (Pestalozzi 1998).

Gráfico 2. Efectos de las interacciones de familias botánicas consumidas por épocas en la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

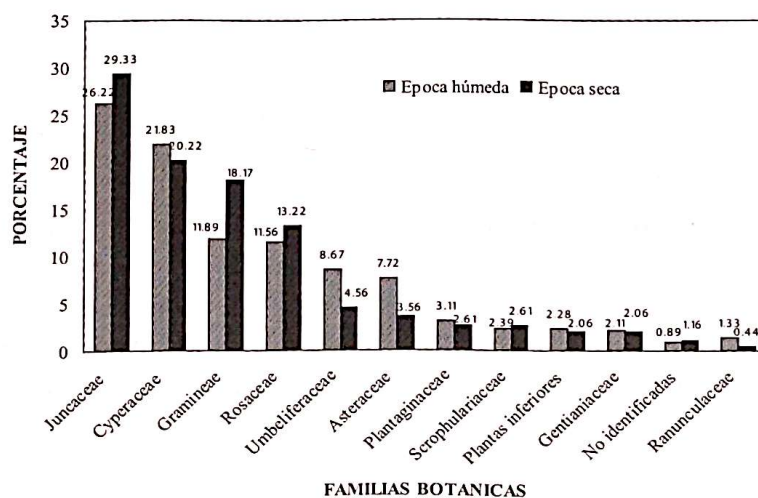
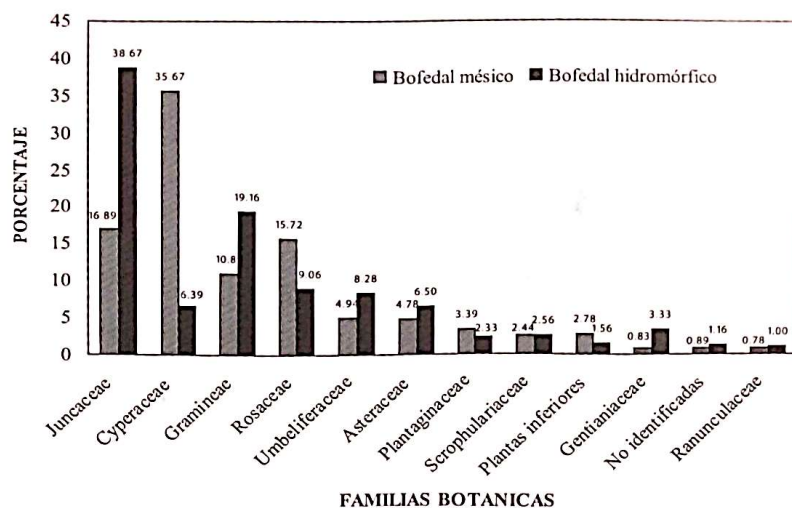


Gráfico 3. Interacción de bofedal por familia en la composición botánica de la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales (%)



Composición química de la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales de Ulla Ulla

La composición química de la dieta seleccionada por alpacas se muestra

en el cuadro 3, donde la media general fue: 14,69% de proteína cruda 14,58% de ceniza 85,42% de materia orgánica 21,43% de fibra cruda y 31,00% de fibra detergente neutro.

Cuadro 3. Composición química de las ingesta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales (%)

TIPO DE BOFEDAL	PROTEINA CRUDA %	CENIZA %	MO. %	FC. %	FDN. %
BOFEDAL MÉXICO					
Época húmeda	17,13	18,33	81,67	19,88	23,33
Época seca	13,79	13,33	86,67	19,79	45,67
Media bofedal méxico	15,46	15,83	84,17	19,84	34,50
BOFEDAL HIDROMÓRFICO					
Época húmeda	15,11	16,67	83,33	22,86	21,67
Época seca	12,72	10,00	90,00	23,18	33,33
Media bofedal hidromórfico	13,92	13,34	86,67	23,02	27,50
MEDIA GENERAL	14,69	14,58	85,42	21,43	31,00

a) Contenido de proteína cruda en la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

En el cuadro 4 se observa que existen diferencias altamente significativas entre

épocas y tipo de bofedal ($P < 0,01$) en el contenido de proteína cruda. El coeficiente de variabilidad fue 7,30% que indica la confiabilidad de los datos obtenidos durante la investigación.

Cuadro 4. Contenido de proteína cruda en la ingesta de alpaca (%)

Bofedal	n	Época		Promedio
		Húmeda	Seca	
Mesico	12	17,13	13,79	15,46a
Hidromorfico	12	15,11	12,72	13,92b
Promedio		16,12 A	13,26B	14,69

A,B: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Duncan, 0,01)

a,b: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Duncan, 0,01)

CV. 7,30%.

La concentración de proteína cruda esta estrictamente relacionada con la edad del crecimiento de los pastos, asimismo con la proporción de hoja en las plantas (Merlo *et al.* 2008), la cual sucede en la época húmeda. En la época seca las plantas reducen su valor nutricional por madurez fisiológica gran parte de ellos y los rebrotes por el efecto de la helada, por tanto el contenido de proteína es menor. Villaroel (1997), ha reportado en bofedales de Ulla Ulla para la época húmeda (12,7%) de proteína cruda y (11,56%) época seca, las cuales no son diferentes entre épocas. Los nutrientes disminuyen en la época seca debido a las condiciones ambientales que son adversas para el crecimiento y desarrollo de las especies perennes y anuales (Bautista *et al.* 2003). La concentración de proteína es muy importante en los pastos, se considera el valor de 7% de proteína cruda como umbral crítico de nitrógeno germentecible para asegurar la actividad microbiana en el pre-estómago de las especies rumiantes (Jarrige, 1980 y Vant Soest, 1982). El requerimiento de proteína de alpacas es 7,4% y 7,8% de proteína cruda

(López y Raggi, 1992; San Martín, 1999). La concentración de proteína cruda en la dieta colectada por los animales supera los requerimientos, por tanto, parece ser suficiente para satisfacer las necesidades de las alpacas aún en época seca; sin embargo, los animales pierden peso en la época seca que probablemente esté relacionado con la cantidad de consumo de materia seca (MS) que no es suficiente, siendo que la cantidad de alimento consumida por alpacas fistulados es bajo 0,434 kgMS/día/alpaca en la época húmeda y ligeramente más alta 0,624 kg MS/día/alpaca en la época seca; lo que representa el 1,21% de su peso vivo (Copa *et al.* 2003) este porcentaje es inferior al parámetro de consumo 2,3% de peso vivo (San Martín 1999).

b) Contenido de cenizas en la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

La concentración de ceniza no muestra diferencias significativas para los factores analizados. El consumo promedio de ceniza fue 14,58 % (cuadro 5).

Cuadro 5. Contenido de cenizas y materia orgánica en la ingesta de alpaca (%)

Bofedal	Época		Promedio Ceniza	Época		Promedio Materia Orgánica
	Húmeda ¹	Seca ²		Húmeda*	Seca*	
Mesico	18,33	13,33	15,83	81,67	86,67	84,17
Hidromorfico	16,67	10	13,34	83,33	90,00	86,67
Promedio	17,5	11,67	14,58	82,50	88,34	85,42

CV. 7,15% (Ceniza) CV. 9.79% (materia orgánica)

1,2: Contenido de ceniza

* Contenido de materia orgánica

Trabajos realizados por Merlo *et al.* (2003) en bofedales de *Distichia muscoides* localizados en provincia Pacajes reporta 12,29% de ceniza en la época de lluvias, la cual es inferior a los datos obtenidos, esta probablemente esté relacionada con la composición florística y la edad de crecimiento de las plantas. En el bofedal hidromórfico el contenido de nitrógeno es alto, el fósforo y el calcio es bajo; bajo estas condiciones se tienen cantidades disponibles de nitrógeno para la nutrición de las plantas; el contenido de fósforo de ambos bofedales es bajo, el mismo que puede repercutir sobre el crecimiento de las plantas en los bofedales. Los suelos del bofedal méxico tienen un nivel medio de calcio y potasio y un nivel alto de magnesio; en cambio, los niveles de calcio, magnesio y potasio son bajos para el bofedal hidromórfico (Escalier *et al.* 2003).

c) Contenido de materia orgánica en la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

El contenido de materia orgánica de la ingesta de alpacas por efecto de los factores época y bofedal de pastoreo, no fueron estadísticamente significativos. El coeficiente de variabilidad de 9,79%, muestra la confiabilidad de los datos obtenidos durante la determinación química de la ingesta de alpacas. El consumo promedio de materia orgánica fue 85,42% (cuadro 5).

d) Contenido de fibra cruda en la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

En el cuadro 6 se observa el contenido de fibra cruda de la ingesta de alpacas por efecto del factor bofedal que fue altamente significativo ($P < 0,01$).

Cuadro 6. Contenido de fibra cruda en la ingesta de alpaca (%)

Bofedal	n	Época		Promedio
		Húmeda	Seca	
Mésico	12	19,88	19,78	19,83b
Hidromórfico	12	22,86	23,18	23,02a
Promedio		21,37	21,48	21,42

a,b: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Duncan, 0.01)
CV. 7,91%.

La diferencia entre los bofedales está relacionado con la diversidad de especies, siendo que el bofedal hidromórfico presenta tapices de especies de género *Distichia* las cuales contienen mayor porcentaje de fibra. Las turberas de *Distichia* son bastante compactas y fibrosas (Morales *et al.* 1993), las Disti-

chias forman grandes almohadillas planas y convexas duras, tallos ramificados con ápices obtusos (Sotomayor, 1997).

e) Contenido de fibra detergente neutra en la dieta seleccionada por alpacas pastoreadas en bofedales

Cuadro 7. Contenido de proteína cruda en la ingesta de alpaca (%)

Bofedal	n	Época		Promedio
		Húmeda	Seca	
Mesico	12	23,33	45,67a	34,50 b
Hidromorfico	12	21,67	33,33b	27,50 a
Promedio		22,50 B	39,50 A	31,00

A,B: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Duncan, 0,01)
a,b: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Duncan, 0,01)
CV. 18,60%.

El contenido de Fibra Detergente Neutro (FDN) de la ingesta de alpacas por efecto del factores época y bofedal fueron altamente significativos (cuadro 7). La concentración de fibra detergente neutro en la ingesta de alpacas fue superior en la época seca (39,50%) e inferior en la época húmeda (22,50%), relacionada con el incremento de paredes celulares en la medida de la edad de los pastos (Merlo *et al.* 2008). Asimismo la fibra detergente neutro en la época seca se atribuye a que las plantas contienen mayor porcentaje de hemicelulosa, celulosa y lignina (Alcazar, 1997).

4. Conclusiones

La composición botánica de la ingesta de alpacas está comprendida por varias familias, siendo las principales familias selectas Juncaceae, Cyperaceae, Gramineae y Rosaceae y las otras familias con inferior consumo. En la época húmeda las alpacas consumieron en mayor proporción las especies de las familias: Juncaceae, Cyperaceae, Gramineae, Rosaceae, Umbeliferaceae, Asteraceae y otras familias botánicas que fueron consumidos en menor proporción. En la época seca las alpacas consumieron proporciones muy altas de las familias Juncaceae, Cyperaceae, Gramineae, Rosaceae, Umbeliferaceae y Asteraceae, cantidades mínimas de Plantaginaceae, Scrophulariaceae, Gentianaceae y las escasamente consumidas Ranunculaceae. En los bofedales mésico las alpacas consumieron en mayor proporción las especies de la familia Cyperaceae, Juncaceae y Rosaceae, seguidas de Gramineae, Umbeliferaceae y Asteraceae, Plantaginaceae en cantidades inferiores y Gentianaceae y Ranunculaceae fueron las escasamente consumidas. En los bofedales hidromórficos las alpacas seleccionaron proporciones muy altas de las familias: Juncaceae,

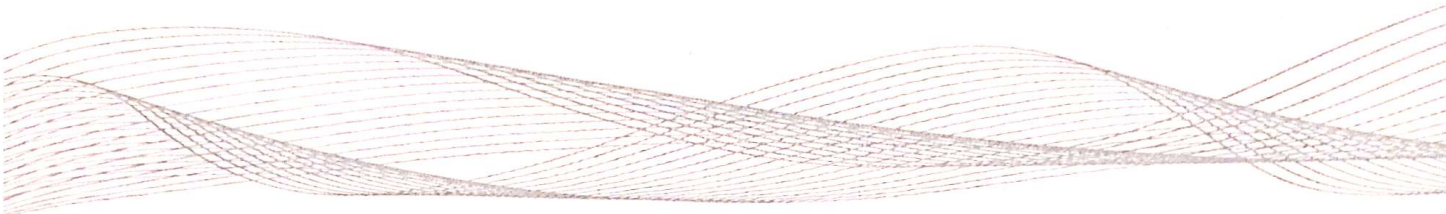
Gramineae, Rosaceae y Umbeliferaceae; en menor proporción Cyperaceae y Asteraceae; cantidades mínimas de Gentianaceae, Scrophulariaceae, Plantaginaceae y Ranunculaceae. La concentración de proteína, ceniza en la ingesta de alpacas fue superior en la época húmeda, en ambos bofedales con respecto a la época seca, sin embargo la concentración de materia orgánica, fibra cruda y fibra detergente neutra en ambos bofedales fue inferior en la época húmeda con respecto a la época seca. Se recomienda mantener suelos húmedos con riego durante la época seca en el bofedal mésico, porque la familia botánica más preferida fue la Gramineae en las dos épocas y bofedales.

5. Referencias bibliográficas

- Achu. C. 2003. Determinación de la composición botánica y química de la dieta seleccionada por la llama (*Lama glama*) en pastoreo durante la época húmeda en la Comunidad Pujrata. Tesis de grado. La Paz - Bolivia.
- Bautista. P.J.L; G. Medina. y G. Mamani. 1997. Selectividad y degradabilidad *In Situ* de ingesta de pastizales nativos en alpacas y llamas al pastoreo en puna húmeda. Allpak'a revista de Investigación sobre Camélidos Sudamericanos. IIPC FMVZ-UNA Puno Perú.
- Church. D.C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes. Vol.: 1. 2. 3. Editorial Acribia. España
- FAO-UNESCO. 1976. Mapa Mundial de Suelos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y organización de las Naciones Unidas para la Educación. la Ciencia y la Cultura. París.
- Martinez. F. 1987. Manejo de pastos naturales. Universidad Nacional la Molina. Perú. Pag. 51 – 52.
- Maynard. L; Loosli. J; Hintz. F. Warner. R. 1997. Animal nutrition. Seven edition. McGraw-Hill Book Co.. U.S.A.
- Merlo Maydana F.E., Copa Quispe S., 2012. Evaluación del rendimiento, composición florística, química y carga animal de cinco tipos de praderas nativas en la estancia larqa uma de la provincia pacaes del altiplano central de Bolivia. Rev. Ciencia

animal Vol 1. Pag. 10-22.

- MERLO MAYDANA FE., ACHO NINA M., ACHU NINA C., COPA QUISPE S., 2012. Degradación in situ de la dieta seleccionada por llamas en la pradera nativa en diferentes meses en épocas de lluvias en el altiplano de Bolivia. Rev. Ciencia animal Vol 1. Pag. 23-28.
- PERRY. T. CULLISON. A y LOWREY. R. 2003. Feed & Feeding. Sixth Edition. Library of Congress Cataloging – in Publication Data of Estados Unidos. Pag. 15-25
- PESTALLOZZI. H.U. 1998. Fora ilustrada altoandina. Publicado por herbario Nacional de Bolivia. Cochabamba – Bolivia. Pag. 111-244
- RODRIGUEZ. M. 1995. Morfología y anatomía vegetal. La Paz – Bolivia. Pag. 41- 42
- SAN MARTIN. F. 1999. Memorias seminario de reproducción y nutrición de camélidos sudamericanos. Nutrición y alimentación de camélidos sudamericanos. Escuela Militar de Ingeniería EMI. Unidad ejecutora proyecto camélidos Unidad Nacional Ejecutora Proyecto Camélidos (UNEPCA). La Paz - Bolivia.
- SOLIS R. 1997. Producción de camélidos sudamericanos. Primera edición. Huancayo Perú. Pag. 163-204.
- SHIMADA. R. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. Instituto Nacional de Investigaciones pecuaria. Primera edición. Impreso en México.
- SOTOMAYOR. A. M. 1997. Principales pastos alpaqueros del sur de Perú. Instituto Nacional de Investigación Altoandina. INIIAA. Perú.
- Stuth. J.W. 1993. Forging Behavior. pp. 65-83 In: Heitschmidt. R.K y Stuth. J.W. (eds) Grazing Management an ecological perspective. Timber Preu. INC Porland. oregon. USA. 259 pag.
- TAPIA. M; FLÓREZ. J. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Instituto nacional de investigación de promoción agropecuaria. Programa Colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Lima – Perú.
- UNEPCA (Unidad Nacional Ejecutora Proyecto Camélidos). 2003. Sector económico de los camélidos en Bolivia. Oruro - Bolivia.



DEGRADACIÓN *in situ* DE LA DIETA SELECCIONADA POR LLAMAS EN LA PRADERA NATIVA EN DIFERENTES MESES EN ÉPOCAS DE LLUVIAS EN EL ALTIPLANO DE BOLIVIA

In situ degradation of the diet selected by llamas in the native prairie in different months in of the rainy season in the highlands of Bolivia

Merlo Maydana FE.¹; Acho Nina M.²; Achu Nina C.²; Copa Quispe S.³, Chay Canul A.⁴

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

1 Professor de Nutrición y Alimentación Animal de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, E-mail address: merlomaydana@hotmail.com

2 Carrera Ingeniería Zootecnia UAC-T.

3 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia

4 Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, México

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

The objective of the present study was to evaluate the kinetics of degradation of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) of feed selected by llamas on native prairie in different months (February, March and April) in rainy season in the Bolivia highlands. Six cannulated llamas in the 1st compartment were used; the animals were assigned to completely random design. The rate of degradation (c) varied of 1.2 to 4.4% h⁻¹, and the potential degradation of DM (a + b) 76 to 99%, was affected ($P < 0.05$) by the months evaluated. However, effective degradation of DM (which was estimated with a rate of flow of $k = 3\% \text{ h}^{-1}$) was not affected ($P > 0.05$) by the months (37.8%). The rates of PC degradation, 9.8% h⁻¹ and FDN, 7.4% h⁻¹, were not affected ($P > 0.05$) by the month. Also, the potential and the effective degradation ($k = 3\% \text{ h}^{-1}$) of PC (93% and 54% respectively), and FDN (76% and 29%, respectively) were not influenced by the months. Based on the degradation of DM, PC and FDN it was concluded that, the accelerated degradation of protein at early hours, and low degradation of cell walls will cause an imbalance in the availability of protein and the lack of energy in animals fed on native prairie. Therefore, it is advisable provide energy sources for efficiently use the protein available in the rainy season.

Keywords: Native prairie, seasonality, maturity, 1st compartment degradation.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la cinética de degradación de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN) del forraje seleccionado por llamas en pradera nativa en diferentes meses (febrero, marzo y abril) en época de lluvias en el altiplano de Bolivia. Se utilizaron seis llamas fistuladas a nivel en el compartimento 1, para la evaluación de la degradabilidad de MS, PC y FDN. La degradación *in situ* fue descrita por la ecuación de Ørskov et al., (1980) $D=a+b(1-\exp^{-ct})$. Se usó un diseño completamente al azar, para la MS, PC y FDN. La tasa (c) fue de 1,2 a 4,4 % h⁻¹, y el potencial de degradación de MS (a + b) de 76 a 99%, fue afectado ($P<0,05$) por los meses. Sin embargo, la degradación efectiva de MS (estimada con una tasa de flujo de $k=3$ % h⁻¹) no fue afectado ($P>0,05$) por los meses (37,8%). Las tasas de degradación de PC, 9,8% h⁻¹ y la FDN, 7,4% h⁻¹, no fueron afectados ($P>0,05$) por el mes. Asimismo, la degradación potencial y efectiva ($k=3$ % h⁻¹) de PC (93% y 54%) y FDN (76% y 29%) no fueron influida por los meses. En base a la degradación de MS, PC y FDN se concluye que la degradación acelerada de la proteína a tempranas horas y baja degradación de paredes celulares provocará un desbalance en la disponibilidad de proteína y ausencia de energía en animales que se alimenten de pradera nativa, por lo tanto lo recomendable es suministrar fuentes de energía para utilizar eficientemente la proteína disponible en la época de lluvias.

Palabras clave: Pradera nativa, estacionalidad, madurez, degradación ruminal, cinética ruminal.

1. Introducción

Las bajas precipitaciones y la estacionalidad de las lluvias provocan un desbalance en la producción de pastos en la pradera nativa en el altiplano boliviano con una baja disponibilidad de fitomasa y bajo valor nutritivo en la época seca y abundancia en época lluviosa. Las praderas nativas son los pastizales más utilizados en las regiones de altura para la alimentación de rumiantes, especialmente las llamas a partir de 3.000 msnm, ya que se caracteriza por su potencial productivo en altura, además es resistente al pisoteo de animales (Acho 2002; Merlo et al., 2005). Las praderas nativas están compuestas en su mayoría por gramíneas de vía fotosintética C-3, ésta tiene gran capacidad de asimilar energía solar y producir biomasa (Merlo et al., 2003). Con relación a su degradabilidad de la materia seca (MS), se ha reportado valores

en el rango de 70 a 97% (Acho et al., 2003; Bautista et al., 2000). Sin embargo, a medida que maduran los tejidos de las plantas se modifica su naturaleza anatómica y química, lo que implica una reducción de la digestibilidad y en consecuencia el consumo del forraje (Blummel y Becker 1999; Ramírez et al., 2002). La técnica *in situ* es recomendada por Ørskov et al., (1980) es la más utilizada, por la rapidez de la obtención de los resultados, simplicidad y economía. Entre sus ventajas está que sólo se requiere de pequeñas cantidades de muestras y se utiliza bolsas de material sintético incubadas en rumen. se calcula la porción que desaparece como sinónimo de la fracción degradable de ese alimento, mientras que la que permanece en las bolsas es la fracción no degradable o indigestible. No existe información en la literatura científica sobre la digestibilidad potencial, tasa de degradación y degradación efec-

tiva en las praderas nativas del altiplano boliviano, por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue evaluar la degradabilidad *in situ* del forraje de praderas nativas cosechado a diferentes meses en la comunidad Pujrata de la provincia Pacajes.

2. Métodos y materiales

2.1 Localización

El trabajo se realizó en la estancia Larqa Uma ubicado en la cerranía denominada "Cerro de cachaca" que forma una cadena de montañas, al norte de la comunidad Pujrata, cantón Villa Puchuni, octava sección municipal de Santiago de Callapa, provincia Pacajes del departamento de La Paz a 17°16'49" latitud sur y 68°19'03" longitud oeste a una

altura de 4.190 a 4.530 msnm. La precipitación anual oscila de 200 a 500 mm y una temperatura media máxima anual de 15°C y una mínima de -5°C en junio (PDM Santiago de Callapa 2008).

2.2 Muestras de forraje

Se utilizaron muestras de colección de ingesta (hoja y tallo) de pradera nativa correspondientes a tres meses (e.g. enero, febrero y abril) en la época de lluvias, provenientes de un experimento de determinación de la composición botánica y química de la dieta seleccionada por la llama (*Lama glama*) en pastoreo en época lluviosa en la comunidad Pujrata (Achu *et al.*, 2007). En el cuadro 1 se muestra la composición química de los materiales evaluados.

Cuadro 1. Composición química (g/kg) de ingesta de llama a diferentes meses en épocas de lluvias utilizadas en la degradación *in situ*. (colectada en 2007)

Mes	MO	MS	PC	FDN
Febrero	891,1	954,3	102,1	678,4
Marzo	901,1	953,5	94,8	716,8
Abril	854,6	963,5	97,1	685,5
Media	882,3	957,1	98,0	693,6

Fuente: Achu *et al.*, 2007.

2.3 Animales

Para la degradación *in situ* de MS de pradera nativa se utilizaron seis llamas (*Lama glama*) con peso promedio de 75 ± 46,9 kg de peso vivo con cánula permanente en rumen.

Las llamas se adaptaron por un periodo de 15 días a la dieta de pasto de las praderas nativas en pastoreo en el lugar de trabajo.

2.4 Degradabilidad de las muestras

La degradabilidad *in situ* fue evaluada de acuerdo a la técnica descrita por Ørskov

et al., (1980). Se utilizaron 250 bolsas de poliéster de 14 x 7 cm con 50 micras de poro (Ayala y Rosado 1999). Cada bolsa fue identificada y pesada en balanza electrónica con precisión de centésimas de gramo, utilizándose 3 g de muestra de pasto (22 mg/cm²). Los tiempos de incubación en rumen fueron 12, 24, 36, 48, 72 y 96 horas. Para cada mes se prepararon 2 bolsas (réplicas) por animal en los tiempos señalados. Se colocó una bolsa de malla plástica de 30 x 25 cm, la cual se introdujo al rumen y se sujetó al exterior de la cánula con un cordel de plástico. Las bolsas con muestras se introdujeron al rumen en tiempos regresivos es

decir, empezando con tiempos largos y terminando con tiempos cortos, retirando todas las bolsas simultáneamente al final. Las bolsas fueron lavadas en una lavadora automática (Ayala *et al.*, 2004; Merlo *et al.*, 2008) junto a las bolsas del que se estimaron la pérdida de material soluble al tiempo 0 horas ($So^{(1)}$). Las bolsas ya lavadas se secaron en estufa de aire forzado a 60°C por 72 horas aproximadamente, hasta obtener el peso constante.

2.5 Parámetros de la degradación

Los parámetros de la degradación de la MS se derivaron con base a la ecuación exponencial descrita por Ørskov *et al.*, (1980).

$$D=a+b(1-\exp^{-ct})$$

Donde:

D = Degradación después de un tiempo "t"

a = Intercepto de la curva a tiempo cero

b = Asintota de la curva de degradación cuando el tiempo no es limitante

c = Tasa fraccional de degradación de "b"

t = tiempo

Se empleó el programa NOWAY (1994), para estimar los parámetros **a**, **b**, **c**, **a+b**, y se estimó la Degradación Efectiva a tasas de flujo ruminal (compartimento 1) "k" de 3 y 6% h⁻¹.

2.6 Análisis químico de los residuos

Se realizó análisis de proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) de los residuos de degradación de MS de la época de lluvias. Además, se determinó la solubilidad de PC al tiempo cero ($So^{(1)}$).

2.7 Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques comple-

tamente a azar con un arreglo factorial de 3x4, es decir tres épocas y cuatro edades con cuatro animales (bloques), bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijk}=\mu + \rho_k + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

2.8 Análisis estadísticos

Se analizó por varianza los parámetros de degradación **b**, **c**, **a+b**, y la Degradación Efectiva a tasas de flujo ruminal (compartimento 1) "k" de 3 h⁻¹ en la MS, PC y FDN en diferentes meses en época de lluvias ($P<0,05$) usando SAS 9.1 (PROC GLM); el contraste de medias entre a través de la prueba de Tukey ($P<0,05$), cuando hubieron diferencias significativas en análisis de varianza entre meses en toda las variables.

3. Resultados y discusión

3.1 Degradabilidad *in situ* de la MS

La degradabilidad de los diferentes parámetros de la MS (%) de pradera nativa entre diferentes meses se presenta en el cuadro 2. Los valores de tasa de degradación "c" de la MS (cuadro 2) fueron estadísticamente diferentes ($P>0,05$) entre meses. Este comportamiento probablemente esté relacionado con la concentración de paredes celulares que incrementa en la medida de la edad en los pastos (gramíneas). Asimismo la fracción soluble no fue diferente entre meses. Sin embargo la fracción insoluble, pero potencialmente fermentable fueron diferentes entre meses, así la degradación potencial fue diferente entre meses, la cual estaría explicada por la concentración de las paredes celulares (FDN) que incrementa (cuadro 1) en la medida de la edad de la planta avanza (Merlo *et al.*, 2008).

Cuadro 2. Degradación de materia seca (MS) de pradera nativa en el primer compartimento de llamas en diferentes meses (febrero, marzo y abril) en el altiplano de Bolivia

Mes	c (% h ⁻¹)	a (%) (So ⁽¹⁾)	b (%)	a+b (%)	DE(k=3 % h ⁻¹)
Febrero	2,87 ^a	20,96 ^a	55,38b	76,34b	41,33a
Marzo	4,43 ^a	15,67 ^a	64,10b	79,77b	37,67a
Abril	1,17b	17,28 ^a	82,69 ^a	99,97a	34,33a
Media	2,82	17,97	67,39	85,36	37,78

a,b: Medias con letras diferentes entre líneas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05).

c: Tasa de degradación. a: Fracción soluble (So⁽¹⁾). b: Fracción insoluble (fermentable)

a+b: Degradación potencial. DE: Degradación efectiva.

La fracción soluble de MS (a) al tiempo cero fue medida en bolsitas sin incubar y lavadas en laboratorio con agua. Esta medición y su información derivada de la intersección al tiempo cero (0) de la curva de degradación se muestra en el cuadro 2. La fracción soluble (So) al tiempo cero no fue diferente entre meses ($P < 0,05$). El análisis de varianza de la degradación efectiva de la MS (cuadro 2), con tasa de flujo de 3% h⁻¹ no arrojó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre meses.

La similitud de la degradación de MS (b, DE) entre meses probablemente este asociado con la composición química en la planta, la cual no varió ampliamente entre meses (cuadro 1). Sin embargo, la diferencia de degradación para la fracción soluble "a" la tasa "c" y potencial de degradación "a+b", estarían explicadas por la variación de las proporciones de paredes celulares y proteína cuando varia la edad del pasto.

3.2 Degradación de la proteína de muestras de ingesta de llama de la pradera nativa en la época de lluvias

Cuadro 3. Degradación de proteína bruta (PB) de pradera nativa en el primer compartimento de llamas en diferentes meses (febrero, marzo y abril) en el altiplano de Bolivia

Mes	c (% h ⁻¹)	a (%) (So ⁽¹⁾)	b (%)	a+b (%)	DE(k=3 % h ⁻¹)
Febrero	8,27 ^a	48,32a	44,75 ^a	93,07a	59,00a
Marzo	9,20 ^a	42,13a	51,52 ^a	93,65a	52,88 ^a
Abril	12,0a	43,30a	48,55 ^a	91,85a	50,79 ^a
Media	9,84	44,58	48,27	92,86	54,22

a,b : Medias con letras diferentes entre líneas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

c: Tasa de degradación. a: Fracción soluble. b: Fracción insoluble (fermentable)

a+b: Degradación potencial. DE: Degradación efectiva.

En el cuadro 3 se muestran los promedios de degradabilidad de PC a diferentes meses. La tasa, la degradación de la fracción soluble (a), la degradación de la fracción no soluble ("b"), la degradación potencial (a+b) y efectiva ($k=3 \text{ h}^{-1}$) de la PC (cuadro 3) no fueron diferentes entre edades ($P < 0,05$). El promedio de la tasa de degradación de la proteína cruda de los tres meses evaluadas fue 9,8%, superior a otras gramíneas reportado por Merlo *et al.* (2008), de 4,9% probablemente se relacione con la composición química de la planta. La degradación potencial (a+b) disminuyó con el aumento

de edad de la planta (mes), la cual tiene relación con un incremento de paredes celulares (cuadro 1).

3.3 Degradación de la fibra detergente neutra en muestras de ingesta de llama de la época lluviosa

Los parámetros de degradación "a", "b" y "DE ($k=3 \text{ % h}^{-1}$)" de la FDA (cuadro 4) no son diferentes entre meses ($P < 0,05$). Sin embargo la degradación potencial (a+b) y la tasa (c) son diferentes ($P < 0,05$) entre meses. En las características de la

degradabilidad de la FDN (cuadro 4), la disminución de la degradación efectiva probablemente sea efecto de degradación potencial. No obstante la tasa de degra-

dación de la FDN (cuadro 4) son superiores a pastos como *F. arundinacea* (4.5) *L. perenne* (6.2) reportados por Mendoza (1998).

Cuadro 4. Degradación de fibra detergente neutra (FDN) de pradera nativa en el primer compartimento de llamas en diferentes meses (febrero, marzo y abril) en el altiplano de Bolivia

Mes	c (% h-1)	a (%) (So(1))	b (%)	a+b (%)	DE(k=3 % h-1)
Febrero	6,33 ^a	21,79 ^a	51,64a	73,43b	30,47 ^a
Marzo	4,10 ^a	13,15 ^a	67,88a	81,03a	32,33 ^a
Abril	11,86b	17,72 ^a	55,25a	72,97b	26,90 ^a
Media	7,43	17,55	58,26	75,81	29,90

a,b: Medias con letras diferentes entre líneas son estadísticamente diferentes (Tukey, 0,05)

c: Tasa de degradación. a: Fracción soluble. b: Fracción insoluble (fermentable)

a+b: Degradación potencial. DE: Degradación efectiva.

EE: Error estándar de medias.

4. Conclusión

La degradación efectiva de MS, PC y FDN, de ingesta de llama, no fue afectada por el mes. El potencial de degradación y la tasa de degradación de MS si variaron notoriamente entre las edades y las épocas evaluadas. En base a la degradación de MS, PC y FDN se concluye que la degradación acelerada de la proteína a tempranas horas y la baja degradación de paredes celulares provoca un desbalance en la disponibilidad de proteína y ausencia de energía en animales que se alimentan de este pasto, por lo tanto lo recomendable es suministrar fuentes de energía para utilizar eficientemente la proteína.

5. Agradecimientos

Se agradece a los ingenieros Zootecnistas Mario Acho (Q.E.P.D.) y Cristobal Achu. Asimismo, se agradece a Ing. Zoot. Pedro Delgado por la revisión de inglés, a la Carrera de Ingeniería Zootecnica de la Universidad Campesina de Tiahuanacu.

6. Referencias bibliográficas

Acho NM. 2003. Degradabilidad *in situ* de pradera nativa en llamas (*Lama glama*) en época lluviosa en la Comunidad Pujrata-Provincia Pacajes. La Paz Bolivia.

Achu NC. 2003. Selectividad de ingesta en la pradera nativa en llamas (*Lama glama*) en época lluviosa en la Comunidad Pujrata-Provincia Pacajes. La Paz Bolivia.

Ayala BA, Rosado RCM, Capetillo LC, Sandoval CC. 2003. Evaluación del método de lavado de bolsas (manual vs lavadora) en la técnica de degradación *in situ*. *Téc Pecu. Mex.*; 4 (3) 337-342.

Ayala BA, Rosado RCM, Merlo MF. 2007. Técnica degradación ruminal *in situ*. Material de apoyo didáctico. Departamento de Nutrición Animal. FMVZ-UADY.

Mendoza NP. 1998. Producción de gas *in vitro* y la degradabilidad ruminal por la técnica de la bolsa de nylon como predectores de la digestibilidad aparente *in vivo* y el consumo voluntario de pastos tropicales en ovinos. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de la Universidad Autónoma de Yucatán.

Merlo MF. 2003. Evaluación de la composición florística y química de la pradera nativa en llamas (*Lama glama*) en época lluviosa en la Comunidad Pujrata-Provincia Pacajes. La Paz Bolivia.

Merlo MF. 2008. Digestibilidad *in situ* de *Barbicharia brizantha* (A. Rich) Stapf a diferentes edades y épocas en el Sur de Yucatan, Mexico. *Téc Pecu. Mex.*

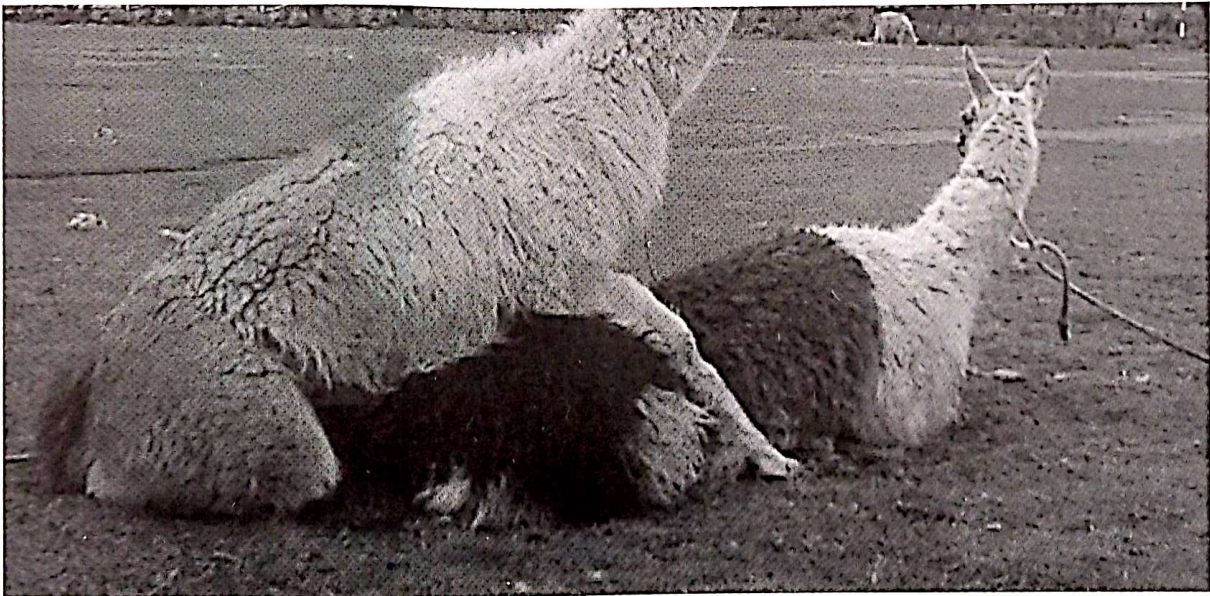
NOWAY A. 1994. Program for the Calculation of Degradation Curves (C) Chris Harbron, SASS, Rowett Research Institute.

Orskov ER, Hovell FDD, Mould F. 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.*; (5) 213-223.

SAS. Institute Inc. SAS® 9.1.2 Qualification Tools User's Guide, Cary, NC USA. 2004.

ÁREA

REPRODUCCIÓN Y BIOTECNOLOGÍA



EFFECTO DE DOS NIVELES DE GONADOTROFINA CORIÓNICA EQUINA
(eCG) SOBRE LA ACTIVIDAD OVÁRICO-FOLICULAR EN LLAMAS
(Lama glama) EN EL CENTRO KALLUTACA DE LA CARRERA MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA-UPEA

Two levels effect of gonadotrofina equine coriónica (ecg) on the
activity ovarian-follicular in flames (lama glama) in the center kallutaca
of the career veterinary medicine and zootecnia-UPEA

Sirpa Huasco P.¹

*Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El
Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia*

1 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, E-mail address: pablosirpa10@hotmail.com

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

The present investigation work was carried out in the Center Kallutaca, CMVZ-UPEA, with the objective of determining the effect of two levels of Gonadotrofina equine Coriónica (eCG) on the activity ovarian-follicular in flames. 16 flames females were used (8 for group) understood of second and third childbirth that were evaluated with ecografía transrectal to determine the ovarian status. Initiate the synchronization of the wave follicular, applying the device intravaginal CIDR (0.3 g of progesterone) more 1 ml of estradiol Benzoato for the time of 5 days, retired the CIDR was administered 1000 UI and 1200 UI of eCG in unique dose for via IM to stimulate the growth multiple follicular and the same one was evaluated to the sixth day with the ecógrafo ALOKA 500, with lineal transducer of 5 MHz. The data were analyzed Totally at random in Design with factorial arrangement 2*2 with a level of significantly of 5%. The obtained results are: the general average for the diameter follicular was of 7.8 ± 0.66 mm. The total of follicles observed in the ultrasonografía it was 6.0 ± 1.70 . These results allow us to conclude that the treatment of ovarian superestimulation in flames with the hormone eCG had effect in the growth of the follicles. However statistically it doesn't exist significant differences among the eCG levels neither among the childbirths used in the investigation.

Keywords: eCG, follicles, ovarian, gonadotropina.

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Centro Kallutaca, CMVZ-UPEA, con el objetivo de determinar el efecto de dos niveles de Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) sobre la actividad ovárico-folicular en llamas. Se emplearon 16 llamas hembras (8 por grupo) comprendidos de segundo y tercer parto, que fueron evaluados con ecografía transrectal para determinar el estatus ovárico. Iniciado la sincronización de la onda folicular, aplicando el dispositivo intravaginal CIDR (0,3 g de progesterona) más 1 ml de benzoato de estradiol por el tiempo de 5 días, retirado el CIDR se administró 1.000 UI y 1.200 UI de eCG en dosis única por vía IM para estimular el crecimiento folicular múltiple y la misma fue evaluado al sexto día con el ecógrafo ALOKA 500, con transductor lineal de 5 MHz. Los datos fueron analizados en Diseño Completamente al azar con arreglo factorial 2x2 con un nivel de significancia de 5%. Los resultados obtenidos son: el promedio general para el diámetro folicular fue de $7,8 \pm 0,66$ mm. El total de folículos observados en la ultrasonografía fue $6,0 \pm 1,70$. Estos resultados nos permiten concluir que el tratamiento de superestimulación ovárica en llamas con la hormona eCG tuvo efecto en el crecimiento de los folículos. Sin embargo estadísticamente no existen diferencias significativas entre los niveles de eCG ni entre los partos empleados en la investigación.

Palabras claves: eCG, llamas, folículos, ovárico, gonadotropina.

1. Introducción

La gran riqueza de los países andinos en el espectro pecuario es la existencia de los camélidos sudamericanos, por esta razón Bolivia y Perú comparten las regiones alto andinas para las actividades económicas y sociales en un vasto sector de pobladores que dependen en gran medida de estas especies de camélidos del género (*Lama glama*) sus productos más importantes como la fibra y la carne son medios para la generación de divisas y único medio de sustento, ya que, en algunos lugares no se realizan actividades de agricultura por las bajas temperaturas.

El desarrollo productivo y tecnificado de estas especies camélidos, pueden ser mejorados usando algunas técnicas de la biotecnología reproductiva actualmente utilizados en otros animales. Uno de estos problemas de vital importancia para el desarrollo de la masa ganadera de los camélidos sudamericanos es indiscutible-

mente la baja eficiencia reproductiva y la mortalidad neonatal, la que se constituye en un factor de estancamiento de las explotaciones de los camélidos sudamericanos (Palomino, 2000).

Esta problemática podría ser favorecida grandemente por los procesos de selección y multiplicación de la calidad genética de la masa ganadera de amplio uso en otras especies domésticas, la biotecnología como la transferencia de embriones juegan un papel relevante, que permitirá aumentar rápidamente la tasa de extracción y producción, gracias a las ventajas en la obtención de descendientes a partir de reproductores tanto machos como hembras seleccionados a base de su potencial genético, características fenotípicas y registro de producción.

Para la realización de la investigación se estableció como objetivos: evaluar el diámetro folicular por el efecto de dos niveles de Gonadotrofina Corionica equina en llamas y determinar el número de folí-

culos ováricos en llamas por el efecto de Gonadotrofina Corionica equina.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en el centro experimental de Kallutaca de la Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia-UPEA ubicado en el departamento de La Paz, provincia Los Andes, Municipio de Laja, comunidad Kallutaca, a 15 km de la sede de gobierno; la altura aproximada de 3.800 a 4.000 msnm. Se encuentra entre los meridianos 16°26'19,00" y 16°46'11" de latitud y entre los paralelos 68°19'49,18" y 68°29'49,81" de longitud (PDM Laja, 2006 - 2010).

2.2 Metodología experimental

La investigación contó con 16 llamas de tipos Káras e intermedias comprendidas entre 2do, 3er partos, previa evaluación ultrasonográfica del estatus ovárica se dividió en dos grupos. A las cuales inmediatamente se insertó el dispositivo CIDR de 0,3 gramos de progesterona más 1 ml de benzoato de estradiol. El dispositivo se mantuvo por 5 días, al final del quinto día los dispositivos fueron retirados de

los animales. El dispositivo se retiró al quinto día y se administró inmediatamente Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) en dosis de 1.000 UI ó 1.200 UI según tratamiento. Al sexto día de crecimiento folicular se realizó la ultrasonografía con el equipo ecográfico Aloka 500, con transductor de tipo lineal de 5 MHz con el propósito de observar, la cantidad de los folículos en crecimiento y su tamaño en mm a cada ovario de diferentes ángulos.

2.3 Análisis estadístico

Para la evaluación e interpretación de resultados sobre el efecto de dos niveles de la hormona Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) en la actividad ovárico-folicular en las llamas fueron sometidos a una estadística descriptiva y el diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial de 2X2, a un nivel de significancia de 5%. El programa estadístico utilizado fue SAS versión 9.1.

3. Resultados y discusión

los resultados obtenidos sobre el efecto de dos niveles de Gonadotropina Corionica equina en la actividad ovárica folicular se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Diámetro folicular (mm) promedio en ovarios de llamas de 2do y 3er parto tratados con dos niveles de 1.000 UI y 1.200 UI de eCG

Nº Partos	Niveles de eCG	No	Media ± DS	Rango
2do	1.000 UI	3	7,8 ± 0,53	7,2 - 8,2
2do	1.200 UI	4	7,3 ± 0,35	6,8 - 8,0
3ro	1.000 UI	4	7,9 ± 0,64	7 - 8,5
3ro	1.200 UI	4	8,1 ± 0,85	7 - 9
Promedio general			7,8 ± 0,66	6,8 - 9

El cuadro 1 muestra las llamas de 2do parto administradas con 1.000 UI de eCG en promedio de 7,8 ± 0,53mm y los tratados con 1.200 UI de eCG con 7,3 ±

0,35mm de diámetro, los animales del 3er parto administrados con 1.000 UI de eCG desarrollaron un promedio de 7,9 ± 0,64mm, los tratados con 1.200 UI de

eCG con $8,1 \pm 0,85$ mm de diámetro y el promedio general de diámetro folicular fue $7,8 \pm 0,66$ mm.

Huanca *et al.* (2006) en sus estudios determinaron que los animales ultrasonografiados al séptimo día presentaron folículos de 7 y 8mm como respuesta al tratamiento hormonal de eCG, éste resultado es similar a nuestros resultados, resaltando los meses de trabajo de campo de los mencionados autores realizaron su investigación en los meses de diciembre a marzo, mientras nuestro trabajo de campo se realizó en los meses de abril a junio lo que nos daría a entender de que las épocas no juegan un papel importante en superestimulación ovárica mientras se den condiciones adecuadas a las llamas.

Aller *et al.* (1997) en su trabajo indican sobre la sincronización de la onda foli-

cular por 9 días con (syncro-mate B, 6mg Norgestomet) implante en la oreja, se ultrasonografió el desarrollo folicular al décimo día 7mm de diámetro. Este reporte sobre el diámetro folicular indica que de manera natural o artificial los folículos serán de 7mm, las mismas estén preparadas para la ovulación.

El cuadro 3 muestra a las llamas de 2do parto tratadas con la dosis hormonal de 1.000 UI de eCG desarrollaron un promedio de $5,33 \pm 2,52$ folículos, los administrados con 1.200 UI de eCG con un promedio de $6,5 \pm 1,29$ folículos, los animales de 3er parto tratados con 1.000 UI de eCG con un promedio de $5,5 \pm 1,0$ folículos, los administrados con 1.200 UI de eCG con $6,5 \pm 2,08$ folículos en promedio. El promedio general fue de $6,0 \pm 1,70$ folículos.

Cuadro 2. Análisis de varianza para los diámetros foliculares en llamas

Fuente de variación	GL	Sumatoria cuadrados	Cuadrados medios	F Calculada	P > F
Niveles de eCG	1	0,20025625	0,20025625	0,79	0,3905
No de partos	1	0,41280625	0,41280625	1,64	0,2251
Niv/partos	1	0,14250625	0,14250625	0,56	0,4668
Error	12	3,02812500	0,25234375		
Total	15	3,78369375			

Realizada el ANOVA (cuadro 2) para la evaluación del efecto de dos niveles (1.000 UI y 1.200 UI) de Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) sobre el diámetro folicular en llamas de segundo y tercer parto. Se observa que no existen diferencias significativas para el efecto de los

niveles de eCG ($P \leq 0,05$), tampoco para el número de partos presentó significancia ($P \leq 0,05$) ni para la interacción ($P \leq 0,05$), y el coeficiente de variación fue de 17,69%, lo que indica que los resultados experimentales presentan confiabilidad.

Cuadro 3. Número de folículos promedio de los ovarios de llamas de 2do y 3er parto tratados con niveles de 1.000 UI y 1.200 UI de eCG

Nº Partos	Niveles de eCG	No	Media $\pm$ DS	Rango
2do	1000 UI	3	$5,33 \pm 2,52$	3 – 8
2do	1200 UI	4	$6,5 \pm 1,29$	5 – 8
3ro	1000 UI	4	$5,5 \pm 1,0$	5 – 7
3ro	1200 UI	4	$6,5 \pm 2,08$	4 – 9
Promedio general			$6,0 \pm 1,70$	3 – 9

Evangelista *et al.* (2009) en un estudio reciente sobre la superestimulación ovárica en llamas con eCG durante las fases no luteal y luteal, obtuvo los siguientes resultados por el tratamiento superestimulador, en la fase no luteal respondieron todos los animales, las 15 llamas con 166 folículos preovulatorios hacen en promedios $11,07 \pm 7,53$ folículos y los de fase luteal de 15 llamas 2 no respondieron y se obtuvo 98 folículos preovulatorios en promedio $6,13 \pm 7,11$ folículos preovulatorios. El trabajo se realizó en la fase luteal con resultados inferiores a los resultados obtenidos tanto en la fase luteal como en fase no luteal.

Velasquez y Novoa (1999) señalan la utilización de 1.000 UI de eCG como una buena alternativa para la superestimulación ovárica en llamas, aunque el autor no indica la cantidad de folículos observados, sin embargo este reporte indica,

sobre el efecto de la hormona eCG como alternativa para la superestimulación ovárica en llamas confirmándose en el presente estudio.

Los estudios orientados a la estimulación del desarrollo folicular de tratamiento con progesterona en llamas, Chaves *et al.* (2002) señalan que la administración de progestageno intravaginal en llamas a cualquier momento del estadio folicular inhibe el crecimiento folicular, al retirar el progestageno se aplica 500 UI de eCG y se obtiene $5,2 \pm 2,5$ folículos y los resultados son similares de Leyva y Garcia (1999) en alpacas.

Referente a las hormonas eCG y FSH estudiadas para la estimulación hormonal en la actividad ovárica folicular en llamas, ambas hormonas tienen los siguientes resultados de $17,9 \pm 2,2$ folículos al tratamiento con FSH, y $17,7 \pm 2,2$ folículos con eCG según (Ratto *et al.* 2005)

Cuadro 4. Análisis de varianza para número de los folículos de los ovarios.

Fuente de variación	GL	Sumatoria cuadrados	Cuadrado medio	F Calculada	P > F
Niveles eCG	1	0,63202500	0,63202500	2,64	0,1299
No de partos	1	0,17640000	0,17640000	0,74	0,4072
Niv/partos	1	0,19802500	0,19802500	0,83	0,3807
Error	12	2,86885000	0,23907083		
Total	15	3,87530000			

El ANOVA (cuadro 4) realizado para la evaluación del efecto de dos niveles (1.000 UI y 1.200 UI) de Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) sobre el número de folículos de los ovarios de segundo y tercer parto. Los resultados para los números de folículos de los ovarios de las llamas, estadísticamente no fueron significativos ($P \leq 0,05$), tampoco el número de partos de las llamas ($P \leq 0,05$) ni hay interacción entre estos dos factores ($P \leq 0,05$) y el coeficiente de variación de 19,34% lo cual nos indica que hay confiabilidad de datos.

La foto 1, es el folículo dominante, obtenido en el momento de evaluación de estatus ovárica previa al tratamiento, el foto 2, folículos superestimulados con la hormona eCG de mismo tamaño de 8 mm, el foto 3, folículos superestimulados con diferentes tamaños de 7 y 8 mm.

4. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos sobre el efecto de dos niveles de Gonadotrofina Coriónica equina (eCG) sobre la actividad ovárico-folicular en llamas, se llegaron a

las siguientes conclusiones: El diámetro folicular de las llamas con los resultados obtenidos en la presente

investigación, nos indican que hay una tendencia de aumento en diámetro folicular a mayor nivel hormonal (1200 UI) y de igual manera a mayor número (3ro) de partos. Estos resultados estadísticamente no presentan diferencia significativa. Con referencia al promedio de los folículos ováricos por efecto de estimulación hormonal en llamas tienen respuestas muy variados entre los niveles hormonales utilizados como de los partos empleados. Estadísticamente no son significativos los resultados obtenidos por efecto hormonal de niveles de 1.000 UI y 1.200 UI de eCG ni en los partos empleados.

5. Referencias bibliográficas

- Aller J. F. 1997. Departamento de producción animal Biotecnología de la reproducción, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Balcarce.
- Chaves M. G., Aba M. A., Agüero A. et al. 2002. Ovarian follicular wave pattern and the effect of exogenous progesterone on follicular activity in non - mated llamas. *Animal reproductive Science* 69: (1-2): 37-46.
- Evangelista S., Cordero A., Santiani A. et al. 2009. Estimulación con Gonadotropina Corionica equina (eCG) durante las fases luteal y no luteal sobre la respuesta ovárica y calidad embrionaria en llamas. *Rev. Inv. Vet. Perú* 2009, 20 (1): 33-40.
- Huanca W., Cordero A., Huanca T. y Adams G.P. 2006. Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos: avances y perspectivas. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* Vol. 15 (Supl. 1).
- Leyva, V., García W. 1999. Efecto exógena sobre la función del cuerpo luteo en alpacas. Resumen del II congreso mundial de camélidos. Pp 87 Cuzco.
- Palomino H. 2000. Biotecnología del trasplante y micromanipulación de embriones de bovino y camélidos de los andes. Transplante de embriones en camélidos de los andes. Primera edición. Perú. A. F. E. editores importadores S. A. 1000 ejemplares. 430 p.

Ratto, M.H., Berland, M., Huanca, W., Singh, J., Adams, G.P. 2005. *In vitro* and *in vivo* maturation of llama oocytes. *Theriogenology* 63, 2445-2457.

Velazques C. y Novoa, C. 1999. Superovulación con PMSG aplicada en fase folicular fase luteal en alpacas. *Rev. Inv. Perú* 10 (1): 39-47.

6. Anexos

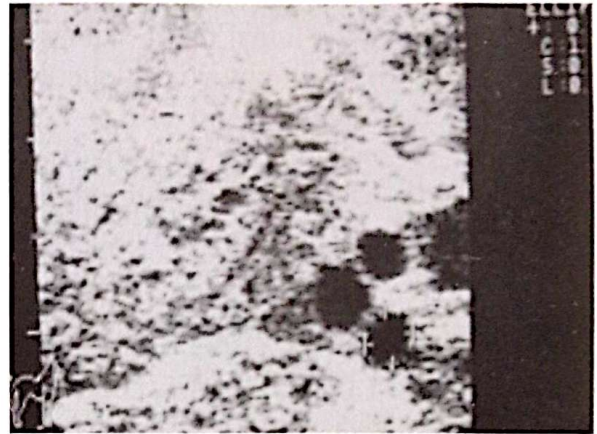


Foto 1. Resultados de la evaluación ultrasonografía (P. Sirpa)

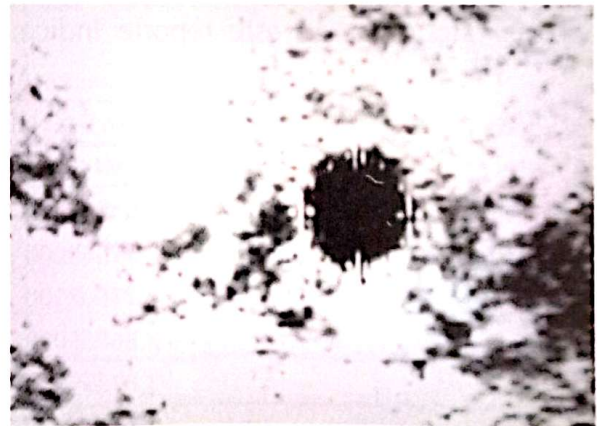


Foto 2. Resultados de la evaluación ultrasonografía (P. Sirpa)

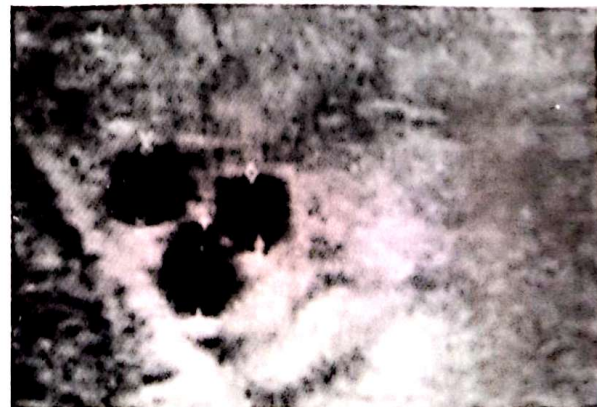
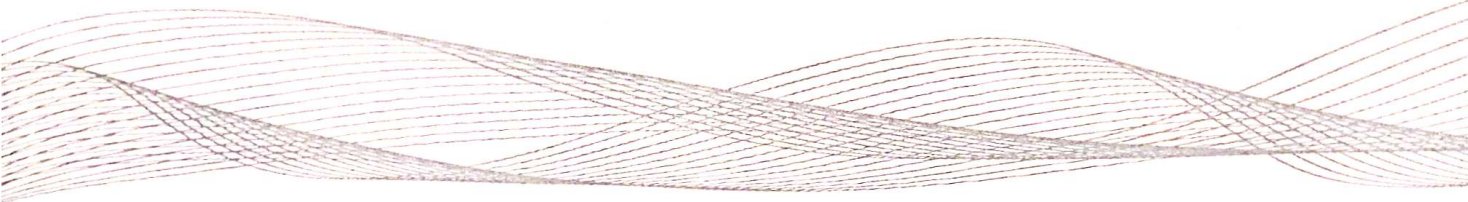


Foto 3. Resultados de la evaluación ultrasonografía (P. Sirpa)



INDUCCIÓN DE LA OVULACIÓN MEDIANTE DOS TÉCNICAS DE ESTIMULACIÓN EN LLAMAS (*Lama glama*), EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Evaluation of two thecniques of Ovulative induction in llamas (*Lama glama*) – La Paz

Delgado Callisaya PA.¹; Cardenas P.²

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

1 Professor Reproducción Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto. E-mail address: Pedro.delgado@fulbrightmail.org , pedroangel73@gmail.com. Cel.: 591-78804644

2 Investigador Independiente, Reproducción Animal UAC-T.

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

It was done the stimulation of llama ovulation using three techniques, for this purpose. it was selected 30 female empty llamas with the presence of follicles around ≥ 7 mm. detected by transrectal ultrasonography. The llamas were sincronized between day 5 to 7 after follicular ablation. The treatment were G1 = mechanical stimulation (vibrator) using 15 to 20 minutes with 6000 to 12000 vibrations/min.(vib/min). In the clitoris and the cervical entrance (fornix) . G=2 seminal plasma of llamas 2 ml, IM) and G=3 oxytocin (50 UI/kg PV).. the ovulation was determined using transrectal palpation of the presence of the follicles in the ovary after 32 hr post treatment application. The ovulatory response in the clitoris was 0 % with mechanical stimuli. In the region of the fornix In the fornix using a stimuli of 15 min with 12000 vib/min and 20 min with 6000 vib/min, it was found 20 % of ovulation. But, in the same fornix usng a stimuli of 20 min wth 12000 vib/min it was found 40 % of ovulation. The ovulation using seminal plasma of llama was 80 %. The oxytocin doesn't stimuli ovulation (0%). The best inductor of ovulation was the plasma seminal of llamas, the second inductor was the stimulation with vibrator in the fornix because of the specific somatosensorial terminations in this region. The oxytocin don't induce ovulation maybe because don't exist cellular receptors in the uterus.

Keywords: Ovulation, llamas, clitoris, seminal plasma of llamas.

Resumen

Se realizó la estimulación de la ovulación en llamas con diferentes técnicas para obtener respuesta ovulatoria. Se seleccionó 30 llamas hembras vacías con folículos ≥ 7 mm detec-

tados por ecografía tran-rectal, las cuales se sincronizaron, 5 a 7 días después de la ablación folicular. Los tratamientos fueron G1 = estimulación mecánica (vibrador) a un tiempo de 15 y 20 min con intensidades de 6.000 y 12.000 vibraciones/min (vib/min), en las regiones del clítoris y entrada cervical. G2 = plasma seminal de llama (2 ml, IM) y G3 = oxitocina (50 UI/kg PV). La ovulación se determinó mediante la presencia del folículo en el ovario a las 32 hr post aplicación del tratamiento. La respuesta ovulatoria en la región del clítoris fue de 0% con el estímulo mecánico. En la entrada cervical utilizando un estímulo de 15 min con 12.000 vib/min y de 20 min con 6.000 vib/min, se encontró 20% de ovulación. Sin embargo en esta misma región la estimulación de 20 min con 12.000 vib/min, presentó un 40% de ovulación. La tasa de ovulación fue de 80% para el tratamiento con plasma seminal de llama. El tratamiento con oxitocina no estimuló a ninguno de los animales tratados (0% de ovulación). El mejor inductor de ovulación es el plasma seminal de llama, seguido de la estimulación con vibrador en la entrada de la cervix (fornix) por terminaciones somatosensoriales específicas en esta región. La oxitocina no induce la ovulación supuestamente porque no existe receptores celulares en el útero.

Palabras clave: Ovulación, llamas, clítoris, plasma seminal llama.

1. Introducción

La crianza de los camélidos domésticos, alpacas y llamas, es una de las actividades de mayor importancia e impacto en el desarrollo socio económico de la población alto andina de nuestro país, no solo por su capacidad de adaptación a las difíciles condiciones medioambientales, alturas sobre los 4,000 msnm, sino por su utilización como una fuente alimenticia de proteína de origen animal y medio de transporte (Huanca, 2007).

Durante muchos años se trabajó buscando reproducir artificialmente a estas especies pero por las características tan peculiares, la implementación de tecnología en esta especie poco o nada ha avanzado. A pesar de esto se está aplicando la biotecnología reproductiva para aplicar Inseminación artificial, la transferencia de embriones, además, describir los eventos de maduración, fertilización de oocitos y el desarrollo embrionario temprano. Así, lo que en principio sólo tenía fines de investigación, en los últimos años se comenó a utilizar con propósitos comerciales (Quispe, 2007).

El control exógeno de la dinámica ovárica de la llama hasta la actualidad fue muy poco estudiada, esto amerita realizar esfuerzos para generar técnicas eficientes, para procesos de mejoramiento genético de llamas que permita el control de enfermedades venéreas, disponibilidad de registros precisos de reproducción, para un buen manejo, al mismo permitiendo cuantificar y cualificar índices productivos eliminando hembras de bajos rendimientos en la tamera. Programas de IA y tratamientos de sincronización en llamas se han visto afectados por la no expresión de celo como otras especies domésticas, también los métodos de apareamiento inadecuado reflejan las bajas tasas de concepción, bajos porcentaje de preñez y otros problemas reproductivos, por lo que se tiene pocas crías y de mala calidad genética, además de presentarse el apareamiento y parición en épocas inadecuadas, Todos estos factores afectan negativamente a los programas de mejoramiento genético necesarios en esta especie (Delgado, 2002).

La manipulación del método de sincronización en llamas y el seguimiento

a el crecimiento folicular mediante procesos de estimulación ovárica permitirá predecir la presencia de un folículo preovulatorio, para el servicio de monta o inseminación artificial pero no sin antes tener una base teórica apropiada para entender estos procesos especiales y tener un registro adecuado de este proceso fisiológico. Además, la técnica de superestimulación ovárica en camélidos y otros animales domésticos permiten aprovechar de manera eficiente la aptitud productiva de llamas de alto valor genético, que apoyados por la fertilización en vivo, monta natural post superestimulación ovárica o fertilización en laboratorio después de la colección y maduración de ovocitos in vitro, permiten tener embriones de llama viables los cuales luego de ser implantados mejoraran los índices reproductivos y productivos de esta especie, a si mismo estas técnicas permiten acortar el intervalo generacional, siendo por todos estos antecedentes una decisión acertada para emprender programas de mejoramiento genético con todas estas técnicas. Por esta razón para determinar los efectos de la aplicación de la biotecnología en la reproducción de llamas se diseñó el siguiente experimento: evaluar el efecto de métodos de inducción de la ovulación en llamas.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización del trabajo de campo y de Laboratorio

El trabajo de campo y laboratorio se realizó en los predios de la Unidad Académica de Tiahuanaco que se encuentra en la Provincia Ingavi del departamento de La Paz, ubicado a 72 km de la ciudad de La Paz, entre las coordenadas 17°35' a 18°17' de latitud sur y 68°20' a 69°08' de longitud oeste y a una altura de 3.883 msnm.

2.2 Procedimiento experimental para el experimento

En la presente investigación se utilizó 30 llamas hembras procedentes del municipio de Catacora del departamento de La Paz con una edad estimada de tres o más años (categoría "C" ó "D"). Mediante la ecografía repetida en diferentes etapas se observó el estado del desarrollo folicular, también se corroboró por palpación rectal el estado de la onda folicular en la que se encontraban. También se realizó la palpación rectal para poder identificar anatómicamente el sistema reproductor de la hembra in situ, identificando las características de los ovarios y folículos en desarrollo, estimando el tamaño de cada uno de ellos.

Luego se realizó la aplicación de prostaglandina con una dosis de 0,5 mg/kg P.V, por vía intramuscular para eliminar probables cuerpos lúteos existentes. El método de sincronización se realizó pasado tres días post aplicación de la prostaglandina, este método se realizó de manera manual aplicando la ablación folicular. Esta consistió en palpar por vía rectal los ovarios, deduciendo el tamaño del folículo dominante, con un diámetro >5 mm. para provocar ablación mediante la presión manual.

Para la obtención del plasma seminal se armó la vagina artificial, el cual consiste en 2 tubos PVC de 10 cm de ancho por 20 de largo, el segundo tubo mide 4 cm de ancho por 15 cm de largo al cual se coloca una funda cónica que por un lado se engancha a la parte ancha y la otra a la parte más delgada de la vagina artificial. Asimismo se coloca 600 ml agua a una temperatura de 42 a 45°C; el cual calienta la vagina a una temperatura promedio de 37°C, permaneciendo por un lapso de 20 minutos en promedio. Una vez armada la vagina se acopló al maniquí de grupa donde la parte más delgada va al orificio

del maniquí sujetando con una cinta elástica; la llama hembra fue amarrada (wincullada) de cubito ventral para evitar movimientos. Luego se colocó el maniquí en la grupa de la llama hembra para luego guiar al macho para la copulación (Quispe C. 2011).

Después de la cópula se obtuvo el semen e inmediatamente se depositó en un tubo Falcón para realizar la centrifugación a 1.500 revoluciones/minuto durante 12 minutos. Centrifugado el semen, el plasma seminal cuidadosamente se lo extrajo a un tubo eppendorf con la ayuda de un gotero. Luego el plasma seminal se colocó a la congeladora a -20°C para su conservación y su posterior uso. Esta tarea se repitió 30 veces de las cuales se obtuvo 20 ml de plasma de buena calidad.

Para el tratamiento 1, se procedió a la introducción del vibrador con la ayuda de un tubo PVC estéril de 17 cm, adaptado al cable del control presionando en la región de estimulación donde se estimuló mediante la vibración con diferentes intensidades como se muestra en el cuadro 5. Pasado las 32 horas después de la estimulación mecánica/intensidad se realizó el diagnóstico de la ovulación mediante la palpación rectal, registrando si hubo estimulación o no a la ovulación, detectando la ausencia del folículo dominante, el cual se encontraba en el ovario identificado mediante registro.

Para el tratamiento 2, sincronizadas las llamas del grupo, se procedió a la palpación rectal lubricado con vaselina líquida donde se evaluó los ovarios el tamaño del folículo dominante de cada uno, ≥ 7 mm los cuales fueron adecuados para la aplicación del tratamiento. El plasma seminal antes de aplicarlo se descongeló en baño maría a 38°C durante un tiempo de 10 minutos. Se cargó 2 ml de plasma seminal de llama en una jeringa estéril de 5 ml para después inyectar de manera suave y lenta por vía intramuscular. A las 32 horas de la

aplicación del plasma seminal se diagnosticó la existencia del estímulo de la ovulación por medio de la palpación rectal, el cual indicó la permanencia o no del folículo dominante en los ovarios registrados.

3. Resultados y discusiones

Tamaño del folículo dominante antes del tratamiento

En el presente trabajo se realizó la evaluación del tamaño del folículo dominante antes de iniciar el tratamiento a cada una de las llamas hembras debido que el folículo dominante superó los 7 mm considerándose como un folículo pre ovulatorio como se detalla en el cuadro 1 (el promedio del tamaño del folículo por tratamiento).

Cuadro 1. Diámetro del folículo (mm) al inicio del experimento en los diferentes grupos

Tratamiento	Diámetro del folículo dominante (mm)	D.S. (mm)
Mecánica tiempo/ intensidad	7,4 7	$\pm 1,3$ $\pm 0,7$
Plasma seminal	7,4	$\pm 1,1$

Evaluación del tiempo/intensidad post estimulación mecánica (vibrador) en la respuesta ovulatoria

a) Respuesta ovulatoria post estimulación de la región del clítoris

A un tiempo de 15 minutos con una intensidad de 6.000 y 12.000 vibraciones por minuto, no se logró la respuesta ovulatoria, probablemente a que el tiempo y la intensidad no es suficiente para lograr la estimulación.

Las células somatosensoriales de la región del clítoris probablemente no percibieron la cantidad necesaria de estímulos, debido al corto tiempo y la baja intensidad la cual se aplicó en la región pudiendo ser que las células neurosensoriales no tienen una

transmisión directa del sitio de estimulación con el hipotálamo donde se secreta la hormona GnRH el cual de manera pulsátil estimula la liberación de las hormonas gonadotroficas (LH – FSH), no logrando con éxito la cadena de la ovulación.

Para lograr la ovulación mediante estimulación mecánica las neuronas tienen que desencadenar el potencial de acción, amplificando la información mediante el intercambio iónico que sucede en la célula, despolarizándose la membrana celular gracias a la bicapa lipídica que posee, el cual contiene proteínas integrales que lo atraviesan del medio exterior al interior llamados canales por donde pasan los iones.

Cuando no se encuentran estimulados ni excitados las células, los canales de potasio están abiertos, no provocando la secreción de neurotransmisores (Enciclopedia Médica 1990), por esta razón probablemente las llamas no logran tener respuesta ovulatoria, no desencadenando el potencial de acción, donde no hubo efecto a la secreción de los neurotransmisores que contiene cada célula neural para realizar la sinapsis y transporte de información.

De la misma manera a un tiempo de 20 minutos con una intensidad de 6.000 y 12.000 vibraciones por minuto la respuesta ovulatoria es nula debio a que el tiempo empleado en la estimulación fue insuficiente, asimismo no pudo ser una intensidad adecuada para realizar la ovulación.

Posiblemente en la región del clítoris no se percibió la cantidad necesaria de estimulación mecánica y no se logró estimular las células somatosensoriales el cual posee. Para la transmisión de las señales de excitación probablemente es necesario aplicar mayor intensidad para lograr desencadenar el potencial de acción de cada célula nerviosa, transmitiendo las señales a través de los neuro-

transmisores (sinapsis), amplificando para lograr secretar la hormona GnRH, de esta se logrará liberar a la hormona luteinizante generando la ovulación.

b) Respuesta ovulatoria post estimulación de la entrada cervical

La respuesta ovulatoria con respecto al estímulo mecánico durante un tiempo de 15 minutos con intensidad de 6.000 vibraciones por minuto es negativa y no logró la excitación necesaria de las células nerviosas que se encuentran en la región transmitiéndolo al cerebro, donde se desencadena la producción de las hormonas gonadotroficas a través de la hormona GnRH. Por tanto, los neurotransmisores no se secretarán sin la existencia de un estímulo elevado, para poder amplificarlo mediante el potencial de acción (Enciclopedia Médica 1990).

Los animales estimulados por 15 minutos con una intensidad de 12.000 vibraciones por minuto, asimismo los tratados con 20 minutos a una intensidad de 6.000 vibraciones por minuto, presentó una respuesta ovulatoria del 20%, posiblemente es el tiempo y la intensidad adecuada, donde, las terminaciones nerviosas en la región de la entrada cervical (formix), estimula la transmisión señales a la región del hipotálamo, desencadenando la secreción de GnRH, el cual de manera pulsátil estimula la liberación de LH – FSH en la adenohipófisis.

Los animales estimulados durante un tiempo de 20 minutos con intensidad de 12.000 vibraciones por minuto lograron una respuesta ovulatoria del 40%, con el resultado más alto a los anteriores, debido al tiempo y la intensidad que es la más adecuada, donde existen grandes cantidades de terminaciones nerviosas en la región (formix), logrando estimular terminaciones nerviosas que transmiten señales hasta la región del hipotálamo para que se libere GnRH y esta promueva la libera-

ción de LH – FSH cumpliendo la cadena ovulatoria.

Estas vibraciones lograron estimular a las regiones del útero, debido a la alta intensidad con la que se transmite a través de los tejidos, provocando movimientos vibratorios junto con la región de la vagina hasta llegar a la región del clítoris, estas vibraciones se transmitió debido al acople que se adecuó para introducirlo hasta dicha región, lo que provocó la estimulación en ambos sitios.

La transmisión y amplificación de la información se da a través de las secreciones de neurotransmisores que están promovidas por el cambio de iones en la célula, gracias a la apertura de los canales iónicos, dando paso al ingreso de los iones de sodio (Na) y calcio (Ca), promoviendo la secreción de diferentes neurotransmisores, lográndose la sinapsis y transporte de la información, el cual estimularía la secreción de GnRH (Enciclopedia Médica 1990).

De la misma manera se reportó de 5 a 10% de ovulaciones espontáneas en alpacas que no fueron privadas totalmente de estímulos visuales, olfatorios y auditivos del macho (Sumar 2000).

De la misma manera, estos animales responden a un tiempo de cópula de 15 a 45 minutos lo que estimula a la llama a ovular, pero se sabe que esta ovulación se lleva a cabo debido a que los machos estimulan con el plasma seminal y actúan a manera de un componente similar a la LH por medio del torrente sanguíneo, el cual induciría la respuesta ovulatoria (Adams *et al.*, 2005).

Evaluación de la respuesta ovulatoria en llamas post administración de plasma seminal de llama

Después de la aplicación de plasma seminal por vía intramuscular, llegaron

a ovular la mayor parte de las llamas donde se observó una ovulación del 80% pasado las 32 horas, influenciados posiblemente por los componentes químicos que el plasma posee, gracias a las secreciones de las glándulas bulbo uretral y próstata, los cuales tienen un factor químico similar a la LH que induciría la ovulación por medio de algún tipo de prostaglandina que secreta la glándula prostática.

Se sabe que esta glándula prostática, posee este nombre debido a que secreta prostaglandinas, pero las cuales no se encuentran bien definidas, el cual impulsaría a la secreción de la GnRH para que en la hipófisis se libere LH – FSH, los cuales realizan el proceso de la ovulación. El plasma seminal de llama tendría algún factor similar a la cadena de LH, el cual actuaría directamente sobre el folículo para que suceda la eclosión del mismo y luego se forme el cuerpo lúteo.

Vásquez M. *et al.* (2008), menciona que el plasma seminal de llamas contiene un factor inductor de ovulación con un peso molecular mayor de 30 kDa., el cual indujo la ovulación en un 100%. Asimismo, Panez S. *et al.* (2009) menciona la existencia de una asociación entre la vía de administración de plasma seminal sobre la tasa de ovulación en alpacas, de los tratados por inyección intramuscular obtuvo un 93,8% de ovulación. Por otro lado, López A. *et al.* (2006) mencionan que el plasma seminal de la llama y la alpaca contiene uno o varios factores capaces de inducir la ovulación en el 100% de las llamas al ser aplicado por vía intramuscular.

Los datos obtenidos en el trabajo son inferiores a los encontrados por otros autores los cuales son de 100, 93,8 y 100% de ovulación, a los 80% que se encontró en la investigación se deba probablemente a la menor cantidad de animales experimentales o que

se deba a la influencia del tamaño folicular que se encontraba en el animal.

Es posible que pueda ser afectado por el contenido de las sustancias del plasma seminal, ya que estos animales trabajaban con una frecuencia de colección de semen de 3 veces por semana lo que implicaría que las secreciones de las glándulas accesorias del macho se encontraban en bajas concentraciones.

Los tratamientos mejor aplicables para los diferentes estudios es emplear plasma seminal de llama, así también aplicar la estimulación con vibrador a partir de 20 minutos de estimulación con intensidad mayor a las 12.000 vibraciones por minuto, los cuales posiblemente estimularán a la inducción ovulatoria.

4. Conclusiones

Se obtiene repuesta ovulatoria positiva, después de la estimulación mecánica (vibrador) aplicando 20 minutos con una intensidad de 12.000 vibraciones por minuto en la región de la entrada cervical (fornix).

El plasma seminal inyectado por vía intramuscular produce una alta respuesta ovulatoria, induciendo la ovulación a 80% de los animales tratados.

En la fase folicular de la llama no se encuentran receptores de oxitocina en el útero como en otras especies, siendo no inducibles las llamas a esta hormona cuando hay folículos dominantes, no logrando la respuesta ovulatoria.

Los mejores estimuladores de la ovulación son el plasma seminal de llama y el vibrador, que lograron respuesta ovulatoria del 80 y 40% respectivamente, la región de la clítoris no posee centros nerviosos adecuados a diferencia de la entrada cervical para estimulación ovulatoria.

5. Referencias bibliográficas

- Aba M., Forsberg M., Kinvahl M., Sumar Y., Edqvist L. 1995. Endocrine changes after mating in pregnant and non-pregnant llamas and alpacas. *Acta Vet Sci* 36:489 – 498.
- Aba M., Kindahl, H., Forsberg, M., Quiroga, M., Auza, N. 2000. Levels of progesterone and changes in prostaglandin F2 α release during luteolysis and early pregnancy in llamas and the effect of treatment with flunixin meglumine. *Animal Reprod Sci.* 59:87-97.
- Adams G., Sumar J., Ginther O. 1990. Effects of lactational and reproductive status on ovarian follicular waves in llamas (*Lama glama*). *J Reprod Fertil.* 90: 535 - 545.
- Adams G. 2001. Comparative Aspects of Follicular Dynamics in Camelids. In: *Rev Inv Vet. Perú. Suplemento 1. XXIV Reunión Científica APPA.* Lima. p. 142-146.
- Adams G. P., Ratto, M. H., Huanca, W., Singh, J. 2005. Ovulation-Inducing Factor in the seminal plasma of alpacas and llamas. *Biol reprod* 73: 452-457.
- Arthur G. 1991. Reproducción y obstetricia veterinaria. 1ª edición. Editorial Interamericana. p 6-8.
- Bakker Y., Baum M. 2000. Neuroendocrine regulation of GnRH, release in induced ovulators. *Neuroendocrinology* 21: 220-262.
- Birnbaumer L., Sabih N., Rivier J., Vale W. 1985. Evidence for a physiological role gonadotropin-releasing hormone (GnRH) or GnRH-like material in the ovary. *Endocrinology* 116: 1367-1370.
- Bravo P. W. M., Fowler G., Stabenfeldt, Lasley B. 1990. Ovarian follicular dynamics in the llama. *Biol Reprod.* 43:579-585.
- Bravo P. W., Stabenfeldt G., Lasley B., Fowler M. 1991. The effect of ovarian follicle size on pituitary and ovarian responses to copulation in domesticated South American Camelids. *Biol Reprod.* 45:553-559.
- Bravo P. W., Stabenfeldt, G., Fowler, M., Lasley B. 1992. Pituitary response to repeated copulation and/or gonadotropin-releasing hormone administration in llamas and alpacas. *Biol Reprod.* 47:884-888.
- Bravo W. 2002. Female reproduction. In: Bravo W (ed). *The reproductive process of South American Camelids.* Salt Lake City, USA: Seagull Printing. p 1-31
- Brooks J., McNeilly A. 1996. Regulation of gonadotrophin-releasing hormone receptor expression in the ewe. *Anim Reprod Sci.* 42:89-98.

- Conde A. P., Herrera C., Trasorras L. V., Giuliano M. S., Director A., Miragaya H. M., Chávez G. M., Sarchi I. M., Stivale D., Quintans C., Agüero A., Rutter B., Pascualini S. 2007. *In Vitro* production of llama (*Lama glama*) embryo by IVF and ICSI with fresh semen.
- Huanca W., Cordero A., Huanca T y Adams G.P. 2007. Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos: avances y perspectivas. XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1).
- Delgado, P., Flores, F., Fernandez, R., Gonzales, V., Maceda, E., Copa, S. y Medina, J. 2003. Técnicas de colección de semen en llamas. III Congreso mundial de camélidos. Potosí Bolivia.
- Delgado, P. 2008. Manual de procedimientos de cultivo in vitro de gametos. UAC – T – UCB.
- Delgado, P. 2008. Factors influencing survival of bovine spermatozoa during storage and related to the ratio of X-to-Y-chromosome bearing spermatozoa. Master of Science Thesis. University of Arkansas. USA.
- Gigli I., Russo A., Agüero A. 2006 Consideraciones sobre la dinámica ovárica en equino, bovino y camélidos sudamericanos. InVet. 2006, 8(1): 183-204.
- Hafez E. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales domésticos. Séptima edición. Edición. Editorial Mc Graw Hill. México D.F.
- Leyva V. 1996. Follicular activity and ovulation of ewes during the breeding season and anestrus. Tesis PhD. Univ. Guelph, Canada.
- Limachi F. 2009. Procedimientos superestimuladores sobre la respuesta folicular y calidad del complejo óvulo – cumular en Llamas (*Lama glama*) Provincia Los Andes – Departamento La Paz. Tesis de grado. Universidad Católica Boliviana "San Pablo". Unidad Académica Campesina de Tiahuanaco, Ingeniería Zootécnica.
- López F. A., Wilfredo Huanca L., Víctor Leyva V., Néstor Falcón P., Teodosio Huanca M. y Marcelo Ratto F. 2004. Inducción de la ovulación en llamas mediante la administración intramuscular del plasma seminal de llama, alpaca y toro Rev Inv Vet Perú 2006; 17 (2): 114-118.
- Novoa C, Leyva V. 1996. Reproducción en alpacas y llamas. Publicación científica. IVITA 26 (30): 3-18.
- Panez L. S., Wilfredo Huanca L., Teodosio Huanca M., Marcelo Ratto F. y Gregg Adams. 2009. Efecto del sitio de deposición del plasma seminal sobre la tasa de ovulación y formación del cuerpo lúteo en alpacas. Rev Inv Vet Perú 2009; 20 (1): 21-27.
- Ratto M. H, Huanca W, Singh J, Adams G. P. 2005. Local versus systemic effect of ovulation-inducing factor in the seminal plasma of alpacas. Reprod Biol Endocrinol. 3:29.
- Ratto, M.H., Berland, M., Huanca,W., Singh, J., Adams, G.P. 2005. In vitro and in vivo maturation of llama oocytes. Theriogenology 63, 2445-2457.
- Sansinena, M.J., Taylor, S.A., Taylor, P.J., Schmidt, E.E., Denniston, R.S., Godke, R.A. 2007. *In vitro* production of llama (*Lama glama*) embryos by intracytoplasmic sperm injection: effect of chemical activation treatments and culture conditions. Anim. Reprod. Sci. 99, 342-353.
- Stevenson J. 1997. Clinical reproductive physiology of the cow. In: Current Therapy in large animal. Theriogenology. Edit by Younquist, R. Vol I. Saunders Company Phyladelphia. p. 257-267
- Wilber Garcia Vera., Danilo Pezo., Felipa San Martin, Olazabal Loaiza, Francisco Franco, 2005. Manual del técnico alpaquero: Anatomía y fisiología reproductiva. ITDG AL. Cusco, Perú, Amauta 105 pag.

6. Anexos

Foto 1. Vibrador de control remoto tipo huevo y su adaptador para introducir a la puerta de la cervix (P. A. Delgado)

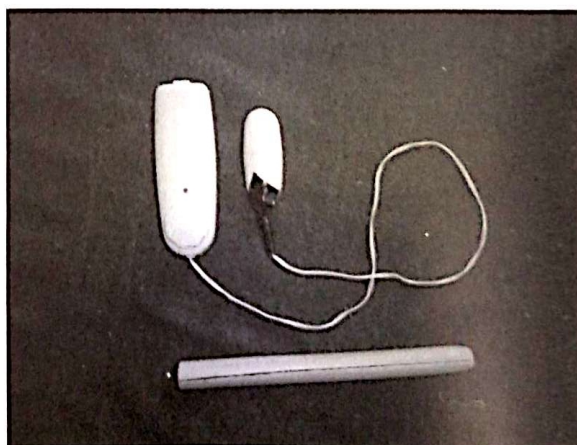


Foto 2. Semen colectado por vagina artificial (P. A. Delgado)

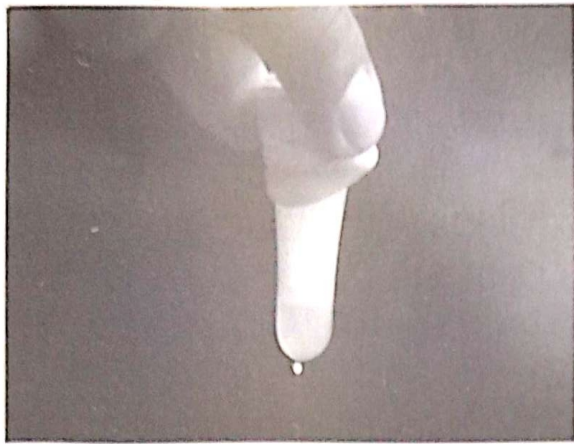


Foto 5. Estimulación mecánica (vibrador) en la región del clitoris. (P. A. Delgado)



Foto 3. Armado de vagina artificial (P. A. Delgado)

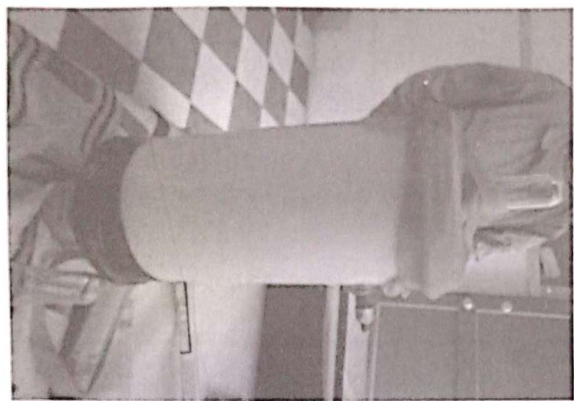


Foto 6. Estimulación mecánica (vibrador) en la entrada cervical (P. A. Delgado)



Foto 4. Observación del desarrollo folicular por ecografía con 5 Mhz de amplificación del transductor. (P. A. Delgado)



Anexo 7. Aplicación de plasma seminal de llama por vía intramuscular (P. A. Delgado)



PROCEDIMIENTOS SUPERESTIMULATORIOS SOBRE LA RESPUESTA FOLICULAR OVÁRICA Y CALIDAD DEL COMPLEJO ÓVULO-CUMULAR EN LLAMAS (*Lama glama*) PROVINCIA LOS ANDES – DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Superstimulatory procedures on the llama ovaric follicular growing and cumulus-oocyte complexes quality. Provincia Los Andes-La Paz

Delgado Callisaya PA.¹; Limachi F.²

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

1 Professor Reproducción Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto. E-mail address: Pedro. delgado@fulbrightmail.org, pedroangel73@gmail.com. Cel.: 591-78804644

2 Investigador Independiente, Fundación Sartawi Sayariy-ITDG soluciones prácticas

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

The reproductive techniques in female llamas are limited because of their induced ovulation. In this research it was evaluated four superstimulatory procedures (SP) on the ovaric-follicle response and the quality of cumulus-oocyte complexes (COC), using two hormones (FSH and eCG) and to injection places (IM, lsmV (Intrasubmucose-Vulvar)). This research was done in the UAC- Tiahuanaco-UCB's Laboratory of Animal reproductive Biotechnology. It was injected 25 mg of FSH-IM in six doses each 12 hr, 8.75 mg of FSH-lsmV in three doses each 24 hr, 1000 IU of eCG-IM and 150 lu of eCG-lsmV only once. We found: 20.33 ± 1.52 and 16.33 ± 0.57 total follicles (TF) with FSH (IM and lsmV respectively), 15.66 ± 1.5 and 22.66 ± 2.3 FT with eCG (IM and lsmV respectively). We collected a media of 15.66 ± 4.03 and 9.33 ± 1.52 of COCs with FSH (IM and lsmV), 11.33 ± 0.57 and 17.66 ± 0.57 COCs with eCG (IM and lsmV) The ranking of recuperation was 76.33 ± 14.05 and 57.66 ± 7.54 % of COCs, with FSH (IM and lsmV). 72.66 ± 7.50 and 78.33 ± 5.77 % of COCs with eCG (IM and lsmV). Of the 100% of oocytes cultured for nuclear maturation only 77.35% were in metaphase-II and the 22.65% were degenerated. The best SP was eCG-lsmV for ovaric-follicle generation and for COCs. It is necessary to investigate new doses for eCG-lsmV as and alternative for ovaric superstimulation in llamas.

Keywords: IVF-TL, eCG, FSH, COCs, oocyte, follícle.

Resumen

Las técnicas reproductivas en llamas hembras se ven limitadas por su tipo de ovulación inducida. Por tal razón se evaluó la respuesta folicular-ovárica y calidad del complejo óvulo-cumular bajo cuatro procedimientos superestimulatorios (PS) en 12 llamas utilizando dos hormonas: FSH (nivel intra muscular (IM) e intrasubmucosa vulvar (IsmV)) y eCG (IM e IsmV) en el Laboratorio de Biotecnología Reproductiva Animal de la UAC-Tiahuanaco-UCB. Se aplicaron 25 mg de FSH-IM repartida en 6 dosis aplicadas cada 12 h, 8,75 mg de FSH-IsmV repartida en tres dosis aplicadas cada 24 h, 1.000 UI de eCG IM y 150 UI de eCG-IsmV, las dos ultimas en dosis únicas. Se obtuvo: $20,33 \pm 1,52$ y $16,33 \pm 0,57$ folículos totales (FT) con FSH (IM e IsmV respectivamente), $15,66 \pm 1,5$ y $22,66 \pm 2,3$ FT con eCG (IM e IsmV respectivamente). Se colectó en promedio $15,66 \pm 4,03$ y $9,33 \pm 1,52$ complejo óvulo cumulares (COCs) con FSH (IM e IsmV), $11,33 \pm 0,57$ y $17,66 \pm 0,57$ COCs con eCG (IM e IsmV). El ranking de recuperación fue de $76,33 \pm 14,05$ y $57,66 \pm 7,54\%$ de COCs, con FSH (IM e IsmV) y $72,66 \pm 7,50$ y $78,33 \pm 5,77\%$ de COCs con eCG (IM e IsmV). Del 100% de maduración nuclear de ovocitos el 77,35% corresponden a metafase-II y el 22,65% a degenerados. El mejor PS fue eCG-IsmV en generación de folículos y recuperación de COCs, No hay diferencia estadística entre ovario izquierdo y derecho para la generación de folículos y COCs. Se debe investigar otras dosis para eCG-IsmV como alternativa económica para superestimulación ovárica en llamas.

Palabras clave: IVF-TL, eCG, FSH, COCs, oocito, folículo.

1. Introducción

La llama es considerada como la especie económicamente más importante dentro de los camélidos sudamericanos domésticos y su crianza encierra una serie de actividades que son de vital importancia para la supervivencia de los criadores de camélidos contribuyendo en sus ingresos económicos y a la población urbana también por los productos que ofrece carne, fibra y cuero (UNEPCA, 1999).

El control exógeno de la dinámica ovárica de la llama muy poco estudiada hasta la actualidad, amerita realizar esfuerzos para generar técnicas eficientes, para procesos de mejoramiento genético de llamas que permita el control de enfermedades venéreas, disponibilidad de registros precisos de reproducción, para un buen manejo, al mismo permita cuantificar y cualificar índices productivos eliminando hembras

de bajos rendimientos en la terna.

Hasta ahora se han visto afectados los métodos de mejoramiento genético, como programas de IA y tratamientos de sincronización en llamas por la no expresión de celo como otras especies domésticas, viéndose como métodos de apareamiento inadecuado, reflejados en altas tasas de concepción, bajos porcentaje de preñes y otros problemas reproductivos donde se tienen pocas crías y de mala calidad genética, presentándose el apareamiento y parición en épocas inadecuadas, lo que no permite tener registros de reproducción suficientes para los programas de mejoramiento genético (Delgado, 2002).

Además el método de sincronización anexa a la superestimulación ovárica permitirá predecir la presencia de un folículo preovulatorio, para el servicio de monta o inseminación artificial, pero no sin antes tener registros de la terna, por

otro lado la técnica de superestimulación ovárica en camélidos y otros animales domésticos nos permiten aprovechar de manera eficiente la aptitud productiva de llamas de alto valor genético, que contribuidos por la fertilización en vivo, monta natural post superestimulación y superovulación o fertilización en vitro post colección y maduración de ovocitos in vitro, permiten tener embriones de llama, expresándose el resultado de estas en índices reproductivos, productivos buenos. Asimismo esta nos permite acortar el intervalo generacional, siendo una decisión acertada para emprender programas de mejoramiento genético y la conservación posterior del material genético por periodos largos, constituyéndose en una herramienta que aumenta el numero de animales en la explotación ganadera. Por esta razón este experimento fue diseñado con los siguientes objetivos: evaluar el efecto hormona y sitio de aplicación sobre la respuesta folicular ovárica en llamas superestimuladas y evaluar el efecto hormona y sitio de aplicación sobre la calidad del complejo ovulo - cumular en llamas superestimuladas.

2. Materiales y métodos

Localización del trabajo de campo y de Laboratorio

El trabajo de campo se realizó en la comunidad de Masaya que se encuentra en el Municipio de Laja, segunda sección Provincia Los Andes, el trabajo de laboratorio se realizó en los predios de la Unidad Académica de Tiahuanaco que se encuentra en la Provincia Ingavi del departamento de La Paz, ubicado a 72 km de la ciudad de La Paz, entre las coordenadas 17°35' a 18°17' de latitud sur y 68°20' a 69°08' de longitud oeste y a una altura de 3.883 msnm.

Procedimiento experimental

Mediante palpación rectal se pudo identificar la etapa de desarrollo folicular o la presencia de un folículo dominante ($\geq 7\text{mm}$). Identificado el crecimiento folicular, se procedió a la sincronización utilizando un implante de dispositivo intravaginal (DIV) impregnado con 0,5g de progesterona, el dispositivo permaneció durante seis días, conjuntamente con la inyección de 1 mg/ml de benzoato de estradiol. Para la superestimulación se utilizó el siguiente protocolo:

El implante del dispositivo se la realizó el día cero de cada tratamiento, permaneciendo por seis días en el interior de la vagina del animal. El primer tratamiento de superestimulación ovárica (IM eCG), se realizó con la inyección única de 1.000 UI de gonadotropina de suero de yegua preñada (eCG) por vía intramuscular, el séptimo día después del implante del dispositivo (ID). El segundo tratamientos de superestimulación ovárica (ISMV eCG), se realizó con la inyección única de 150 UI de gonadotropina de suero de yegua preñada (eCG) por vía intrasubmucosa vulvar. El tercer tratamiento de superestimulación ovárica (IM FSH), se realizó con la inyección intramuscular de 0,25mg de FSH repartidas en seis dosis en forma descendente, administradas una dosis cada 12 hr por durante tres días. El cuarto tratamiento de superestimulación ovárica (ISMV FSH), se realizó con la inyección de 0,87mg de FSH, repartidas en tres dosis de forma descendente una dosis cada 24 hrs.

El día 14 se realizó la cirugía de animales, teniendo en cuenta como día cero el inicio de la sincronización, en el laboratorio de cirugía de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de UCB, se realizó la laparotomía para exteriorizar los ovarios superestimulados. La aspiración de los complejo ovuló - cumular (COC) se

realizó mediante punción con jeringa de 10 ml y una aguja Nro. 18. Aspirados los folículos se procedió al conteo de oocitos, este trabajo se realizó dentro la cámara de flujo laminar, que brinda calor y asepsia durante la búsqueda con la ayuda de un estéreo microscopio de 40 a 60x. Los oocitos encontrados durante la búsqueda son trasladados a cajas Nunc de cuatro posillas con medio de cultivo M – 199 en un volumen de 1,5 a 2 ml.

El cultivo de oocitos se realizó en 0,5 ml de medio M – 199, dispuesta en las cajas Nunc. La evaluación de oocitos se realizó a 32 h de cultivo dividiéndolos por diferentes estados morfológicos como complejo óvulo cumulares expandidos, compacto, desnudos y degenerados. Se tomaron los oocitos de calidad tipo A con presencia de capas de células de cúmulos ≥ 5 . Se utilizó un diseño completamente al azar con dos factores para el análisis de los datos experimentales.

3. Resultados y discusiones

Análisis de la respuesta folicular ovárica en total de folículos por procedimiento superestimuladorio en llamas

Según el análisis de varianza, los resultados presentaron diferencias no significativas ($p \geq 0,05$) para los factores hormona y sitio de aplicación, pero si fueron altamente significativas en la interacción hormona por sitio de aplicación. El promedio en la respuesta folicular ovárica total con tratamiento de FSH fue 20,33 y 15,33, con eCG 15,66 y 22,66; en llamas superestimuladas. En el análisis de varianza de efectos simples, se observa que la interacción de SITIO+eCG, HORMONA+IM Y HORMONA+ISMV presenta diferencia altamente significativa ($P \leq 0,01$), la interacción de SITIO+FSH presenta diferencia significativa ($P \leq 0,05$) correspondientemente.

La respuesta folicular ovárica a efecto de PS de eCG ISMV se debe a la vida media prolongada de la hormona eCG y el sitio de aplicación, los resultados favorables para el PS con FSH se debe a efecto de número de dosis aplicada en función a tiempo. Por tal razón en el PS de FSH a nivel ISMV se tiene número de folículos bajos por que sólo se administro tres dosis cada 24 h un total de 0,87g de FSH.

Ratto M. *et al.*, (2005) indica que la respuesta folicular ovárica varia independientemente al procedimiento superestimuladorio con hormonas exógenas por la variabilidad fisiológica de cada unidad experimental (individuo) que incide sobre la asimilación de la hormona exógeno y por ultimo quedando sin efecto, al mismo atribuye Buke citado por Palomino H. (2000) donde los procedimientos superestimuladorios múltiples dentro de una unidad experimental muestran inmunidad al efecto de hormonas exógenas.

Análisis de la respuesta folicular a los procedimientos superestimuladorios del ovario izquierdo

Según el análisis de varianza los resultados presentan diferencias significativas ($p \geq 0,05$) para el factor horma y diferencias altamente significativas en la interacción hormona y sitio de aplicación. Y no significativas en el factor sitio. El promedio de folículos presentes en el ovario izquierdo a efecto de procedimientos superestimuladorios se tiene medias de 10,66 y 6,33 F/PS para FSH; 8,66 y 13,33 F/PS para eCG respectivamente.

El número de folículos superiores en el ovario izquierdo a efecto de procedimiento superestimuladorio con eCG se debe al control exógeno de la dinámica folicular y el reclutamiento de folículos pre-antrales para la maduración y crecimiento folicular múltiple.

Aller et al., (2007) indica que la respuesta folicular ovárica de llamas es afectado por el estado fisiológico de la llama, por el ambiente y la genética mismo del individuo, a si como pude haber llamas hembras con presencia de folículos dominantes en periodos cortos post ovulación como también la existencia de FD tardías, dado por el crecimiento folicular sobrepuesta a la regresión. Así mismo no se puede observar el total de folículos desarrollados por estar internamente en el ovario. Del Campo (2007) indica que la anatomía del aparato reproductor de la hembra presenta mayor irrigación sanguínea en el ovario izquierdo a diferencia del ovario derecho. Razón por la cual se lleva la implantación del embrión en el cuerpo ipsilateral izquierdo.

En el análisis de varianza de efectos simples se observa que la interacción de SITIO+FSH, SITIO+eCG y HORMONA+ISMV presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), la interacción de HORMONA+IM no presenta diferencia significativa. La respuesta folicular ovárica a efecto de PS diferentes se debe al control exógeno de la dinámica ovárica de las llamas superestimuladas y por la vida media de las hormonas al encontrar resultados favorables para los tratamientos con eCG a nivel intrasubmucosa vulvar y esta se debe a la actividad inmediata sobre los ovarios a diereferencia de la aplicación a nivel intramuscular y los procedimientos con FSH. Asimismo el dato de 10,66 F/OVI dentro del PS FSH+IM se debe al número de dosis y tiempos de aplicación en las llamas (Ratto et al., 2005).

Análisis de la respuesta folicular a los procedimientos superestimulatorios del ovario derecho

Según el análisis de varianza, los resultados presentan diferencias no significativas ($p \geq 0,05$) para el factor horma, sitio y la interacción de hormona y sitio de

aplicación. La media general de folículos totales por procedimiento superestimulatorio (PS) en el ovario derecho fue 8,91 de folículos/PS.

Análisis de la respuesta folicular ovarica a los procedimientos superestimulatorios para folículos subordinados

Según el análisis de varianza, los resultados presentan diferencias no significativas ($p \geq 0,05$) para el factor horma y sitio ni en la interacción de hormona por sitio de aplicación. Los resultados para los PS con eCG y FSH se atribuyen al sitio de aplicación y características de la hormona y sobre todo al numero de folículos que no alcanzaron a formar el antro folicular. Esta al no contener las células de la teca externa que sirven de receptores no llegan a madurar, lo contrario ocurre para los folículos dominantes.

Debemos indicar también que a efecto de la hormona la aplicación de la FSH solo tiene su actividad durante cinco minutos y luego se excreta, el mismo que solo es recepcionado por los folículos secundarios que forman las células de la teca externa. Para eCG siendo la hormona de larga vida media permanece más del tiempo que necesita el ciclo folicular, desminuyendo su activad consecuentemente lo que provoca que haya mayor desarrollo en tamaño y número de folículos, Delgado (2008).

Los folículos subordinados < a 6mm no presentan antro folicular por tanto no se garantiza su maduración in vitro, talvez en los posteriores trabajos con medios de cultivos mucho mas buenos se pueda permitir su maduración in vitro (MIVO). Así mismo se obtienen COCs en estado de maduración nuclear temprana como la no existencia de cuerpo polar y la vesícula germinal quedando deshabilitado para la fecundación in vitro (IVF) Ratto M. et al., 2005.

Análisis de la respuesta folicular ovárica a los procedimientos superestimulatorios para folículos dominantes

Según el análisis de varianza, los resultados presentan diferencias no significativas ($p \geq 0,05$) para el factor horma, sitio y en el efecto de la interacción. El promedio de folículos dominantes (FD) por PS, dió 15,33 y 11,66 FSB para los PS con FSH; 11,00 y 15,66 FSB para los PS con eCG.

Análisis del número de COCs colectados por procedimiento superestimulatorio

Según el análisis de varianza los resultados presentan diferencias no significativas ($p \geq 0,05$) para el factor horma y sitio, pero si muestra diferencias altamente significativas para el efecto de la interacción hormona por sitio aplicación. Ratto *et al*, (2005) indica que la respuesta folicular ovárica que el termino medio de la concentración de urea en la orina con una ración mixta corriente, se excretan unos 30 gramos en las 24 horas, con oscilaciones comprendidas entre las 20 y 40 gramos en humanos. Si bien estos datos no son utilizables para la comparación con los datos del trabajo de investigación, estos brindan una referencia y los valores encontrados son inferiores.

La media de número de complejo óvulo cumulares (COCs) obtenidos por PS en llamas es de 15,66 y 9,33 COCs para el PS con FSH y 11,33 – 17,66 COCs para los PS con PMSG respectivamente. En el análisis de varianza de efectos simples se observa que la interacción de SITIO+FSH, SITIO+PMSG y HORMONA+ISMV presentan diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$), la interacción de HORMONA+IM presentan diferencias no significativas correspondientemente. Dentro del PS con FSH se observa 15,66 COCs/UE para el PS con FSH a nivel IM, siendo superior al PS de eCG IM de 11,33

COCs/UE y FSH ISMV de 16,33 COCs/UE correspondientemente.

Análisis de el ranking de recuperación de COCS por procedimientos superestimulatorios (%)

El análisis de varianza muestra que existe deferencias significativas en ranking de recuperación de COCs para el factor hormona y sitio de aplicación pero si muestra diferencias significativas a efecto de la interacción de los factores. El promedio de ranking de recuperación de COCS por procedimiento superestimulatorio dió 76,33 y 57,00 en el PS con FSH y 72,66- 78,33 en el PS con eCG.

En el análisis de varianza de efectos simples se observa que la interacción de hormona y sitio de aplicación en todas las fuentes de variación no muestran diferencias significativas ($P \leq 0,05$). Los datos en ranking de recuperación de COCs/PS se encuentran por debajo de los datos por Sansinena correspondientes a 61% en la técnica de TUGA y 94% mediante laparotomía.

Características morfológicas de COCs, recuperados de cuatro procedimientos superestimulatorios con eCG IM, eCG ISMV, FSH IM y FSH ISMV

Después de 32 horas de cultivo en vitro de acuerdo al análisis de varianza y comparación de medias (Duncan) entre las hormonas eCG versus FSH no existen diferencias significativas. Así mismo no se encontró diferencias significativas entre sitios de aplicación IM versus ISMV pero si existe diferencias significativas entre las variables de respuesta, siendo diferente o superior con media de 9,17; 66,98% COCs compactos > 3 capas del 100% de COCs colectados al resto de las variables de respuesta (COCs expandidos, COCs desnudo y COCs degenerados).

La evaluación morfológica de COCs estuvo influido por la fisiología del animal, medio ambiente, manejo, pero principalmente por el medio de maduración y tiempo de maduración in vitro de COCs en medio M-199, donde la presencia de COCs expandidos se dió por el tiempo de crecimiento folicular dependiendo de la respuesta folicular ovárica a hormonas exógenas así mismo por los procedimientos de colección, búsqueda en placas, material y condición de trabajo de las mismas, siendo esta de $(1,50 \pm 1,34$ en promedio, correspondiendo el 11,11% del 100% de los COCs colectados evaluados). La evaluación de COCs expandidos no muestran diferencias significativas con respecto a los COCs desnudos y degenerados.

La cantidad de COCs desnudos y COCs degenerados obtenidos de la evaluación morfológica fue de 9,69% con relación al 100% de COCs evaluados, siendo inferior a las otras variables de respuesta, correspondiendo a $1,33 \pm 1,16$ de COCs desnudos y $1,50 \pm 1,39$ de COCs degenerados, del total de $13,50 \pm 1.681,33$.

Así mismo la evaluación realizada de COCs desnudos y degenerados son superiores con 9,69% al 0,5% de desnudos y 1,5% de degenerados obtenido por Ratto (2005), lo que significa que se tuvo una reducción mayor de COCs inadecuados para la fertilización in vitro, lo que se dió principalmente por la manipulación y el estado de desarrollo y regresión folicular da como resultado COCs inmaduros y degenerados.

Los resultados de COCs expandidos obtenidos de la evaluación del 100% de COCs evaluados corresponde a 11,11%, resultados que es inferior a 78% con FSH y 93% con eCG, esto da la percepción de que la técnica de recuperación de COCs y tiempo de la misma son importantes, en la técnica de laparotomía Sansi-

vena (2007) obtuvo un 77% de ovocitos maduros superior al de 44% obtenido por TUGA.

En COCs compactos se muestran resultados favorables con relación al mismo autor perteneciendo a un (66,98% del 100% de COCs evaluados), sumamente superior a 19,7% con FSH y 4,7% con eCG encontrados por Ratto (2005), esto por la influencia del medio de cultivo y el comportamiento de la osmolaridad y condición de cultivo in vitro (Delgado, 2008), esta variable de respuesta no sólo depende de los factores en estudio.

Evaluación de la maduración nuclear de ovocitos luego de 32 horas de cultivo in vitro obtenidos de tratamientos superestimulatorios con eCG IM, ISMV; FSH IM y ISMV

Del total de COCs compactos fijados del 36,67 (100%) de ovocitos fijados el 8,33 (77.35%) en promedio pertenecen a ovocitos en MII y el 8,33 (22.65%) corresponde a ovocitos degenerados.

La maduración de ovocitos a MII con el promedio general de 77,3% se pudo dar por el medio de cultivo y el tiempo de maduración. Así mismo el promedio general de ovocitos degenerados se pudo dar por la técnica de fijación y el tiempo de permanencia en la solución fijativo.

El promedios de ovocitos en MII encontrados están por enzima de 44% de ovocitos maduros encontrado por la técnica de TUGA por Sansinena et al, (2007), pero similar al obtenido por la técnica de laparotomía correspondiente a 77% por el mismo autor, la media general de ambas técnicas TUGA y laparotomía 74% es similar al obtenido en trabajo.

La similitud en porcentaje de maduración nuclear se influyó por la técnica de recuperación, lo que nos hace discernir que

por la técnica de laparotomía se realizó menor daño de COCs lo que permite la consistencia de cúmulos para su maduración y protección durante la manipulación.

Ratto et al, (2005) obtuvo un promedio de 64,2% de maduración del núcleo perteneciente a MII con el procedimiento superestimulador de FSH y 79,2% con procedimiento superestimulador de eCG. Así mismo en la maduración del núcleo de ovocitos in vitro a 28 horas se obtuvo un promedio de 78%, a 30 horas 81% y a 36 horas 80% de ovocitos en MII. Datos sin diferencias al obtenido en el trabajo.

Por esta razón señalamos la importancia del tiempo de cultivo in vitro ya que a tiempos cortos y prolongados muestra resultados desfavorables, siendo el tiempo medio la más óptima.

4. Referencias bibliográficas

- Aller J. F. 2007. Departamento de producción animal Biotecnología de la reproducción, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Balcarce.
- Conde A. P., Herrera C., Trasorras L. V., Giuliano M. S., Director A., Miragaya H. M., Chávez G. M., Sarchi I. M., Stivale D., Quintans C., Agüero A., Rutter B., Pascualini S. 2007. *In Vitro* production of llama (*Lama glama*) embryo by IVF and ICSI with fresh semen.
- Del Campo, R. R. Donoso M. X., Del Campo C. H., Rojo R., Barro C. 1992 In Vitro maturation of llama (*Lama glama*) oocytes In: Proceedings of the 12 th International Congress on Animal reproduction. Vol 1 pp 324 – 326.
- Delgado, P. 2002. Tesis de Grado. Componentes bioquímicos del plasma seminal de llama (*Lama glama*). Universidad Católica Boliviana. Carrera Ingeniería Zootécnica. La Paz – Bolivia.
- Delgado, P. 2008. Manual de procedimientos de cultivo *in vitro* de gametos. UAC – T – UCB.
- Delgado, P. 2008. Factors influencing survival of bovine spermatozoa during storage and related to the ratio of X-to Y-chromosome bearing spermatozoa. Master of Science Thesis. University of Arkansas. USA.
- Palomino H. 2000. Biotecnología del trasplante y micromanipulación de embriones de bovino y camélidos de los andes. Transplante de embriones en camélidos de los andes. Primera edición. Perú. A. F. E. editores importadores S. A. 1000 ejemplares. 430 p.
- Ratto, M.H., Berland, M., Huanca, W., Singh, J., Adams, G.P. 2005. In vitro and in vivo maturation of llama oocytes. *Theriogenology* 63, 2445–2457.
- Sansinena, M.J., Taylor, S.A., Taylor, P.J., Schmidt, E.E., Denniston, R.S., Godke, R.A. 2007. *In vitro* production of llama (*Lama glama*) embryos by intracytoplasmic sperm injection: effect of chemical activation treatments and culture conditions. *Anim. Reprod. Sci.* 99, 342–353.
- UNEPCA (Unidad Nacional Ejecutora Proyecto Camélidos), FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola), FDC (Fondo de Desarrollo Campesino) y CAF (Corporación Andina de Fomento). 1999. Censo nacional de llamas y alpacas de Bolivia. Centro de información para el desarrollo – CID. Bolivia.

DESARROLLO DE TRES PROTOCOLOS DE COLECCIÓN DE SEMEN EN LLAMAS (*Lama glama*) EN EL DEPARTAMENTO DE LA PAZ

Development of three semen collection procedures of llamas (*Lama glama*) in La Paz

Delgado Callisaya PA.¹; Quispe Patxipaty CH.²

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

1 Professor Reproducción Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto. E-mail address: Pedro. delgado@fulbrightmail.org, pedroangel73@gmail.com. Cel.: 591-78804644

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

It was evaluated three methods of llama semen collection, with the aim to describe the correct procedures to obtain semen through three techniques: electroejaculation, modified artificial vagina (MAV) in a dummy of crupper, and the intravaginal sheath (IVS). The recommended procedure for electroejaculation is first, to stimulate to the male with a female llama, after that it is needed to hold in a table designed specifically for electroejaculation in a ventral decumbency position. Applying ketamina 2,9 mg/kg BW, also it is necessary to clean up the penial region and the feces from the rectum. After that, it is inserted the ring-like transducer localizing above to the prostate gland for electrical stimulation of the ejaculation. The MAV present some modification such as: to have a volume capacity of 600 ml of water. To maintain 19 to 20 min with a temperature of 38 to 37°C, to have a manometer for intern pressure evaluation. The MAV is hold to the dummy of crupper, putting it above to the female llama which is in ventral decumbency. The male copulate a deposit the semen in the collector glass designed for this VAM. For the IVS it was constructed an dispositive that hold the IVS above the body of the female llama. The IVS is introduced inside the vagina of the female llama which is in ventral decumbency. The male copulate and deposite semen in the IVS. The ejaculated from the three methods were evaluated and they presented: Milk White color and creamy White; a volume of 1.4, 3.3 y 2.5 ml; a pH de 7.7, 7.4 y 7.5; a viscosity of 2.7, 5.2 y 5.08 cm, a concentration of 48, 99 y 85 ($\times 10^6$ epz/ml), a motility of 66.5, 82.5 y 86.2 (%) and a vitality of 70.6, 88.8 y 90.8 (%) respectively. In short, the three methods are effective, but, the MAV was more effective, following after that to the IVS and the electroejaculation method.

Keywords: Artificial vagina, llamas, electroejaculation, intravaginal sheath.

Resumen

Se evaluó tres métodos de colección de semen de llamas con el objetivo de describir los protocolos de colección de semen mediante las técnicas de electroeyaculación; vagina artificial modificado (VAM) en maniquí de grupa y funda intravaginal (FIV). El procedimiento recomendado para la electroeyaculación es la de estimular primeramente al macho visualmente con una hembra, luego sujetar a este en una mesa de electroeyaculación en posición de decúbito ventral para aplicarle ketamina 2,9 mg/kg de PV, desenvainar el pene mientras se limpia de heces el recto, se inserta los electrodos de tipo anillo ubicándolos sobre la próstata para estimular eléctricamente para la eyaculación. La VAM presenta algunas modificaciones como: tener una capacidad de 600 ml de agua y mantener por 19 a 20 minutos una temperatura entre 40 a 37°C, poseer manómetro para adecuar la presión interna, la VAM se sujeta en el maniquí de grupa, para acoplarlo a una llama hembra en posición de decúbito ventral. El macho monta y deposita el semen en el vaso colector de la vagina artificial. Para la FIV se construyó un arnés porta funda, se introdujo la funda intravaginalmente después de haber atado a la llama en posición de decúbito ventral, el macho introduce el pene y eyacula en la funda sujeta en el arnés. Los eyaculados obtenidos por electroeyaculación, VAM y FIV en promedio fueron: color blanco lechoso y blanco cremoso, volumen 1,4; 3,3 y 2,5 ml, pH de 7,7; 7,4 y 7,5, viscosidad de 2,7; 5,2 y 5,08 cm, concentración de 48, 99 y 85 ($\times 10^6$ epz/ml), una motilidad de 66,5; 82,5 y 86,2(%) y una vitalidad 70,6; 88,8 y 90,8(%) respectivamente. Estos datos muestran que cualquier de los métodos mencionados son eficaces pero el más sobresaliente es el de VAM seguido por el FIV no estando lejos en calidad espermática los eyaculados obtenidos por electroeyaculación.

Palabras clave: vagina artificial, llamas, electroeyaculación, funda intravaginal.

1. Introducción

Uno de los factores importantes en la producción camélida es la reproducción, puesto que el comportamiento sexual varía de acuerdo a la especie, y en el caso particular de los camélidos sudamericanos, estas presentan características muy peculiares. La colección de semen tiene grandes inconvenientes, tales como la duración de la cópula, la posición de cópula, el lugar de depósito del semen y su aspecto, dificultando de esta manera su manipulación con fines investigativos.

Hasta la actualidad, no se tiene información concreta sobre el mejor método de

colección de semen en llamas, además, que los diferentes métodos de colección de semen no tienen un protocolo que permita optimizar los procedimientos para la obtención de una buena calidad de eyaculado, siendo este el factor limitante para implementar programas de inseminación artificial en las zonas llamerías.

Por lo tanto, se pretende brindar protocolos de colección de semen de llamas por las técnicas de electroeyaculación, vagina artificial en maniquí de grupa y funda intravaginal, comparando las características macro y microscópicas del semen de llama.

2. Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la comunidad de Achaca del municipio Tiahuanacu. Para el primer tratamiento (colección de semen por electroeyaculación) se utilizó un electroeyaculador construido por Cruz A., (2011), con las siguientes características: es de tipo analógico, funciona con alimentación de energía eléctrica ó batería de 12 voltios, frecuencia cíclica regulable de 53 a 478 hertzios. Descarga de voltaje de 0 a 43 voltios. El transductor utilizado fue el de tipo anillo.

Para evitar obtener un eyaculado contaminado con orina se estimuló la micción. Se realizó la estimulación visual al macho con una llama hembra sujeta en posición de decúbito ventral durante 10 minutos aproximadamente evitando que el macho penetre el pene a la vagina. Estimulando una buena concentración de espermatozoides. Se sujetó al macho y tranquilizó con 2,9 mg de ketamina por kg de peso vivo IV (Alfasan, WOERDE – HOLLAND),

Se introdujo el vástago humedecido con agua tibia por el ano con los electrodos orientados ventralmente quedando ubicados sobre la próstata. Se usó guantes de látex, se procedió a realizar la liberación del pene de la cavidad prepucial y se sujetó con una tira de gasa estéril para facilitar la penetración del pene al tubo colector. Los pulsos eléctricos consistieron en 3 series:

La primera consistió en 1 estímulo de 1 voltio volviendo a 0 voltios luego un estímulo de 2 voltios volviendo a 0, luego un estímulo de 3 voltios de la misma manera hasta llegar a 12 voltios por 3 segundos. la segunda consistió en 1 estímulo de 5 voltios volviendo a 4 voltios luego un estímulo de 6 voltios volviendo a 4 voltios luego un estímulo de 7 volviendo a 4 voltios de la misma manera hasta llegar a

10 voltios por 3 segundos. Y la tercera de 5 voltios hasta 9 voltios por 3 segundos de la misma manera que las anteriores, todos los estímulos eléctricos duraron entre 10 a 12 minutos.

Para el segundo tratamiento (colección de semen por vagina artificial en maniquí de grupa) se elaboró un vagina artificial que se adapte a un maniquí de grupa citado por Delgado (2003) que tiene las siguientes características.

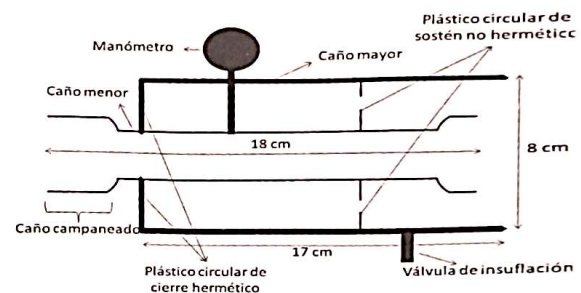


Gráfico 1. Esquema de vagina artificial

Para la construcción del maniquí de grupa se utilizó el diseño utilizado por Delgado (2003), que consiste en moldear un turril en forma de una máscara que cubriese la grupa de una llama en posición de decúbito ventral, los bordes y lugares donde caería el peso de la llama macho, se sujetaron (soldó) con fierros de construcción, en la parte posterior con una amoladora se hizo una perforación de 15 cm de diámetro aproximadamente a una altura de 14 cm de altura, seguidamente se acomodó la pequeña tabla circular con perforación circular de 6 cm en el punto medio a la altura de 14 cm para acomodar la vagina artificial.

Seguidamente, se forró el material metálico con un cuero de llama sujetando todos los bordes con un alambre delgado, luego se procedió a pegar con chinchas un cobertor de goma (neumático de automóvil) sobre el orificio preparado para acomodar la vagina artificial. Éste cobertor

de goma ayudó a no ensuciar el pene del macho con impurezas del entorno. Se sujetó la vagina artificial en el maniquí de grupa, a una altura de 14 cm desde la base del suelo con una banda elástica que es parte del maniquí de grupa.

Para el tratamiento 3 (colección de semen por funda intravaginal) se moldeó una tela de manera que cubra la región de la grupa, para luego ubicar con exactitud la región de la vulva, donde se fijó el dispositivo portafunda, este dispositivo se preparó de la tapa a presión de un recipiente de cemento de contacto, donde se buscó que el dispositivo tenga la capacidad de poder mantener la entrada de la funda abierta.

La funda intravaginal consta de un preservativo (condón) de uso humano libre de espermicida, se lavó con detergente y se enjuagó con varios cambios de agua destilada, garantizando que no quede nada de espermicida y un tubo de centrifugación de plástico modificado a 4 cm de longitud. Se realizó un pequeño corte en el receptáculo del condón por donde se introdujo la boca del pequeño tubo de centrifuga cortado y estéril, seguidamente se sujetó con cinta aislante para que la funda no se suelte del tubo. Se lubricó el tubo colector con aceite de cocina y se introdujo en la vagina de la llama hembra previa sujeción en posición de decúbito ventral, usando un guante de látex y por el recto se dirigió por presión el tubo colector arrastrando la funda hasta la cervix o hasta que el anillo de la funda esté sobre la vulva. Luego, se sujetó con los broches el arnés porta funda al cuerpo de la llama hembra en posición de decúbito ventral, se ubicó el dispositivo porta funda sobre la vulva, después se tomó el anillo de la funda y enganchó en el dispositivo porta funda teniendo cuidado en no romperlo.

Terminada la monta 10 a 15 minutos después, se desenganchó el anillo de la

funda del dispositivo portafunda, seguidamente con mucho cuidado se jaló la funda intravaginal desalojando el tubo colector y cubriéndolo rápidamente del ambiente climático, para su traslado al laboratorio y posterior evaluación. El arnés se retiró desabrochando los broches. Para el análisis de datos de los eyaculados de las llamas obtenidos por los diferentes métodos de colección, se utilizó estadística descriptiva.

3. Resultados y discusiones

3.1 Descripción del protocolo de colección de semen por electroeyaculación

a) Estimulación a la micción de orina

Para evitar obtener un eyaculado contaminado con orina se debe proceder a estimular la micción llevando al animal a la estercolera, en caso de que el animal no miccione en la estercolera, se debe realizar masajes en la vejiga o finalmente presionarla forzando la micción, este procedimiento se debe realizar 15 a 20 minutos antes de someterle a la electroeyaculación.

b) Estimulación visual con hembra

En el presente trabajo se obtuvieron mejores resultados en las características del eyaculado de aquellos machos que fueron estimulados con una hembra e posición de decúbito ventral 5 a 10 minutos antes de ser sometidos a la electroeyaculación, de preferencia una hembra receptiva. Una hembra que no esté receptiva y en posición de decúbito ventral hace que el macho sólo se canse y estrese intentando cubrirla, al parecer este estrés por intentar cubrir a la hembra inhibe la eyaculación de espermatozoides por los pulsos eléctricos.

c) Sujeción en la mesa de electroeyaculación

Se sujeta al macho en posición de decúbito ventral con una soga de sujeción para luego posicionarlo sobre la mesa de electroeyaculación inmovilizándolo con las sogas de sujeción de la mesa de electroeyaculación. Este procedimiento ayuda a que los electrodos del transductor se asienten de mejor manera sobre la próstata, además de sujetar al macho en posición de decúbito ventral reduce el número de operadores que intervienen en esta técnica de colección a comparación de cuando se dispone al animal en una posición de decúbito lateral.

d) Dilatación del esfínter anal y limpieza del recto

Con el objeto de que exista contacto directo entre los electrodos del vástago y el tejido rectal que cubre la próstata, se debe proceder a realizar una limpieza de las cagarrutas presentes en el recto, estos dificultarían que los pulsos eléctricos lleguen a tener contacto con las terminales nerviosas de la próstata, afectando directamente sobre la calidad de la eyaculación. Para este fin se debe realizar la dilatación del esfínter anal humedeciéndolo con agua a 25°C o con algún gel no irritante, introduciendo los dedos de la mano cuidadosamente en el recto, luego se debe humedecer el recto introduciendo agua con una jeringa en un volumen de 10 a 15 ml aproximadamente.

e) Administración del anestésico

Para mantener al animal anestesiado por aproximados 12 a 15 minutos, se administra ketamina en una dosis de 2,9 mg/kg de peso vivo, el sitio de aplicación es en la vena yugular a nivel de la cuarta vértebra cervical del surco yugular, para tal efecto es necesario realizar una desin-

fección con alcohol al 70%. En algunas ocasiones es muy dificultoso introducir la aguja hipodérmica en el torrente sanguíneo, pues en estos casos se busca otras alternativas como la vena safena o la vena radial.

f) Limpieza de la región prepucial

Cuando el animal está sujetado en una mesa, el tiene una abertura a la altura de la región prepucial, cualquier impureza tiende a caer por gravedad y puede llegar a contaminar la muestra colectada, para evitar esto, es necesario realizar una limpieza con una toalla húmeda, mejor si está caliente lo que relajará algunos músculos y facilitará el proceso de colección. Este procedimiento se realiza inmediatamente o paralelamente a la administración del anestésico.

g) Introducción y ubicación del transductor

Este procedimiento se realiza humedeciendo con agua a 25°C por el tipo de transductor a utilizar, el objetivo principal de este procedimiento es ubicar los electrodos ventralmente sobre la próstata, el transductor tipo anillo facilita la identificación de los órganos del aparato reproductor del macho, de esta manera se ubica fácilmente sobre la próstata, este procedimiento debe realizarse inmediatamente luego de la administración del anestésico.

h) Desenvaine peneprepucial

Este procedimiento se realiza paralelamente a la introducción del vástago, consiste en exponer el pene fuera de su cobertura prepucial y fijarlo con una tira de gaza, en algunos casos es difícil de realizar este procedimiento, entonces se aprovecha los primeros estímulos eléctricos los cuales provocan una erección

parcial. Se vió que el desenvaine pene-prepucial ayuda a obtener un eyaculado libre de impurezas, en procedimientos de electroeyaculación en las que no se realizaron ésta práctica se obtuvieron eyaculados con un alto porcentaje de espermatozoides muertos pudiéndose deber al contacto con restos de orina u otros fluidos que humedecen la cobertura prepucial siendo éstas nocivas para los espermatozoides.

i) Estimulación eléctrica

La respuesta de los animales a los estímulos eléctricos es muy variable, incluso en el mismo animal, esto tal vez se deba a que los electrodos del vástago se acomodan de diferente manera sobre la próstata en cada animal, pudiendo ocurrir lo mismo en el mismo animal, afectando de esta manera que los pulsos eléctricos no tengan contacto con las terminales nerviosas de la próstata, por consiguiente no exista eyaculación y si bien existe puede ser plasma seminal.

Sin embargo, los resultados obtenidos en el trabajo fueron con los impulsos eléctricos divididos en tres series, una primera que consistió en estímulos de 1 voltio subiendo este voltaje hasta 12 con duración en cada acenso de voltaje de 3 segundos, la segunda serie consistió en estímulos de 1 voltio a partir de 4 voltios hasta llegar a 10 voltios por 3 segundos y la última serie de 5 hasta 9 voltios por 3 segundos de duración por cada voltio ascendido.

La forma de saber que los electrodos están mal localizados se manifiesta cuando el animal realiza movimientos bruscos o que no exista eyaculación ni erección del pene, en estos casos se debe imaginar anatómicamente la ubicación de la próstata, entonces se podrá introducir el vástago más profundamente, sacar el vástago próximo a las glándulas bulbou-

retrales o presionar el vástago hacia el hueso púbico, una de estas acciones hará que exista una mínima erección parcial del pene, entonces se debe realizar pequeños movimientos de vástago hasta ubicar el nervio que estimule la eyaculación.

3.2 Descripción del protocolo de colección de semen por vagina artificial en maniquí de grupa

a) Vagina artificial y maniquí de grupa

Es un equipo de colección de semen de llamas que se conoce poco, ésta técnica de colección de semen es aplicada en muchas investigaciones (Delgado, 2008). En el trabajo se utilizó la vagina artificial modificada con sus accesorios (funda cónica de colección de semen en bovinos, bandas elásticas y vaso colector) y el maniquí de grupa.

b) Descripción de la vagina artificial

Se construyó una vagina artificial con las siguientes características:

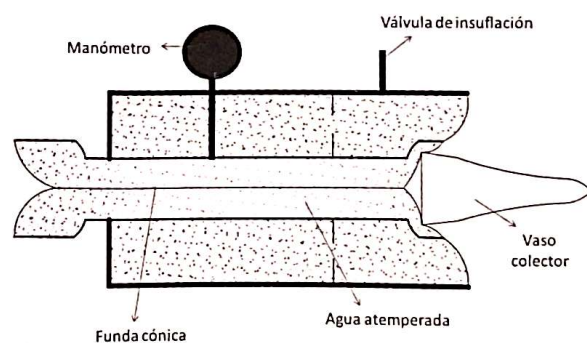


Gráfico 2. Descripción de vagina artificial

- Tiene una capacidad de contención de agua de 600 ml.
- Capacidad de mantener la temperatura entre 41 a 37°C durante 19 a 21 minutos, gracias al volumen de agua que contiene.

- Utiliza únicamente la funda cónica para colección de semen en bovinos.
- Tiene la capacidad de medir la presión interior del agua y aire gracias al manómetro y su control por la válvula de insuflación.

Entre el diámetro mayor y menor de la vagina artificial se aloja un mayor volumen de agua atemperada, lo que permite mantener calor interno por más tiempo, en comparación con otros modelos por ser una ventaja, ya que no se interrumpe la colecta para la reposición de agua atemperada como se lo realiza con los otros modelos de vagina artificial. Además, no es de mucha importancia cubrir toda la estructura de la vagina artificial con toallas o frazadillas térmicas para mantener la temperatura interna como en los demás modelos de vagina artificial (tipo carnero).

El caño menor reduce la luz de la funda, pues se observó que en otros modelos de vagina artificial son amplias y muchas veces no agrada a todos los machos. Es muy posible que la reducción de la luz de la funda interna hace que las terminales nerviosas del pene tengan mayor contacto con la funda de látex, estimulando de esta manera la eyaculación en menor tiempo.

El manómetro mide la presión del agua y aire en el diámetro menor cerca de la funda, dando como referencia la presión necesaria de la vagina artificial, al cual los machos responden favorablemente, para regular la presión está la válvula de insuflación mediante el cual se rebaja o aumenta la presión.

El vaso colector utilizado en este trabajo fue de uso para colección de semen en carneros, con una pequeña reducción en la boca, debido a que el sujetor de vaso colector de la vagina artificial es reducido.

c) Descripción del maniquí de grupa

Se construyó un maniquí de grupa para colección de semen de llamas basado en el trabajo de Delgado (2003), el cual está en la capacidad de soportar machos de hasta 180 kg de PV. La estructura metálica está cubierta por un cuero de llama hembra, interiormente, con fines estéticos está forrado con una tela, además lleva un fierro metálico en sentido horizontal el cual cumple la función de sujetar y mantener la vagina artificial a una altura aproximada de 14 cm desde la base del piso.

Este maniquí de grupa lleva en la parte posterior un cobertor de goma, el cual cumple la función de impedir el contacto del pene del macho con la fibra del cuero que cubre el maniquí y disminuir los riesgos de contaminación de la eyaculación.

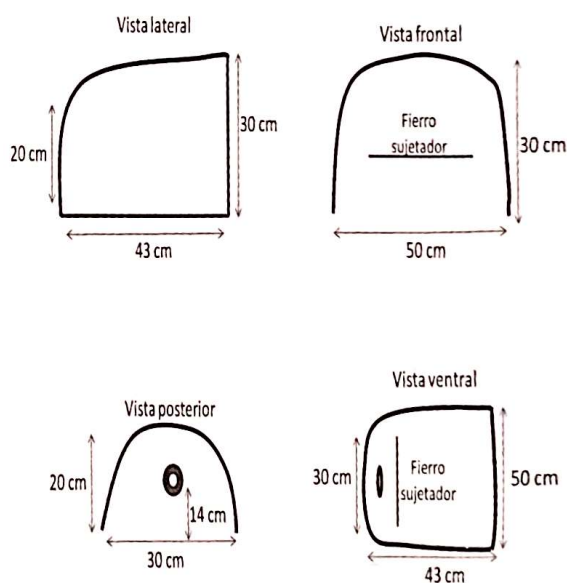


Gráfico 3. Forma y dimensión del maniquí de grupa

En el gráfico 3 se observa que el largo del maniquí de grupa es de 43 cm por 30 cm de altura mayor y 50 cm de ancho mayor, este espacio alojará a la vagina artificial y a una parte de la grupa de la hembra en posición de decúbito ventral (vista lateral y vista frontal), también se observa que

la parte posterior de la grupa reduce de tamaño, porque al momento de la cópula, el macho necesita apoyarse cómodamente al maniquí.

Este maniquí de grupa no tiene la necesidad de ser fijado con correas, sogas u otros sujetadores a la llama hembra pues por su peso (10 kg) basta con simplemente acoplarla.

d) Armado de la vagina artificial

Se introduce el extremo menor de la funda cónica en el caño menor de la vagina artificial modificada, ligándolo con una banda elástica, se asegura que no exista fuga de fluidos, seguidamente se agrega agua a 45°C hasta el ras del caño mayor, cerrando con el extremo mayor de la funda cónica y ligándolo con otra banda elástica para que no exista ninguna fuga de fluidos.

El vaso colector se acopla en el cilindro de acople de la vagina artificial de forma muy segura para que no exista fuga del eyaculado, para evitar el shock térmico de los espermatozoides con la temperatura del ambiente, se cubre el vaso colector con una toalla atemperada, se observó que una toalla de color negro proporciona mayor calor al vaso colector influyendo esto en la vitalidad y motilidad de los espermatozoide del eyaculado.

Finalmente, por la válvula de insuflación de la vagina artificial, se procede a insuflar con aire hasta alcanzar una presión de 0,05 bares, determinado por el manómetro de la vagina artificial modificada. Para hacer que la vagina artificial modificada mantenga por mucho más tiempo la temperatura se puede cubrir con frazadillas de algodón, pues éstas tienen una capacidad de mantener calor por más tiempo.

e) Sujeción de la vagina artificial en el maniquí de grupa

Una vez que la vagina artificial está lista, inmediatamente se procede a sujetar en el interior del maniquí de grupa con el soporte dispuesto para este fin a una altura aproximada de 14 cm desde el nivel del suelo, la posición de la vagina artificial debe estar ligeramente inclinado con el vaso colector hacia el nivel del suelo a similar localización topográfica del tracto reproductor de la hembra.

f) Acoplado del maniquí de grupa a la llama hembra

Este procedimiento requiere que la llama hembra esté sujeta en posición de decúbito ventral, luego se acopla el maniquí de grupa aparentando que ésta es parte de la grupa de la llama hembra. En situaciones donde se utiliza una llama nerviosa, esta comenzará a moverse y tratar de escapar haciendo que el maniquí de grupa se mueva también, entonces es necesario sujetarla con la cabeza al piso cubriéndolo con una capucha o vendándole los ojos.

g) Monta de la llama macho a la hembra con el maniquí de grupa

Una vez armado la vagina artificial, sujetado en el maniquí de grupa y acoplada a la llama hembra (2 a 4 minutos aproximadamente), se debe hacer que el macho monte al maniquí de grupa de manera calmada, pues los movimientos bruscos realizados por el macho o por la hembra pueden hacer que el maniquí de grupa se mueva, algunos machos con temperamento nervioso podrán dudar en realizar la monta inmediatamente, para evitar esto, es mejor que un operador tenga el control de la hembra y otros sujete el maniquí de grupa hasta que el macho monte cómodamente.

Una vez que el macho monte, se espera unos segundos hasta que el pene por la erección se exponga y pueda introducirlo en la vagina artificial, en algunos casos es necesario dirigir el pene para su introducción. Si algunos machos retiran el pene de la vagina artificial durante la monta, se da una señal de que la temperatura o la presión no son las adecuadas, entonces se debe realizar la verificación y el control de estos factores. Si el macho a pesar de la adecuada presión y temperatura de la vagina artificial insiste en retirar el pene, se debe insistir en dirigir el pene a la vagina artificial con un guante de látex.

h) Retiro del maniquí de grupa y vagina artificial

Se vio que existe eyaculación incluso a los 2 minutos de haber introducido el pene a la vagina artificial se tomó un tiempo máximo de 15 minutos para la monta. Pasado este tiempo, se retira al macho para luego retirar el maniquí de grupa, haciendo que el eyaculado se sedimente en el vaso colector, esto se logra haciendo que la vagina artificial esté con el vaso colector en sentido vertical. Una vez separado la vagina artificial del maniquí de grupa el eyaculado se traslada con mucho cuidado para su evaluación. No se debe exponer el eyaculado al sol, pues los espermatozoides son muy susceptibles a la radiación solar ocasionándoles la muerte.

una vez ubicada intravaginalmente.

El arnés cuenta con un pequeño dispositivo metálico construido artesanalmente que cumple la función única de sostener y mantener abierta la entrada de la funda intravaginal localizándose en la región de la vulva, pues la colección de semen por la técnica de fundas intravaginales tuvo el inconveniente de que la entrada de la funda quede colgada lo que dificultaba la penetración del pene del macho.

Para la fijación del arnés al cuerpo de la llama hembra, ésta debe estar en posición de decúbito ventral, las correas de arnés con las terminaciones en broches de plástico sujetan y hacen ajustable al cuerpo de la hembra. Además de sostener la funda, este arnés disminuye los riesgos de contaminación del eyaculado ya que cubre la región circundante a la vulva, impidiendo que impurezas pegadas en la fibra, cascarrias, etc. tengan contacto con el pene de la llama macho contaminando el eyaculado.

b) Armado de la funda intravaginal

Se toma un preservativo (condón masculino) lavado con detergente y enjuagado de varios cambios de agua destilada, libre de espermicida, se realiza un pequeño corte en el extremo de la entrada (receptáculo) del preservativo por el cual se introduce la boca de un pequeño tubo de plástico estéril, luego se sujeta con cinta aislante asegurando que la funda no se suelte del tubo. Este tubo cumple la función de arrastrar la funda al interior de la vagina y fijarse en la cervix, para evitar que se salga la funda.

El hecho de que la funda esté higiénicamente armada repercute en la obtención de un eyaculado con buenas características macro y microscópicas, en el caso de que el preservativo esté mal lavado se corre el riesgo de que la funda tenga

3.3 Descripción del protocolo de colección de semen por funda intravaginal

a) Descripción del arnés porta funda

Se confeccionó un arnés porta funda, cuya función principal es el sostener la entrada de la funda intravaginal sobre la vulva de la llama, para que el macho no tenga dificultades en introducir el pene a la funda

todavía espermicida o detergente o si el tubo esté mojado entonces se obtendrá eyaculados con espermatozoide muertos.

c) Introducción de la funda en el tracto reproductor de la hembra

La llama hembra debe estar sujeta en posición de decúbito ventral. Se lubrica externamente con aceite de cocina el pequeño tubo colector sujeta a la funda y se introduce en la vagina. Con la mano, utilizando un guante de látex y por el recto se dirige el tubo colector por presión arrastrando la funda hasta la cervix o hasta que el anillo de la funda esté sobre la vulva.

No se observó que existe lesiones en el tracto reproductor de la hembra al momento de colocar la funda intravaginalmente, sin embargo esta técnica puede realizarse con llamas hembras que no estén destinadas a la reproducción.

También puede anesthesiarse al animal vía epidural para que no sienta dolor al momento de la colocación de la funda. Es importante la utilización de productos no irritantes como lubricantes para no tener infecciones posteriores en el tracto reproductor de la hembra.

d) Colocado del arnés porta funda

La llama hembra debe estar en posición de decúbito ventral, luego se acomoda el arnés con el dispositivo porta funda sobre la vulva, seguidamente se sujeta con los broches del arnés, este no debe estar suelto ya que el dispositivo porta funda se movería de su lugar por el peso del macho, dificultando la penetración a la funda intravaginalmente ubicada.

Una vez que el arnés esté colocado se toma el anillo de la funda, con mucho

cuidado se engancha en el dispositivo porta funda. Hasta el momento de la monta, se debe evitar movimientos bruscos por parte de la llama hembra, pues también ocasionarían el movimiento del dispositivo porta funda.

e) Monta de la llama macho

Inmediatamente a la introducción de la funda y colocado del arnés, se debe hacer que la llama macho monte lo más tranquilo posible. Una vez que esté ubicado sobre la hembra, el pene se liberará por la erección y buscará la entrada de la vagina. En algunos casos, la penetración es inmediato pero en otros casos es necesario dirigir el pene para la penetración a la funda.

Se verifica cada cierto tiempo si el pene está introducido en la funda intravaginalmente ubicada o el dispositivo esté ubicado sobre la vulva.

f) Retiro del arnés y funda intravaginal

Concluida la monta (12 a 15 minutos aproximadamente), lo primero es desenganchar el anillo de la funda del dispositivo porta funda, luego se jala con mucho cuidado y firmeza desalojando lentamente el tubo colector ubicado intravaginalmente, en todo momento se debe evitar que el eyaculado tenga contacto con los rayos solares y con el medio ambiente, pues estos cambios bruscos podrían ocasionar la muerte o el bajo porcentaje de motilidad de los espermatozoides.

El manejo del eyaculado se recomienda bajo oscuridad, evitando su exposición al sol y una temperatura entre 33 a 36°C para tener resultados reales en la evaluación microscópica en laboratorio.

3.4 Descripción de los eyaculados post etapa de colección

3.4.1 Descripción de las características macroscópicas y microscópicas del semen colectado por electroeyaculación

Cuadro 1. Características macroscópicas y microscópicas del semen colectado por electroeyaculación

Macroscópicas	Promedio	D.S.	Extremos	
Color	Blanco lechoso		máx.	mín
Volumen (ml)	1,4	1,7	7,5	0,5
pH (Rango 0-14)	7,26	0,5	8	6,5
Viscosidad (cm)	2,7	0,7	4	1.5
Microscópicas				
Concentración (x106 epz/ml)	47,63	38,54	156	8
Motilidad %	66,5	12,22	85	40
Vitalidad %	70,6	8,9	85	60

Las características macroscópicas de los eyaculados de llamas obtenidos por electroeyaculación, se tuvo un volumen promedio de $1,4 \pm 1,7$ ml, color blanco lechoso, con un pH promedio de 7,26 y una viscosidad promedio de 2,7 cm (cuadro 6).

En las características microscópicas de los eyaculados obtenidos por electroeyaculación se tuvo una concentración espermática promedio de $47,63 \times 10^6 \pm 38,54 \times 10^6$ epz/ml, con una motilidad promedio de 66,5 % y una vitalidad de 70,6% (cuadro 6).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, comparados con los resultados de Giuliano M. (2007), en eyaculados obtenidos por electroeyaculación en llamas: el volumen $2,61 \pm 1,56$ ml, pH 7,2, concentración $61,66 \times 10^6$ epz/ml y una motilidad de $26,95 \pm 26,93\%$, son relativamente menores excepto la motilidad, este fenómeno se podría deber a que las muestras de los eyaculados fueron inmediatamente evaluadas en el mismo ambiente en la que se colectó, no sufrieron cambios bruscos de temperatura ya que el ambiente estuvo atemperado, además de que el tiempo de colección duró un máximo de 12 minutos, debido a que se perdía el efecto de la ketamina.

También se presume que como los animales destinados a la electroeyaculación fueron estimulados visualmente con una hembra, esto pudiera hacer que algún factor de activación se libere en el compuesto plasmático haciendo que un gran porcentaje de espermatozoides se muevan.

Jhonson L.R. (1989), obtuvo semen de llamas anestesiadas o sedadas, con pequeñas cantidades (0,1 a 0,5ml) con alta concentración pero no todos los intentos fueron exitosos. Posiblemente Jhonson L.R. (1989) utilizó el mismo animal repetidas veces, pues al parecer existe un factor que inhibe la eyaculación de espermatozoides en animales sometidos a esta técnica repetidas veces, es posible que en algún sentido este método de colección sea traumático para el animal sometido a este procedimiento de forma continua, por lo que se liberaría en el animal un posible factor que inhibe la eyaculación de espermatozoides haciendo que algunos intentos no tengan éxito.

Enciso M. (2009) colectó semen de cuatro vicuñas, los mismos fueron sometidos a este procedimiento en tres ocasiones en todo el estudio, obteniendo los siguientes resultados: color incolora y blanca semi lechosa, de consistencia ligeramente

viscosa a viscosa en todos los casos, pH de $7,09 \pm 0,16$, volumen $0,85 \pm 0,12$ ml, motilidad no progresiva $28,08 \pm 3,56\%$ y una concentración de $166,29 \pm 60,92 \times 10^4$ espermatozoides/ml.

Cárdenas, et al. (1987) realizaron un estudio comparativo de colección de semen mediante las técnicas de electroeyaculación y vagina artificial, se utilizó un electroeyaculador Plectron, obteniéndose buenos resultados con 60 cargas eléctricas de 2 segundos de duración, 14 voltios, 4 amperios, 25 ciclos/segundo y 2 segundos de descanso entre cada pulsación, el semen obtenido por este método fue de: volumen $1,0 \pm 0,47$ ml, concentración espermática 384.705/ml, moti-

lidad $48,2 \pm 15,6 \%$, pH $7,1 \pm 0,2$ siendo altamente diferentes a las características obtenidas mediante vagina artificial.

Realizando este tipo de comparaciones y desde todo punto de vista es muy difícil generalizar las causas a un solo factor, sin embargo los valores obtenidos son aceptables para realizar trabajos de fertilización in vitro, inyección intracitoplasmática además de que la viscosidad es baja en relación a eyaculados obtenidos por otros métodos.

3.4.2 Descripción de las características macroscópicas y microscópicas del semen colectado por vagina artificial en maniquí de grupa

Cuadro 2. Características macroscópicas y microscópicas del semen colectado por vagina artificial en maniquí de grupa

Macroscópicas	Promedio	D.S.	Extremos	
Color	Blanco lechoso		máx	mín
Volumen (ml)	3,25	1,39	5,6	0,8
pH (Rango 0-14)	7,33	0,44	8	6,5
Viscosidad (cm)	5,2	0,98	8	4
Microscópicas				
Concentración ($\times 10^6$ epz/ml)	99,78	60,19	245	20
Motilidad %	82,5	12,52	95	45
Vitalidad %	88,8	3,23	96	85

Las características macroscópicas de los eyaculados de llamas obtenidos con vagina artificial en maniquí de grupa fueron: volumen promedio $3,25 \pm 1,39$ ml, color blanco lechoso, con un pH promedio de 7,33 y una viscosidad promedio de 5,2 cm (cuadro 7). Las características microscópicas de los eyaculados obtenidos con vagina artificial en maniquí de grupa fueron: la concentración espermática promedio $99,78 \times 10^6 \pm 38,54 \times 10^6$ epz/ml, con una motilidad promedio 82,5% y una vitalidad de 88,8% (cuadro 7).

Fernández R. (2001) utilizando la misma técnica de colección de semen encontró

valores de: volumen $0,74 \pm 0,61$ ml, pH $8,26 \pm 0,24$, color blanco cristalino 69%, blanco gris 29% y blanco lechoso 2%, aspecto 42% de viscosidad alta, 33% viscosidad media y 25% viscosidad baja, concentración $46'562,500 \pm 46'372,753$ epz/ml, motilidad $32,52 \pm 22,82\%$ y vitalidad $70,04 \pm 25,99\%$.

En el presente estudio se encontró un valor superior en el volumen 3,25 ml en comparación a Fernández R. (2001), quien reporta 0,74 ml, posiblemente la vagina artificial modificada utilizada influyó de gran manera, ya que al reducirse la luz de la funda en comparación

a la vagina artificial (tipo carnero) que se utilizó por Fernández R. (2001), aumenta la superficie de contacto con el pene, estimulando las terminales nerviosas de manera continua haciendo que el animal eyacule más placenteramente y sería el factor para que el animal eyacule un volumen mayor.

De la misma manera sucedería con la concentración espermática, pues como el animal siente mayor comodidad con la vagina artificial modificada, las contracciones de los conductos deferentes y la ampolla serían mayores de manera que la expulsión de espermatozoides aumente, haciendo que la concentración de espermatozoides sea mayor por unidad de volumen.

La motilidad y vitalidad de los espermatozoides en los eyaculados por este método de colección son superiores a las reportadas por Fernández R. (2001), se debería a que en el presente estudio siempre se trató de dar un confort térmico a los espermatozoides del eyaculado, cubriendo el vaso colector con toallas negras atemperadas. Además, el macho realiza la monta de una manera muy placentera, uno de los componentes activadores del plasma seminal y éstas serían secretadas en mayor cantidad por las glándulas anexas, haciendo que gran

porcentaje de espermatozoides estén vivos y moviéndose al momento de la evaluación del semen.

De acuerdo al pH encontrado por Garnica J. (1998) 7,82 - 7,95, Fernandez R. (2001) 8,26, Blanco J., (2009) 7,58, los resultados obtenidos en el presente trabajo son menores Fernández R. (2001), menciona que los contenidos bajos en ácidos y altos en potasio y sodio serían los factores que afectan el pH del semen. Realizando una comparación y análisis de los distintos resultados obtenidos por diferentes autores, puede ser que el pH del semen varía de acuerdo a la concentración espermática, porque en eyaculados con mayor concentración espermática el pH es bajo y en eyaculados con concentraciones espermáticas bajas el pH es elevado.

En un eyaculado con alta concentración de espermatozoides ocurriría que exista un alto metabolismo y en un corto tiempo por parte de los espermatozoides, entonces el residuo (ácido láctico) de estos espermatozoides harían que el pH sea bajo (tendiente a ácido), de similar manera ocurriría en eyaculados cuya concentración espermática sea menor, el metabolismo espermático será menor y la producción de residuos (ácido láctico) también y por mayor tiempo.

Cuadro 3. Características macroscópicas y microscópicas del semen colectado por funda intravaginal

Macroscópicas	Promedio	D.S.	Extremos	
			máx	mín
Color	Blanco cremoso			
Volumen (ml)	2,5	0,81	3,5	1,5
pH (Rango 0-14)	7,5	0,44	8	6,7
Viscosidad (cm)	5,08	0,58	6	4,5
Microscópicas				
Concentración (x106ml)	85	36,87	130	25
Motilidad %	86,2	6,65	95	75
Vitalidad %	90,8	4,96	96	85

Las características microscópicas de los eyaculados obtenidos por el método de colección de semen por funda intravaginal son: concentración espermática promedio $85 \times 10^6 \pm 36,87 \times 10^6$ epz/ml, motilidad promedio 86,2% y vitalidad de 90,8% (cuadro 8). Sucapuca V. (1991) realizó un estudio de colección de semen en alpacas mediante la técnica del preservativo, obteniendo pequeños volúmenes y bajas condiciones espermáticas como: volumen 0,67 – 0,42 ml, pH 7,32, concentración espermática 83'750,000/ml, espermatozoides vivos 27,58%, espermatozoides muertos 72,42%, color blanco cristalino y de aspecto viscoso.

Los resultados obtenidos en el presente estudio son relativamente mayores a los de Sucapuca V. (1991) en cuanto a volumen, pH, concentración y vitalidad, es probable que estos resultados obtenidos son indicadores de que la técnica con la que se colectó es mejor a la de Sucapuca V. (1991). La técnica del preservativo tiene ciertas dificultades tales como la colocación y fijación de la funda dentro del tracto reproductor de la hembra (Bustinsa, 2001). Sin embargo la técnica empleada en este trabajo trata de subsanar estas dificultades.

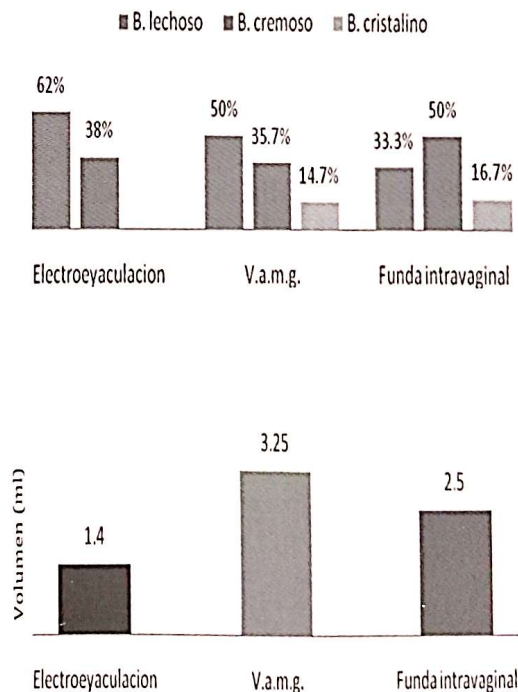
Una de las causas para que el volumen colectado sea menor, es posible que la funda no se haya extendido en su totalidad dentro del tracto reproductor de la hembra, entonces el macho no logró introducir el pene en su totalidad y por lo tanto el estímulo para la eyaculación sea menor en la obtención de un volumen bajo de eyaculado. En este sentido el tubo colector sujetado a la funda (preservativo) garantiza su total extensión dentro del tracto reproductor de la hembra debido a que su fijación es por presión de los dedos del operador vía rectal.

Los altos porcentajes de motilidad y vitalidad del presente estudio en comparación

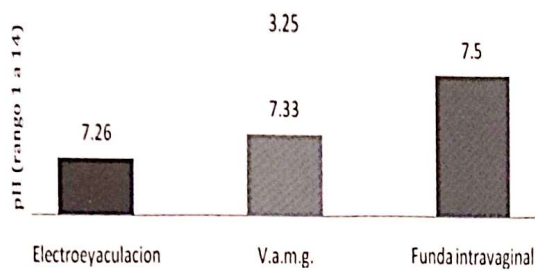
con los de Sucapuca V. (1991), pueden deberse a que: el ambiente en el que el semen es eyaculado está a temperatura del tracto reproductor de la hembra, en este sentido no existe cambios bruscos que afecten la motilidad y vitalidad de los espermatozoides del eyaculado. Además, al momento y después de la extracción de la funda el eyaculado tuvo los cuidados máximos al no ser expuesto al medio ambiente y se le proporcionó la temperatura necesaria.

3.5 Comparación de las características macro y microscópicas de los eyaculados por electroeyaculación, vagina artificial en maniquí de grupa y funda intravaginal

3.5.1 Comparación de las características macroscópicas de los eyaculados



Los eyaculados obtenidos por electroeyaculación, presentaron un volumen promedio de 1,4 ml.



La diferencia entre el pH promedio de los eyaculados obtenidos por vagina artificial en maniquí de grupa y los eyaculados obtenidos por funda intravaginal se deberían a que, las concentraciones espermáticas son diferentes, en el caso de los eyaculados obtenidos por vagina artificial en maniquí de grupa, tienen mayor concentración espermática, lo que hace que exista mayor metabolismo espermático, produciéndose así mayor ácido láctico, disminuyendo el pH, en este sentido los eyaculados obtenidos por funda intravaginal tienen un pH mayor ya que la concentración espermática es relativamente menor en comparación al anterior caso.

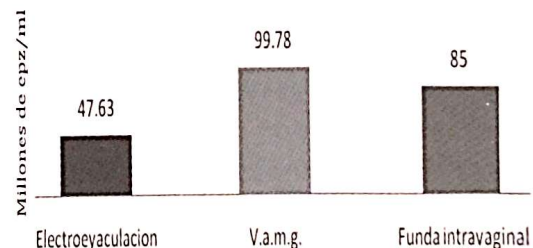
El pH bajo de eyaculados por electroeyaculación, podría deberse por la poca secreción de las glándulas bulbouretrales, esto tendría efecto para que el pH sea ligeramente menor a las obtenidas por otros métodos, Giuliano M. (2007), por electroeyaculación reporta un pH de 7,2, sin embargo, Maceda E. (2008), reporta un pH de 7,33 en eyaculados de llama bulbourethrectomizado.

Los eyaculados obtenidos por vagina artificial en maniquí de grupa y funda intravaginal, contienen secreciones de las glándulas bulbouretrales, razón por la cual presentan alta viscosidad (5,2 y 5,08cm), los eyaculados obtenidos por electroeyaculación claramente muestran baja viscosidad (2,7cm) a diferencia de otros eyaculados, ya que existe poca presencia de las secreciones de las glándulas bulbouretrales en los eyaculados por electroeyaculación.

La poca diferencia que existe entre la viscosidad de los eyaculados obtenidos por vagina artificial en maniquí de grupa y funda intravaginal, se deba posiblemente a la temperatura ambiente en el cual fueron eyaculados.

3.5.2 Comparación de las características microscópicas de los eyaculados

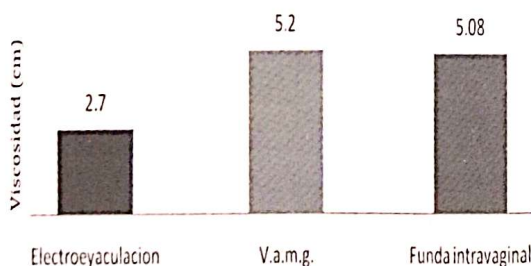
Comparación de la concentración de los eyaculados de la llama (millones de epz/ml)



Los eyaculados con mayor promedio de concentración espermática fueron las obtenidas por el método de colección de vagina artificial en maniquí de grupa 99,78 millones de epz/ml, seguida por los eyaculados obtenidos por funda intravaginal 85 millones de epz/ml y los eyaculados obtenidos por electroeyaculación presentaron una concentración promedio de 47,63 millones de epz/ml.

Las variaciones en la concentración se deba posiblemente a que los estímulos eyaculatorios en las diferentes técnicas de colección son diferentes, pues la vagina

Comparación de la viscosidad de los eyaculados de la llama (cm)

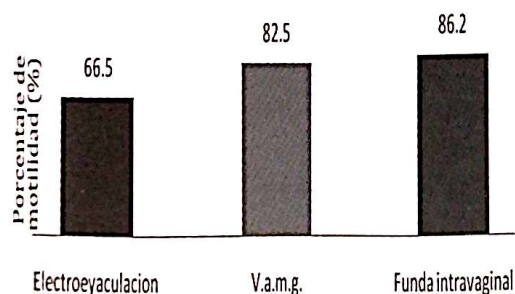


artificial en maniquí de grupa ejerce una mayor presión sobre el pene del macho pudiendo ser un factor que estimula las terminales nerviosas haciendo que las contracciones de los conductos deferentes y la ampolla de henle sean mayores, expulsando un gran número de espermatozoides a comparación de otros métodos de colección.

El proceso de eyaculación en la funda intravaginal, es diferente puesto que el pene encuentra un entorno flácido debido a la presencia de la funda y es posible en algún momento choque con el tubo colector ocasionando de alguna manera alguna incomodidad, pues la terminales nerviosas del pene no se serían estimuladas adecuadamente como factor para que exista una contracción menor de los conductos deferentes y la ampolla de henle y por ende una menor expulsión de espermatozoides.

En el caso de la electroeyaculación, los estímulos eléctricos estimulan las terminales nerviosas sensoriales de los tejidos peneanos, los cuales realizan las fusiones de contráctiles al igual que en una monta natural, pero estas contracciones sean posiblemente muy limitadas haciendo que la expulsión de espermatozoides sea en cierto grado menor.

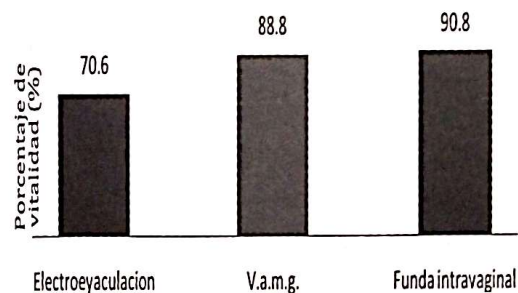
Comparación de la motilidad de los eyaculados de la llama (%)



Para que existan tales diferencias, es muy posible que tengan que ver las condiciones al cual estas fueron eyaculadas, los estímulos para la expulsión de esper-

matozoides y las posibles secreciones de activación presentes en los eyaculados así como también la madurez espermática.

Comparación de la vitalidad de los eyaculados de la llama (%)



Los eyaculados obtenidos por funda intravaginal tuvieron un promedio de vitalidad del 90,8% seguido de los eyaculados obtenidos por vagina artificial en maniquí de grupa 88,8% y los eyaculados obtenidos por electroeyaculación tuvieron una vitalidad promedio de 70,6%.

Estas diferencias tal vez se deban a las condiciones al cual estas fueron eyaculadas, el tipo de estímulos de expulsión de espermatozoides, las posibles secreciones metabolizables presentes en los eyaculados así como también la madurez espermática y el grado higiénico de los colectores.

4. Conclusiones

Se logró desarrollar el protocolo de colección de semen de llamas por electroeyaculación, con el cual se obtuvo un volumen de 1,4ml, pH 7,26, viscosidad 2,7cm, concentración $47,66 \times 10^6$ epz/ml, motilidad 66,5% y vitalidad 70,6%, utilizando una mesa de electroeyaculación y un transductor tipo anillo.

Se logró desarrollar el protocolo de colección de semen de llamas por vagina artificial en maniquí de grupa, con el cual se obtuvo un volumen de 3,25 ml, pH

7,33, viscosidad 5,2 cm, concentración $99,78 \times 10^6$ epz/ml, motilidad 82,5% y vitalidad 88,8%, mejorándose al maniquí de grupa y la vagina artificial.

Se logró desarrollar el protocolo de colección de semen de llamas por funda intravaginal, con el cual se obtuvo un volumen 2,5ml, pH 7,5, viscosidad 5,08cm, concentración 85×10^6 epz/ml, motilidad 86,2% y vitalidad 90,8%, readecuando algunas condiciones, como la introducción de la funda intravaginalmente y la utilización del arnés portafunda.

Los eyaculados obtenidos por electroeyaculación, mostraron características macro y microscópicas inferiores en comparación a los eyaculados obtenidos por vagina artificial en maniquí de grupa y funda intravaginal, siendo éstas las mejores técnicas de colección de semen en llamas.

5. Referencias bibliográficas

Bravo, P.W., Stabenfeldt, G.H., Fowler, M.E., Lasley, B.L., Frey, R.E. 1992. Testes development and testosterone concentration in the llama (*Lama glama*). 12th ICAR, The Hague, The Netherlands.

Bustinza, A. 2001. La alpaca, conocimiento del gran potencial andino, Universidad Nacional del Altiplano, F.M.V.Z.

Charaja, W. (1999). Naturaleza química de las secreciones de las glándulas accesorias de la alpaca. Tesis Universitaria. FMVZ. UNA. Puno-Perú

Dehlon, G., ven Lawzewitsch (1994). Ductus epididymis compartment and morphology of epididymal spermatozoa in llamas. Anal. Histol. Embryol. 23, 217-225,

Delgado, J. 2003. Perspectiva de la Producción de la fibra de llama en Bolivia. Tesis de Doctorado. Universidad de Hohenheim, Stuttgart, Alemania.

Delgado, P. 2003. Componentes bioquímicos del plasma seminal en llamas de 3, 4 y 5 años de edad. Tesis de grado, Unidad Académica Campesina Tiahuanacu, U.C.B. La Paz Bolivia.

Delgado, P., Flores, F., Fernandez, R., Gonzales, V., Maceda, E., Copa, S. y Medina, J. 2003. Técnicas de colección de semen en llamas. III Congreso mundial de camélidos. Potosí Bolivia.

Delgado, P. 2008. Manual de procedimientos de cultivo in vitro de gametos. UAC – T – UCB.

Delgado, P. 2008. Factors influencing survival of bovine spermatozoa during storage and related to the ratio of X-to Y-chromosome bearing spermatozoa. Master of Science Thesis. University of Arkansas. USA.

Enciso, M. 2009. Evaluación del método de contención, colección de semen, análisis del eyaculado y biometría testicular en vicuñas. Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú.

Hafez, E. 2000. Reproducción en inseminación artificial en animales. Séptima edición, Edición. Editorial Mc Graw Hill. México D.F.

Lichtenwalner, A.B., Woods, G.L., Weber, J.A. 1996. Seminal collection; Seminal Characteristics And pattern of ejaculation in llamas. Theriogenology 46, 293-192.

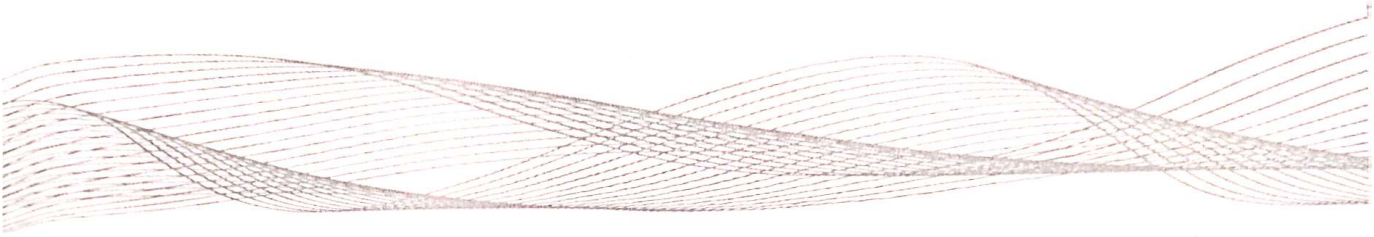
Maceda, E. 2008. Efecto de tres dilutores sobre la motilidad y vitalidad espermática en la criopreservación del eyaculado de la llama (*Lama glama*) bulbourethrectomizado, departamento de La Paz. Tesis de grado .UACT/UCB. La Paz Bolivia.

Perez, G. 2000. Avances de inseminación artificial en camélidos. Como. Puno-Perú.

Quispe, F. 1987. Evaluación de las características físicas del semen de la alpaca durante la época de empadre. Tesis Universitaria FMVZ. Puno-Perú.

Sanz, E., et al. 2004. Andrología. Medicina reproductiva. Disponible en <http://www.en Colombia.com>. Internet.

Sumar, J. 1984. Mejoramiento de la fisiología reproductiva en los camélidos domésticos alpacas y llamas. I Seminario internacional de camélidos sudamericanos. Arica-Chile.



DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FERTILIZACIÓN *in Vitro* DE OOCITOS DE LLAMA (*Lama glama*) OBTENIDOS POR SUPERESTIMULACIÓN OVÁRICA CON eCG Y FERTILIZADOS CON SEMEN TRATADO CON PROTEASA

In Vitro fertilization process description of llama (*Lama glama*) oocytes obtained by eCG ovaric stimulation and fertilized with protease treated semen

Delgado Callisaya PA.¹; Machicado R.²

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

- 1 Professor Reproducción Animal, Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto. E-mail address: Pedro. delgado@fulbrightmail.org, pedroangel73@gmail.com. Cel.: 591-78804644
2 Investigador Independiente en Reproducción Animal UAC-T

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

The application of bio-technologic reproductive processes in llamas with high genetic quality can help us to accelerate the genetic inbreeding quality of these species, It is because we describe the llama's oocytes in vitro fertilization process obtained by ovaric superstimulation with eCG (150 IU by intra-sub-mucosal vulvar injection (IsmV)), and fertilized with llama fresh semen treated with protease. The follicular growing in the ovary was synchronized using a intravaginal device (DIV) impregnated with 0.5 mg of progesterone and an injection of 1 mg/ml of estradiol. After that, surgically the oocytes were collected from the super-stimulated ovary and placed in M-199-BSA medium for maturation, the fertilization was done in IVF-TL medium-BSA. It was found 40% not fertilized and 60% fertilized. After 6 days, we found 29.4% of early morulas with a media of 8 blastomeres. 23.8% of morula 6 blastomeres. 29.4% of early Blastocysts and 17.4% de mature blastocysts. The IVF allow us to maximize the use of llama semen and show us that this kina of technology can be used in these species.

Keywords: IVF-TL, eCG, llama oocyte, morula, blastocyte.

Resumen

La aplicación de procesos biotecnológicos reproductivos en llamas de alto valor genético puede dar lugar a la aceleración en el mejoramiento genético de esta especie, por el que se describe el proceso de fertilización *in Vitro* de oocitos, obtenidos por super-

estimulación ovárica (eCG a 150 UI intrasubmucosa vulvar (IsmV)) y fertilizados con semen fresco sometido a efecto de proteasa. Se procedió a sincronizar el crecimiento folicular en presencia de folículo (≥ 7 mm), mediante implante de dispositivo intravaginal (DIV) con 0,5g de progesterona, por 6 días y 1mg/ml de benzoato de estradiol, posterior a la superestimulación ovárica, por laparotomía se procedió a recolectar en dulbecco's y albúmina sérica bovina; madurar el oocito en el medio M-199-BSA. La fertilización se realizó en el medio IVF-TL y albúmina sérica bovina con espermatozoides diluidos en Sperm-TL. Se obtuvo 40% de oocitos no fertilizados y 60% fertilizados. A los seis días, estados de desarrollo embrionario fueron: 29,4% en mórula temprana con un promedio de 8 blastómeros; 23,8% mórula con membrana irregular y 16 blastómeros; 29,4% de Blastocisto temprano, provisto de zona pelúcida regular y delgada con numerosos blastómeros y 17,4% de blastocistos, de forma circular, membrana regular con blastómeros notable difíciles de contar y sin espacio entre células. La FIV efectiviza el uso de semen de llamas contrario al uso en inseminación artificial, demandado pocos volúmenes y concentración de espermatozoides por dosis fertilizante de oocitos demostrando que esta tecnología puede ser usada en esta especie.

Palabras clave: IVF-TL, eCG, oocito, mórula, blastocisto.

1. Introducción

la crianza de los camélidos domésticos, alpacas y llamas es una de las actividades de mayor importancia e impacto en el desarrollo socio económico de la población alto andina de nuestro país, no solo por su capacidad de adaptación a las difíciles condiciones medioambientales, alturas sobre los 4.000 msnm, sino por su utilización como una fuente alimenticia de proteína de origen animal y medio de transporte (Huanca, 2007).

Durante muchos años se ha trabajado buscando reproducir artificialmente a estas especies y describir los eventos de maduración, fertilización de oocitos y el desarrollo embrionario temprano. Así, lo que en principio sólo tenía fines de investigación en los últimos años se ha comenzado a utilizar con propósitos comerciales (Quispe, 2007).

La fertilización *in Vitro* es un método de reproducción asistida en el cual los espermatozoides y los oocitos se unen fuera del

cuerpo animal en una cápsula de laboratorio. (Hafes, 2000; Palomino, 2000). La generación de conocimientos acerca de los procesos reproductivos de los Camélidos Sudamericanos Domésticos (CSD), hará posible mejorar la práctica de manejo y la fertilidad de estas especies y permitirán en un futuro cercano la aplicación a mayor escala de tecnologías reproductivas desarrolladas en otras especies domésticas. Ha sido demostrado que la fertilización *in Vitro* (FIV), inseminación artificial (IA) y la transferencia de embriones (TE), es factible pero se requiere mayores investigaciones para mejorar su eficiencia, para conocer y mejorar los protocolos de superovulación, fertilización, recuperación y sobrevivencia embrionaria (Aller, 2007).

De esta manera se aprovecha mejor los gametos de las llamas de alto valor genético y se recorta el intervalo generacional, dando lugar rápidamente a un mejoramiento de la característica deseada carne o fibra y eliminando los defectos genéticos causados por la consangui-

nidad. Buscando garantizar la seguridad alimentaria de nuestra población y mejorar la economía de los pobladores de las regiones alto andinas. Por esta razón se planteó esta investigación con los siguientes objetivos: determinar el porcentaje de clivaje de supuestos embriones a las 18 horas del proceso de fertilización, determinar el porcentaje de embriones obtenidos por la técnica de fertilización *in Vitro* a los seis días de evaluación, determinar el porcentaje de estadios de desarrollo embrionario encontrados a los seis días de evaluación y Describir las características morfológicas de oocitos y de embriones de llama (*Lama glama*) en los diferentes estadios de desarrollo embrionario encontrados.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización del trabajo de campo y de laboratorio

El trabajo de campo se realizó en la comunidad de Masaya que se encuentra en el Municipio de Laja, segunda sección Provincia Los Andes. El trabajo de laboratorio se realizó en los predios de la Unidad Académica de Tiahuanaco que se encuentra en la Provincia Ingavi del departamento de La Paz, ubicado a 72 km de la ciudad de La Paz, entre las coordenadas 17°35' a 18°17' de latitud sur y 68°20' a 69°08' de longitud oeste y a una altura de 3.883 msnm.

2.2 Procedimiento experimental

Mediante palpación rectal se pudo identificar la etapa de desarrollo folicular o la presencia de un folículo dominante ($\geq 7\text{mm}$). Identificado el crecimiento folicular, se procedió a la sincronización utilizando un implante de dispositivo intravaginal (DIV) impregnado con 0,5 g de progesterona, el dispositivo perma-

neció durante seis días, conjuntamente con la inyección de 1 mg/ml de benzoato de estradiol (Limachi F., 2009). Se utilizó el protocolo de aplicación de la hormona eCG 150 UI por vía intrasubmucosa vulvar (ISMV) una sola dosis a todos los animales que no presentan un folículo maduro o dominante y hayan respondido eficientemente al implante del dispositivo, para producir la respectiva superestimulación ovárica y producir la mayor cantidad de folículos.

El día 14 se realizó la cirugía de animales teniendo en cuenta como día cero el inicio de la sincronización, en el laboratorio de cirugía de la Carrera de Ingeniería Zootécnica de UCB se realizó la laparotomía con un corte definido y único a lo largo de 12cm en el flanco izquierdo. Una vez que se realizó la laparotomía quirúrgica del animal, se buscó rápidamente el ovario a nivel de la cavidad abdominal, sujetando fijamente entre el espacio de los dedos extendiendo el mesovario, de este modo se logró exponer al ovario a la luz del ambiente para los procedimientos siguientes.

La aspiración de los complejos ovulocumular (COC) se realizó mediante punción con jeringa de 10 ml y una aguja Nro. 18. Aspirados los folículos se procedió al conteo de oocitos, este trabajo se realizó dentro de la cámara de flujo laminar que brinda calor y asepsia durante la búsqueda con la ayuda de un estereomicroscopio de 40 a 60x. Los oocitos encontrados durante la búsqueda son trasladados a cajas Nunc de cuatro posillas con medio de cultivo M-199 en un volumen de 1.5 a 2 ml.

El cultivo de oocitos se realizó en 0.5 ml de medio M-199, dispuesta en las cajas Nunc. La evaluación de oocitos se realizó a 32 horas de cultivo, dividiéndolos por diferentes estados morfológicos como complejo óvulo cumulares expandidos, compacto, desnudos y degenerados

(Limachi F. 2009). Se tomaron los oocitos de calidad tipo A, con presencia de capas de células de cúmulos ≥ 5 .

El semen de llama utilizado presentó las siguientes características microscópicas: una concentración espermática después del tratamiento de $3,01 \times 10^6$ Epz/ml, una motilidad promedio de 44,67%, una vitalidad de 51,28% y acrosomas intactos con un promedio de 70,17%. Se utilizó la enzima Proteasa que presentó mejor resultado, disminuyó la viscosidad del semen y no dañó el acrosoma del espermatozoide.

3. Resultados y discusiones

3.1 Porcentaje de clivaje por la técnica de fertilización *in Vitro* (FIV)

Del total de oocitos que fueron sometidos a fertilización con semen fresco; el 60% realizó clivaje contra un 40% que no realizaron clivaje, (con tinción de orceina) evaluados a las 18 horas del proceso de fertilización *in Vitro*. Conde., et al (2007) indican que obtuvieron un 40,8% de clivaje de oocitos de llamas fertilizados con semen fresco, con capacitación de agentes y 42% de clivaje sin capacitación de agentes, donde el estado de maduración de los oocitos fertilizados alcanzó un estadio de metafase II de 62,6%. Siendo superiores los datos encontrados en el presente trabajo con un 60% de clivaje esto se atribuyó a factores como la manipulación y el estado de maduración del oocito que alcanzó 77,35% en metafase II.

Sin embargo Khatir H., et al (2005) indican haber encontrado un 68% de clivaje en oocitos de dromedario (*Camelus dromedarius*) fertilizados con semen fresco, que es superior al presente estudio, esto se atribuye a factores relacionados con el medio de fertilización TCM – 199 utilizado y complementado con suero fetal de ternero (FCS), factor de

crecimiento epidérmico (EGF) y el estado de maduración de los oocitos fertilizados que alcanza un estadio de metafase II del 63%, indicando que la mayoría de los oocitos fertilizados se encontraban ya maduros y listos para ser fertilizados.

3.2 Porcentaje de embriones obtenidos por la técnica de fertilización *in Vitro* (FIV) a los seis días de evaluación.

El porcentaje de embriones obtenidos por la técnica de fertilización *in Vitro* fue de 44,7% embriones con presencia de células somáticas y/o blastómeros ≥ 2 , contra un 55,3% de oocitos que no se fecundaron. Cabe señalar que el aumento de la tasa de oocitos no fecundados está dado por la evaluación directa sin utilización de tinción de orceina, ya que la orceina permite observar el segundo corpúsculo polar en microscopio.

3.3 Porcentaje de estadios de desarrollo embrionario

Los resultados muestran que se encontraron cuatro estados diferentes de desarrollo embrionario a los seis días de evaluación donde se señalan como morulas tempranas a un 29,4%, mórula un 23,8%, blastocisto temprano 29,4%, blastocisto 17,4%.

Conde et al (2007) reportan haber obtenido 35% de blastocistos obtenidos con capacitación de agentes y 47,7% de blastocitos sin capacitación de agentes, siendo superiores a los datos encontrados en el presente trabajo, se podría atribuir esta diferencia a la lentitud de división que presentan los embriones y a la capacitación de agentes utilizados para activar al espermatozoides antes de la fertilización.

El número de embriones desarrollados podría estar asociado con los compo-

nentes del medio utilizado para la fertilización *in Vitro*, las condiciones en la cámara de cultivo celular donde la temperatura de 38,5°C, 5%CO₂ y 95% de humedad relativa son las condiciones necesarias para que exista unión de gametos y desarrollo del embrión como lo afirma (Ratto M., 2005).

Tomando en cuenta que cada célula embrionaria es totipotente y su división es mitótica, así el metabolismo embrionario es independiente de embrión a embrión tomando en cuenta que existen diferencias fisiológicas entre si, a pesar de todo eso, existen varios factores incontrolables en laboratorio, en el proceso de maduración *in Vitro*. Aunque los oocitos son capaces de completar la meiosis *in Vitro*, sólo un porcentaje pequeño son capaces de continuar su desarrollo hasta blastocisto, el factor nutricional juega un papel muy importante e imprescindible para este suceso, (Sansinena, et al, 2007).

Sin embargo a pesar de todas estas respuestas a la falta de uniformidad y diferencias encontradas en los estadios de desarrollo embrionario de los oocitos fertilizados *in Vitro* en medio de cultivo IVF, cabe señalar que los factores de manipulación, factores mecánicos, temperatura, pH, luz, etc., son factores que bajan considerablemente los porcentajes de embriones que llegan al estadio de blastocisto pre – implantatorio, (Delgado P., 2008).

3.3 Características morfológicas de oocitos y embriones de llama

La foto 1 (A, B, C, D) muestra la característica morfológica tipo A de un oocito maduro de llama, listo para ser fertilizado con presencia de capas del cúmulo ≥ 5 , tiene una forma ovoide semi – esférica, el núcleo es completamente oscuro esto por la acumulación de lípidos, posee

una gran cantidad de células compactas o células de la granulosa alrededor de la zona pelúcida.

No existen diferencias muy marcadas con otras especies como por ejemplo el oocito de bovino, la diferencia más resaltante es la presencia del núcleo oscuro, sin embargo es similar al oocito de porcino no habiendo diferencias morfológicas entre si.

La foto 2 (A, B) muestra la característica de un oocito en metafase II (M II) donde observa claramente al centro inferior (A), remarcada con un círculo y a la izquierda inferior (B), se observa como se está dividiendo formando un grupo de haces y/o gránulos que indica que esta célula está madura y es capaz de ser fecundada, estos gránulos son simplemente fragmentos de ADN.

3.4 Características morfológicas de embriones de llama

La foto 3 (A, B) muestra la característica morfológica de un embrión de dos células donde se observa claramente la forma ovoide semi – esférica. Presenta una membrana sin irregularidades, la zona pelúcida se muestra engrosada, se nota claramente los blastómeros que al conteo presentan 2 células somáticas o blastómeros, los blastómeros se notan oscuros por la acumulación de lípidos y se encuentran aglutinadas en el centro.

La foto 4 muestra la característica morfológica de un embrión de 5 células (C) donde se observa una forma esférica similar al embrión de cuatro células. Presenta una membrana sin irregularidades, la zona pelúcida se muestra engrosada pero ligeramente más adelgazada que en el embrión de 4 células, se nota claramente los blastómeros que al conteo presentan 5 células somáticas

o blastómeros, los blastómeros se notan oscuros por la acumulación de lípidos y se encuentran ocupando la región central.

La característica morfológica de un embrión de 8 células (D) donde se observa una forma esférica similar al embrión de cuatro y cinco células, presenta una membrana sin irregularidades, la zona pelúcida se muestra engrosada pero ligeramente más adelgazada, se nota claramente los blastómeros que al conteo presentan 8 células somáticas o blastómeros, los blastómeros se notan oscuros por la acumulación de lípidos y se encuentran cubriendo la membrana celular.

En la ,mórula (E) se observa claramente la forma esférica, la membrana no presenta irregularidades. Se observa claramente los blastómeros que al conteo presentan células somáticas mayores a 16 células aproximadamente y de tamaños uniformes, los blastómeros se notan oscuros al igual que la anterior fotografía esto por la acumulación de lípidos y se encuentran rodeando toda la membrana, sin embargo en esta fotografía la zona pelúcida se nota adelgazada.

Illera M., et al (1994) indican que la característica morfológica de la mórula bovina es la siguiente, se nota claramente la formación de una masa solida de células, cuyo número de células alcanza alrededor de más de 16 blastómeras e indica que el estado de mórula presenta variaciones dependiendo de la especie animal.

Palomino H., (2000) menciona que la mórula es el resultado de las segmentaciones no concordantes que da lugar a una característica morfológica específica que resulta una conglomeración de blastómeros claramente visibles difíciles de contar de superficie irregular que dan lugar a la mórula.

Hafes E., (2000) indica que la mórula presenta una forma muy característica, las blastómeras empiezan a formar uniones estrechas unas con otras adoptan una forma circular ligeramente lobulada en forma de una mora y presenta un color semi transparente y se nota claramente 16 células o blastómeros y rodeadas por la zona pelúcida.

El blastocisto temprano (F), presenta una forma ovoide similar al los anteriores estadios de desarrollo, presenta una zona pelúcida uniforme sin irregularidades sin embargo más adelgazada que en los anteriores estadios, se observa claramente los blastómeros que difícilmente se pueden contar, los blastómeros se notan ligeramente oscuros por la acumulación de lípidos similar a la mórula y lo más importante se observa claramente la formación y/o presencia del blastocele, los blastómeros empiezan a aglutinarse y se genera una estructura parecida a una cesta.

Una característica peculiar en el embrión de llama a diferencia del bovino es la tonalidad oscura que presenta los blastómeros, sin embargo no se nota mas diferencias claras señaladas por otros autores, ya sea porque este es el primer estudio de la característica morfológica del embrión en llamas. (Delgado P., 2008).

4. Conclusiones

La maduración citoplasmática de oocitos es de vital importancia en el proceso de fecundación, por esta razón es necesario cultivarlos *in Vitro*, para obtener la mayor cantidad de oocitos maduros antes de la fertilización, tanto así que el factor medio de maduración (M-199), muestra buenos resultados que se reflejan en el estudio realizado, donde el porcentaje de clivaje es mayor gracias al uso de oocitos en estado de metafase II (M II), con relación a datos obtenidos por otros autores.

La utilización de espermatozoides capacitados *in Vitro* y la eliminación de la alta viscosidad que presenta el semen, mostró como resultado una tasa de fecundación favorable, con presencia de un porcentaje alto de embriones que supera significativamente a los datos obtenidos por diferentes autores (Conde [2007], Khatir [2003]) donde el espermatozoide no presentó daños a nivel del acrosoma, así suscitarse la fecundación en condiciones de cultivo *in Vitro*.

El medio de fertilización *in Vitro* (IVF – TL), sin duda es un factor determinante para la fecundación y desarrollo de embriones, al asociarlo con mecanismos de condiciones de cultivo *in Vitro*, favoreció la formación y división de blastómeros dando como resultado diferentes porcentajes de estadios de desarrollo embrionario, sin duda estas variaciones se deben a factores que difícilmente se pueden controlar en laboratorio.

5. Referencias bibliográficas

- Aller J. F. 2007. Departamento de producción animal Biotecnología de la reproducción, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Balcarce.
- Conde A. P., Herrera C., Trasorras L. V., Giuliano M. S., Director A., Miragaya H. M., Chávez G. M., Sarchi I. M., Stivale D., Quintans C., Agüero A., Rutter B., Pascualini S. 2007. *In Vitro* production of llama (*Lama glama*) embryo by IVF and ICSI with fresh semen.
- Delgado, P., Flores, F., Fernandez, R., Gonzales, V., Maceda, E., Copa, S. y Medina, J. 2003. Técnicas de colección de semen en llamas. III Congreso mundial de camélidos. Potosí Bolivia.
- Delgado, P. 2008. Manual de procedimientos de cultivo *in vitro* de gametos. UAC – T – UCB.
- Delgado, P. 2008. Factors influencing survival of bovine spermatozoa during storage and related to the ratio of X-to Y-chromosome bearing spermatozoa. Master of Science Thesis. University of Arkansas. USA.
- Huanca W., Cordero A., Huanca T y Adams G.P. 2007. Biotecnologías reproductivas en camélidos sudamericanos domésticos: avances y perspectivas. XX Reunión ALPA, XXX Reunión

APPA-Cusco-Perú. Arch. Latinoam. Prod. Anim. Vol. 15 (Supl. 1).

- Hafes E, SE. 2000. Reproducción e inseminación artificial en animales: preservación y criopreservación de gametos y embriones. 6 ed. S.I., México. Interamericana. 525 p. (Serie Cedro Num, col. Atlampa. 06450).
- Limachi F. 2009 Tesis de Grado. Procedimientos superestimuladores sobre la respuesta folicular y calidad del complejo ovulo – cumular en llamas (*Lama glama*). Universidad Católica Boliviana. Carrera Ingeniería Zootécnica. La Paz – Bolivia.
- Palomino H. 2000. Biotecnología del trasplante y micromanipulación de embriones de bovino y camélidos de los andes. Transplante de embriones en camélidos de los andes. Primera edición. Perú. A. F. E. editores importadores S. A. 1000 ejemplares. 430 p.
- Quispe Teófilo 2007. I curso intencional en transferencia de embriones (I, 2007, UNA Perú). Transferencia de embriones en camélidos sudamericanos, UNA. Perú.
- Ratto, M.H., Berland, M., Huanca, W., Singh, J., Adams, G.P. 2005. In vitro and in vivo maturation of llama oocytes. Theriogenology 63, 2445–2457.
- Sansinena, M.J., Taylor, S.A., Taylor, P.J., Schmidt, E.E., Denniston, R.S., Godke, R.A. 2007. In vitro production of llama (*Lama glama*) embryos by intracytoplasmic sperm injection: effect of chemical activation treatments and culture conditions. Anim. Reprod. Sci. 99, 342–353.

5. Anexos

Foto 1. Característica morfología del oocito de llama (P. A. Delgado)

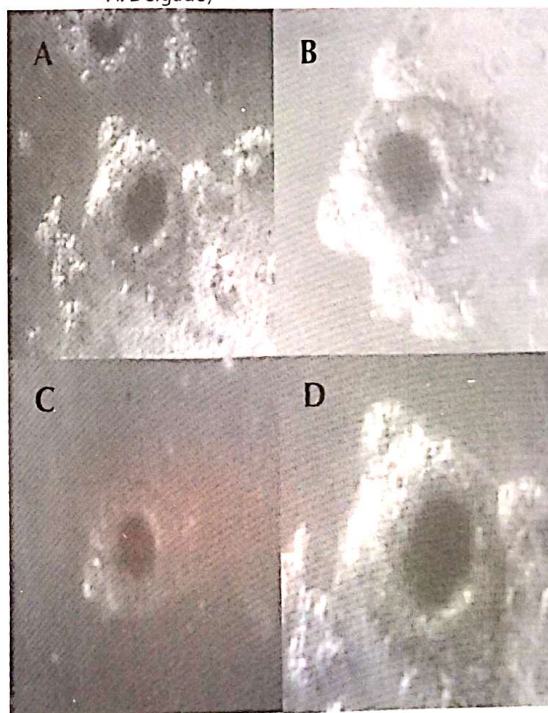


Foto 2. Característica de oocitos de llama en metafase II
(P. A. Delgado)

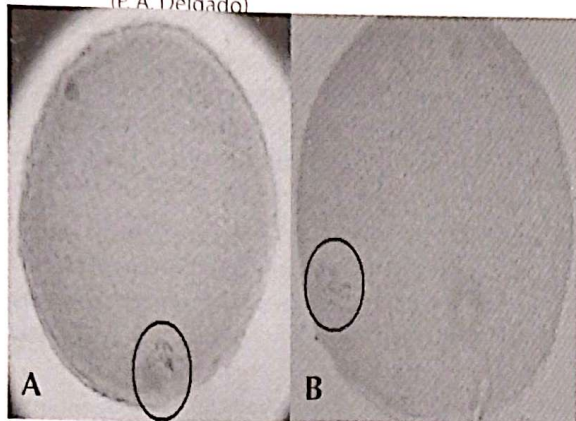


Foto 4. Característica morfológica de embriones de llama

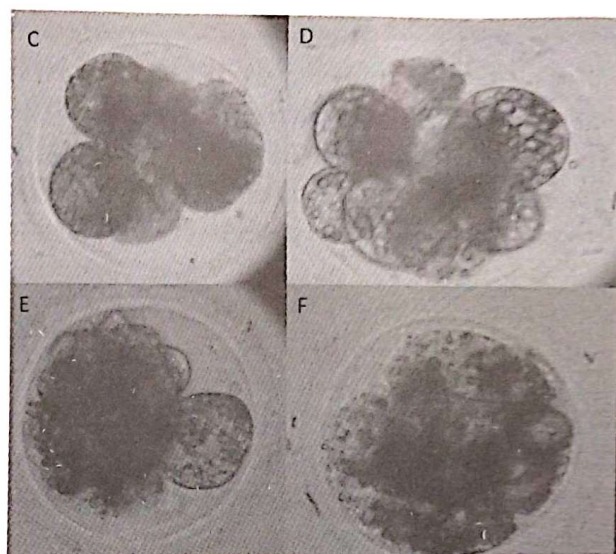
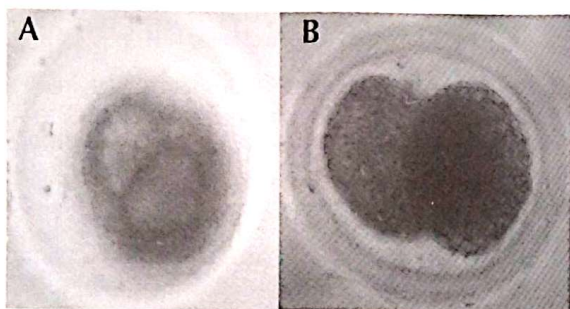
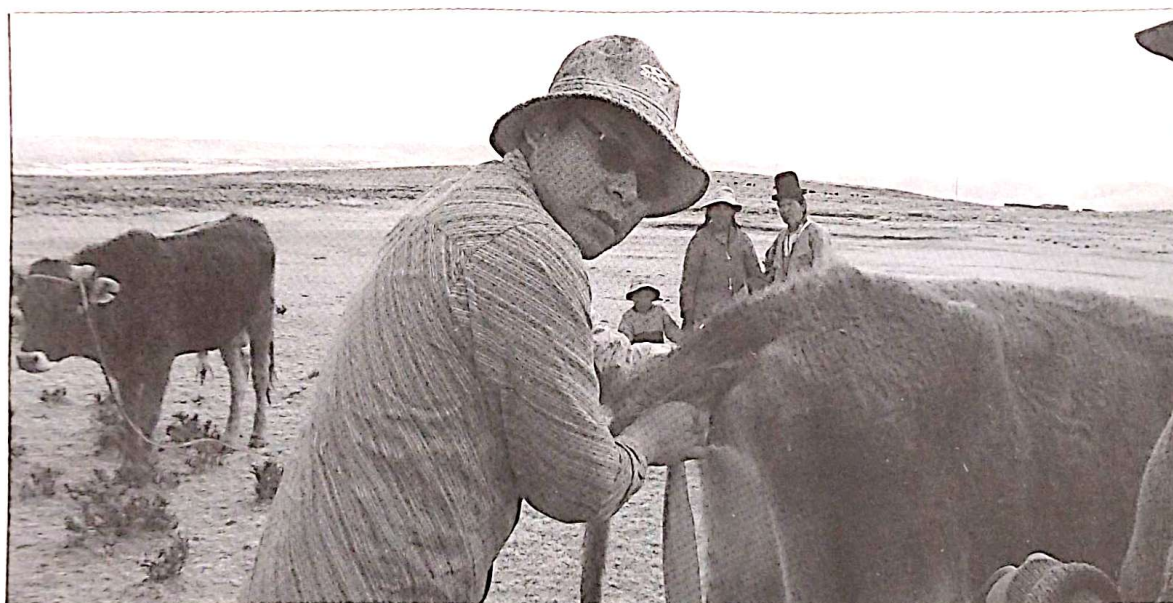


Foto 3. Característica morfológica embrión de 2 células



ÁREA

SALUD ANIMAL



EFFECTO DEL ALBENDAZOL Y FENBENDAZOL CONTRA NEMATODOS GASTROINTESTINALES DE OVINOS DEL CANTÓN SANTIAGO DE LLALLAGUA MUNICIPIO DE COLQUENCHA DEPARTAMENTO DE LA PAZ-BOLIVIA

Effect of albendazole and fenbendazole against sheep gastrointestinal nematodes at Canton Santiago of Llallagua, Colquench, La Paz-Bolivia

Guarachi Blanco MG.¹, Verbo R.²

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

- 1 Professor de Farmacología de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, email address: realrocamar@gmail.com, Universidad Juan Misael Saracho, Tarija Bolivia
- 2 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

This research was done at Canton Santiago of Llallagua, Colquench La Paz, from May to July 2010. The aim was to evaluate the effectiveness of albendazole and fenbendazole against sheep gastrointestinal nematodes. It was carried out coproparasitological tests of feces that were sampled directly from the rectum for getting egg per gram count (EPG count). The Animals with similar quantity of parasitic eggs of moderate to high, were distributed in two groups of 46 sheep each one, the 1st group was treated with albendazole and the 2nd group with fenbendazole, from the sheep group treated with albendazole, 23,91% presented a EPG count of zero. The sheep group treated with fenbendazole 34,78% presented the same EPG count of zero, existing no difference between groups ($P > 0.05$). Ovine males treated with albendazole, 39.13% of them continued with a low parasitic load and 10,87% of them presented a load parasitic zero. 36,96% Ovine females continued with a low EPG count and 13,04% of them with EPG count zero. Ovine males with fenbendazole, 32,61% continued with a low EPG count and 17.39% of them with a load parasitic zero. 32,61% of sheep females continued with a low EPG count and 17.39% of them with zero EPG count, this difference between this two groups was not significant ($P > 0.05$), therefore, the degree of infestation according to the EPG count has no preference for sex. With respect to the variables of race, age there is a numerical and percentage difference on the low EPG count, but, that difference is not significant ($P > 0.05$). The effect of albendazole and fenbendazole is similar in sheep ($P > 0.05$). It was concluded that when it is performed a program of prevention of parasites, previously, it is necessary to make a determination of EPG count, therefore this study recommends the use of both benzimidazole for internal parasite control in ovine species.

Keywords: Albendazole, fenbendazole, prevention, parasites.

El trabajo de investigación se realizó en cantón Santiago de Llallagua Municipio de Colquencha Departamento de La Paz, en los meses de mayo a julio de 2010, con el objetivo de evaluar la efectividad del albendazol y fenbendazol contra nematodos gastrointestinales en la especie ovina, se realizó exámenes coproparasitológicos de heces que fueron muestreadas directamente del recto. Los animales con carga parasitaria de moderada a alta, se distribuyeron en dos grupos, de 46 ovinos cada uno, con los fármacos grupo I (albendazol) y Grupo II (fenbendazol), y se obtuvieron los resultados en los diferentes grupos como ser: grupo tratado con albendazol, 11 ovinos (23,91%) resultaron con carga parasitaria cero y del grupo con fenbendazol 16 ovinos (34,78%), esta diferencia entre ambos grupos no existe diferencia significativa ($P>0,05$). Los ovinos machos con albendazol, 18 (39,13%) continuaron con una carga parasitaria leve y 5 (10,87%) con carga parasitaria cero, de las ovejas hembras 17 (36,96%) continuaron con una carga parasitaria leve y 6 (13,04%) con carga parasitaria cero. Los ovinos machos con fenbendazol, 15 (32,61%) continuaron con una carga parasitaria leve y 8 (17,39%) con carga parasitaria cero, de las ovejas hembras 15 (32,61%) continuaron con una carga parasitaria leve y 8 (17,39%) con carga parasitaria cero, esta diferencia entre ambos grupos no es significativa ($P>0,05$), por tanto el grado de infestación de acuerdo a la carga parasitaria no tiene preferencia por el sexo. Respecto a las variables de raza, edad existe una diferencia numérica y porcentual sobre la carga parasitaria leve, por lo tanto esta diferencia no es significativa ($P>0,05$). El efecto antiparasitario del albendazol y fenbendazol es similar en los ovinos tratados aunque numéricamente existe una diferencia entre grupo y variables, pero esta diferencia estadísticamente no es significativa ($P>0,05$) de acuerdo al análisis de los resultados se concluye que cuando se realice programas de desparasitación previamente es necesario efectuar la determinación de la carga parasitaria, por lo tanto en este estudio se recomienda la utilización de ambos benzimidazoles para la desparasitación en la especie ovina.

Palabras claves: Albendazole, fenbendazol, prevención, parásitos.

1. Introducción

Los ovinos fueron los primeros animales en su domesticación por la importancia en el desarrollo de la humanidad; por su fácil domesticación y producción de carne, leche, lana, cuero, grasa y estiércol. Estas características valiosas hacen que la crianza de ovinos, se extienda por todo el mundo y comiencen a formarse diferentes grupos de rebaños de ovejas, de razas de acuerdo a los lugares y condiciones de adaptación. El ganado ovino constituye una especie importante en el aporte de proteína roja para los países andinos, particularmente Bolivia y Perú. Bolivia

tiene una población de 6.237.821 y a nivel departamental de 216.763 cabezas de ganado ovino (CAO, 1998), además de demandas de consumo insatisfechas, respecto a los productos ofrecidos por esta especie son la leche, carne, lana y derivados. La producción de ovinos tienen muchas ventajas los mismos son: la venta es rápida de uno o varios animales, poca inversión para su establecimiento, manejo del rebaño rústico y mixto, su explotación actual está limitada por el escaso conocimiento técnico y apoyo. La cría de ovinos en el altiplano paceño se constituye en un recurso importante para miles de pobladores andinos ya que una parte

de sus ingresos depende de la cría de esta especie. En la actualidad se continúa realizando la crianza bajo un sistema tradicional, sin embargo en las estaciones experimentales de Patacamaya y Belén, se tiene rebaños mejorados provenientes de diferentes ecosistemas de la zona del altiplano.

La zona andina encierra una enorme potencialidad de explotación ganadera que constituye un medio de subsistencia para la población, sin embargo la cría de ovinos se encuentra en un estado de degeneración por el escaso conocimiento de los pilares del proceso productivo los cuales son: la genética – reproducción, manejo – infraestructura, nutrición – alimentación y sanidad, puesto que estos se encuentran estrechamente relacionados entre sí.

Las enfermedades parasitarias gastrointestinales en la ganadería ovina ocasionan grandes pérdidas económicas a los productores, ya que los animales infestados disminuyen su rendimiento en la producción de leche, carne y lana, reducción de la velocidad de crecimiento, bajo índice de fertilidad y alto índice de mortalidad. El empleo de fármacos antiparasitarios son necesarios para obtener beneficios, siempre que estos tengan efectividad contra los parásitos. Ante lo mencionado, se presentan una serie de dificultades para que el crecimiento productivo de la ganadería ovina se plasme en una realidad próxima, los problemas sanitarios se constituyen en una de las causas principales de pérdidas para el productor. En los sistemas de producción ganadera ubicados en regiones del altiplano, las afecciones parasitarias gastrointestinales son consideradas como causa importante de pérdidas en la productividad ganadera ovina, debido a daños tales como: morbilidad y mortalidad de los animales, reducción de los niveles de producción y productividad, alteraciones reproductivas

y altos costos de prevención y control sanitario.

La proliferación de grandes industrias en la elaboración de fármacos, tratamientos inadecuados, la constante utilización de un sólo fármaco por largo tiempo, por no utilizar un calendario zoonosanitario, y fármacos antiguos utilizados que perdieron su eficacia, además el productor no cuenta con información actualizada acerca de la utilización del albendazol y fenbendazol en la zona de estudio. Benzimidazoles constituyen la familia química más extensa que se emplea para el tratamiento de enfermedades endoparasitarias en animales domésticos. Se caracteriza por un amplio espectro de actividades y un gran margen de seguridad. Su alto grado de eficacia se relaciona tanto con sus propiedades farmacodinamias como farmacocinéticas, del fenbendazol y albendazol en esta investigación. El fenbendazol es un benzimidazol, antiparasitario interno antihelmíntico de amplio espectro eficaz contra nematodos y cestodos. También tiene cierta eficacia contra *Fasciola hepática*, pero sólo con dosis más elevadas que la dosis terapéutica utilizada.

La acción del fenbendazol interfiere con la asimilación de la glucosa, evitando su integración en forma de glucógeno en el parásito, de tal forma que se altera la producción de energía. También afecta en la alteración de morfología de los huevos ya que bloquean la eclosión de la larva. La absorción del fenbendazol es vía gastrointestinal, la vida media del fenbendazol puede variar 10 - 27 horas. El fármaco no absorbido se elimina por las heces fecales, pero el absorbido puede eliminarse por la orina y la leche. La toxicidad es poca en todas las especies. Albendazol es un benzimidazol, desparasitador de uso oral que destruye huevos, larvas y formas adultas de parásitos gastrointestinales y pulmonares

en bovinos, cerdos, ovinos, caprinos y equinos. El albendazol inhibe la polimerización de la tubulina, a la enzima fumarato reductasa que produce la deficiencia en la generación de energía mitocondrial en forma de trifosfato de adenosina, ocasionando la muerte del parásito. El medicamento se absorbe a través del tracto del tubo digestivo de los rumiantes, excretado por la orina de donde se recupera de 30 a 50% de la dosis administrada por vía oral. Las principales vías de metabolismo del albendazol ocurren por sulfoxidación, dando un metabolito que está implicado en los efectos embriotóxicos y teratógenos que pueden ocasionar el producto. El fármaco es transformado dentro del rumen del ovino en 2 metabolitos: sulfóxido y sulfona. Estos inhiben la enzima fumaratoseductasa impidiendo la liberación de energía produciendo un rompimiento de los microtúbulos de las células intestinales interfiriendo con ello en la habilidad de los parásitos para absorber los nutrientes. Consecuentemente se produce una reducción del glicógeno ocasionando la muerte parasitaria por inanición.

En los últimos tiempos se han desarrollado y aplicado numerosas estrategias de control de endo y ectoparásitos que afectan la producción animal en distintas áreas ecológicas del altiplano. Algunas de ellas mostraron ser altamente prácticas, eficaces y económicas para el control de parásitos, pero en general son incapaces de prevenir o controlar el constante desarrollo de resistencia a los antiparasitarios (antihelmínticos, acaricidas, insecticidas), esto debido a los programas de desparasitación en las diferentes zonas del altiplano boliviano que son realizados sin determinar la identificación, carga parasitaria y grado de infestación del parásito. Es por ello que el productor dedicado a la ganadería debe contar con información de los fármacos que no son efectivos contra

determinadas infestaciones parasitarias para así mejorar la sanidad, ya que representa uno de los pilares fundamentales para la producción y crianza de ovinos. Así mismo estos constituyen un recurso pecuario renovable de mucha importancia en la región, la crianza y explotación de sus productos y subproductos se realizan en forma extensiva en todo el altiplano paceño. Razón por la cual se realizó este estudio de investigación aplicada, orientada a brindar información acerca de estos fármacos que actúan contra los nematodos y de esta manera contribuir al mejoramiento en la producción de ovinos y bajar el porcentaje de infestación.

Los objetivos de la investigación fueron:

- Evaluar el efecto del albendazol y fenbendazol contra nematodos gastrointestinales en ovinos del cantón Santiago de Llallagua municipio de Colquencha, departamento de La Paz año 2010.
- Determinar la carga parasitaria de los rebaños de ovinos de acurdo al sexo, edad, raza, del cantón Santiago de Llallagua.
- Determinar el grado de infestación de los rebaños de ovinos del cantón Santiago de Llallagua.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización del área de investigación

El estudio se realizó en el cantón Santiago de Llallagua, Municipio de Colquencha, localizada al noroeste del departamento de La Paz; se encuentra la provincia Aroma, localizándose al sur de esta provincia la sexta sección municipal: Santiago de Llallagua; al cual es posible acceder a través de la carretera interde-

partamental La Paz – Oruro, recorriendo 55 km hasta la localidad de Calamarca, del cual se sigue el desvío del flanco derecho hasta llegar hasta el cantón (25 km aproximadamente) a través de un camino secundario de tierra. De acuerdo al sistema de coordenadas geográficas, el cantón Santiago de Llalagua se ubica entre los 16°52' a 17°7' de latitud sur y 68°17' a 68°25' de longitud oeste.

El municipio está integrada por cinco cantones, el estudio se realizó en el cantón de Santiago de Llalagua que cuenta con 8 comunidades las cuales son: Acer Pujo, Kollpani, Huancarami, Cultani, Achoco, Jalsuri, Juira Kollo y Central.

En los registros del INE se indica que la superficie del departamento de La Paz es de 133.985 km² representando el 12,2% del territorio nacional, la provincia Aroma posee una superficie de 4.510 km² representando el 3,36% de la superficie total del departamento; el cantón Santiago de Llalagua, tiene una superficie de 311 km² dato obtenido a partir del levantamiento topográfico realizado por el IGM en 1993, representando el 7% de la superficie total de la provincia (PDM, 2006 – 2010).

La población total de ovinos en el Municipio de Colquencha es de 4.310 cabezas, de esta población en el cantón Santiago de Llalagua existen 1.118 (25,94%) de ovinos según fuente del Plan de Desarrollo Municipal 2006 - 2010. Para determinar el tamaño de la muestra se utilizó la fórmula estadística de (Trusffiel, 2004).

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

N = Número total de la población

$Z_{\alpha}^2 = 1,96^2$ (si la seguridad es del 95%)

p = Proporción esperada (en este caso 50% = 0,5)

q = 1 – p (en este caso 1 – 0,5 = 0,5)

d = Precisión (en este caso deseamos un 5% = 0,05)

Luego se determinó el tamaño de muestra: n = 353 muestras.

Se realizó el examen coproparasitológico de las muestras fecales (n = 353), la selección de los dos grupos de ovinos fue en base al grado de infestación, fueron parte del grupo los ovinos que presentaron un grado de infestación moderado y grave, los dos grupos fueron los siguientes: un grupo de 46 ovinos tratado con albendazol y el otro grupo de 46 ovinos con fenbendazol.

2.2 Criterios de inclusión y exclusión

2.2.1 Criterios de inclusión

- Una vez identificados y conformados los dos grupos de ovinos en base a la carga parasitaria y grado de infestación.
- El muestreo de campo se realizó durante la mañana (a.m.), previo registro e identificación del sexo, raza y edad de ambos grupos de ovinos.
- A los 10 días, se procedió al muestro de ambos grupos, para determinar la carga parasitaria y grado de infestación de ambos grupos de estudio.
- A los 20 días después de haber aplicado (albendazol) y (fenbendazol), nuevamente se procedió el último muestreo.

2.2.2 Criterios de exclusión

- No se aceptaron en el estudio muestras de ovinos con una carga parasitaria leve.

- No se procesaron muestras con varias horas de muestreo.

2.3. Material biológico

El material biológico para la investigación fueron los 92 ovinos del cantón de Santiago de Llallagua.

2.4. Materiales de campo

- Overol
- Botas de cuero
- Botas de goma
- Sogas
- Botiquín veterinario de primeros auxilios
- Tablero de campo
- Cámara fotográfica digital
- Filmadora
- Lupa
- Ficha de recolección de campo
- Conservador o termo de plastoformó

2.5. Materiales de laboratorio

- Microscopio
- Cámara Mac-Master
- Vaso breaker
- Mortero
- Balanza
- Probeta
- Agua destilada
- Solución saturada de cloruro de sodio
- Libro de registro del laboratorio
- Antiparasitarios (albendazol) y (fenbendazol)

2.6. Material de gabinete

- Equipo completo de computación
- Escritorio completo
- Material de escritorio
- Papelería en general

2.6.1. De obtención de la información

La información secundaria

Se obtuvo mediante la revisión de literatura, trabajos de investigación relacionados al tema, internet y otros.

La información primaria

Para obtención de información se elaboraron planillas de registro de los animales y fichas laboratorio del diagnóstico.

Los datos fueron sistematizados, procesados y evaluados estadísticamente, los resultados determinados fueron analizados con cada una de las variables propuestos en la investigación.

2.7. Métodos de laboratorio

Las muestras fueron procesadas mediante el método Mac máster para detectar huevos de nematodos gastrointestinales y determinar la carga parasitaria.

2.7.1. Procedimiento

- Se coloca en un mortero aproximadamente 2 gramos de heces.
- Se agregan 15 ml de la solución sobre saturada de azúcar, o bien de la solución salina, se homogeniza con el pistilo hasta lograr una suspensión adecuada.
- Se tamiza a través de un colador corriente y el filtrado se deposita en un beacker pequeño.
- Se coloca el filtrado en un tubo de fondo plano de aproximadamente 10 ml de capacidad.
- Se coloca un cubre objetos en la boca del tubo y se deja reposar durante 5 a 10 minutos.
- Se transfiere el cubre objetos a una lámina porta objetos y se enfoca el campo del microscopio con 100 X y 40X.
- Se efectúa la lectura de las muestras enfocando uno de los extremos superiores del preparado e ir observando en forma de zigzag.

El método de flotación puede ser cualitativo y cuantitativo, ya que se pueden identificar las especies parasitarias y determinar el grado de infestación, la lectura cuantitativa se realiza de la siguiente manera:

De 1 a 5 huevos por campo +
De 6 a 10 huevos por campo ++
De 11 a 15 huevos por campo +++

Para determinar el grado de infestación, se debe de tomar el campo en donde haya mayor número de huevos.

Cuadro 1. Comparativa de carga parasitaria

Grado de Infestación	Cantidad de Huevos por Gramos HPG
Leve	100 - 500
Moderada	501 - 1.000
Grave	1001 <

Fuente: Guzmán, 2010.

2.8. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizaron las pruebas de la estadística descriptiva, análisis de varianza, coeficiente de variación, pruebas de comparación de dos

proporciones y otras, con un nivel de confianza de 95% y un margen de error 5%.

3. Resultados y discusión

El presente trabajo de investigación sobre el efecto del albendazol y fenbendazol contra nematodos gastrointestinales en ovinos del cantón Santiago de Llallagua, Municipio de Colquencha, departamento de La Paz. Realizado en los meses de mayo a julio de 2010 y arrojaron los siguientes resultados:

Cuadro 2. Efecto del albendazol contra nematodos en ovinos

HPG	Nº Ovinos	% Ovinos
CON	35	76,09
SIN	11	23,91
TOTAL	46	100

Los resultados del grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (albendazol) fueron los siguientes, 35 (76,09%) ovinos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (158,70) y 11 (23,91%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero.

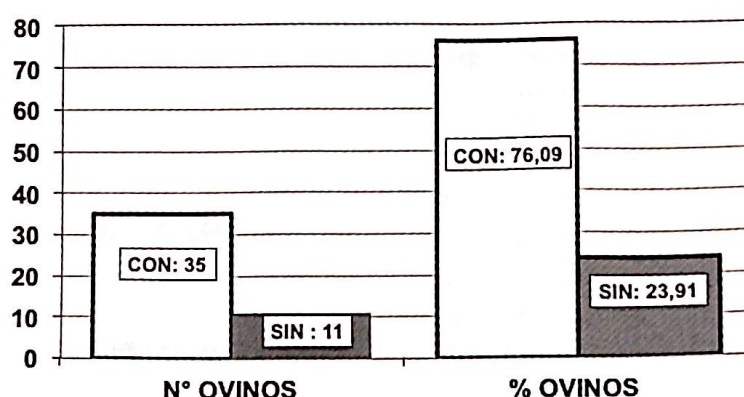


Gráfico 1. Efecto del albendazol contra nematodos en ovinos

Cuadro 3. Efecto del fenbendazol contra nematodos en ovinos

HPG	Nº ovinos	% ovinos
CON	30	65,22
SIN	16	34,78
TOTAL	46	100,00

Los resultados del grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (fenbendazol) fueron los siguientes, 30 (65,22%) ovinos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (106,52) y 16 (34,78%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero.

De acuerdo a los resultados que observan en el grupo tratado con albendazol, fueron que 11 ovinos (23,91%) resultaron negativos y del grupo tratado con fenbendazol 16 ovinos (34,78%) no se observaron huevos, esta diferencia entre ambos grupos de acuerdo la prueba estadística de comparación de proporciones, estadísticamente no es significativa ($P > 0,05$), por lo tanto el efecto antiparasitario de ambos productos es igual, ver cuadro 2 y 3.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, confirma la baja eficacia de albendazol, a lo obtenido por Morales, G. y Pino L.; 2002, en Venezuela, sobre la eficacia del albendazol expresada en porcentaje de reducción de los HPG fue de sólo 32,7%.

Waller, 1997; Prichard, en 1994 mostraron la baja eficacia e indicativa resistencia de poblaciones de estróngilos digestivos resistentes de su acción, lo cual es cada vez más frecuente a nivel mundial con los benzimidazoles.

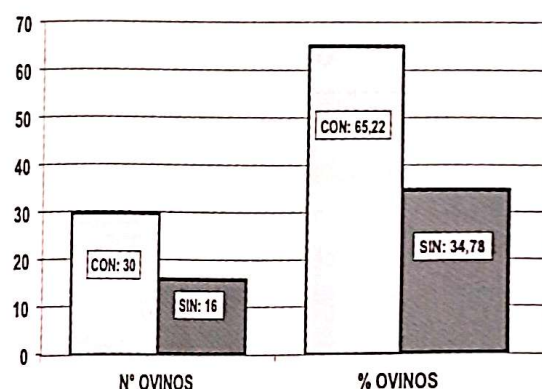


Gráfico 2. Efecto del fenbendazol contra nematodos en ovinos

Cuadro 4. Carga parasitaria en ovinos por sexo tratados con albendazol

SEXO	Nº MUESTRAS	Nº HPG		% HPG		% TOTAL
		CON	SIN	CON	SIN	
Machos	23	18	5	39,13	10,87	50,00
Hembras	23	17	6	36,96	13,04	50,00
	46	35	11	76,09	23,91	100

Según el sexo, el grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (albendazol) de los 23 ovinos machos, 18 (39,13%) ovinos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (183,33) y 5 (10,87%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, respecto sexo hembras de las 23 ovejas, 17 (36,96%) ovinos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (235,29) y 6

(13,04%) ovejas presentaron una carga parasitaria cero, como se puede ver el cuadro 4.

Según el sexo, el grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (fenbendazol) de los 23 ovinos machos, 15 (32,61%) ovinos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (173,33) y 8 (17,39%) ovinos presentaron

una carga parasitaria cero, respecto sexo hembras de las 23 ovejas, 15 (32,61%) ovinos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (153,33) y 8 (17,39%) ovejas presentaron una carga parasitaria cero, como se puede ver el cuadro 5.

La carga parasitaria en los ovinos de ambos grupos por raza no es significativa ($P > 0,05$), por tanto la grado de infestación de acuerdo a la carga parasitaria no tiene predilección por los ovinos por sexo.

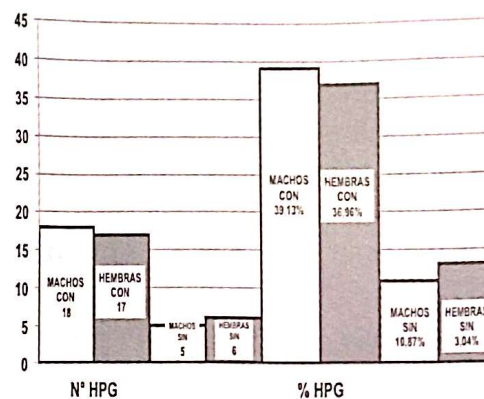


Gráfico 3. Carga parasitaria en ovinos por sexo tratados con albendazol

Cuadro 5. Carga parasitaria en ovinos por sexo tratados con fenbendazol

SEXO	Nº MUESTRAS	Nº HPG		% HPG		% TOTAL
		SIN	CON	SIN	CON	
Machos	23	15	8	32,61	17,39	50,00
Hembras	23	15	8	32,61	17,39	50,00
	46	30	16	65,22	34,78	100

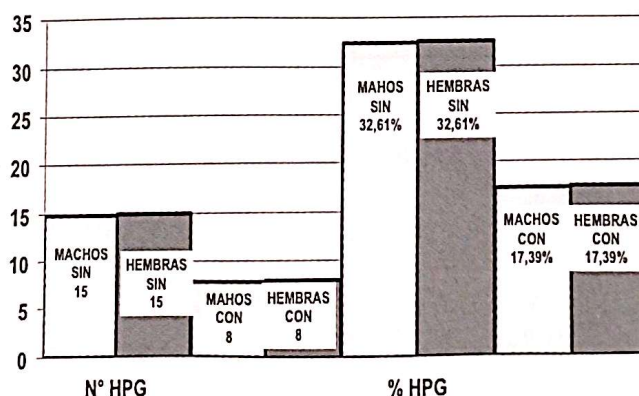


Gráfico 4. Carga parasitaria en ovinos por sexo tratados con fenbendazol

Cuadro 6. Carga parasitaria en ovinos por raza tratados con albendazol

RAZA	Nº MUESTRAS	Nº HPG		% HPG		% TOTAL
		SIN	CON	SIN	CON	
Criolla	11	8	3	17,39	6,52	23,91
Merino	12	10	2	21,74	4,35	26,09
Hampshire Down	6	4	2	8,70	4,35	13,04
Mestizo	15	11	4	23,91	8,70	32,61
Corriedale	2	2		4,35	0,00	4,35
	46	35	11	76,09	23,91	100,00

Según la raza, el grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (albendazol) de los 46 ovinos, 8 (17,39%) ovinos criollos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (312,50), 3 (6,52%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, los ovinos de la raza merino 10 (21,74%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (190) y 2 (4,35%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, de los ovinos de la raza hampshire down 4 (8,70%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (200) y 2 (4,35%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, de los ovinos de la raza mestizo 11 (23,91%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (154,55) y

4 (8,70%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero y de la raza corriedale 2 (4,35%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (200), como se puede ver el cuadro 6.

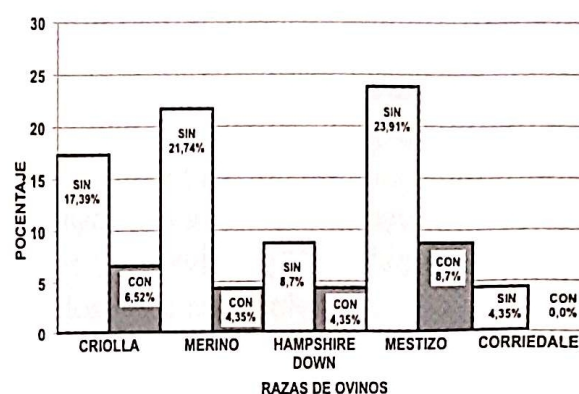


Gráfico 5. Porcentaje de carga parasitaria en ovinos por raza tratados con albendazol

Cuadro 7. Carga parasitaria en ovinos por raza tratados con fenbendazol

RAZA	N° MUESTRAS	N° HPG		% HPG		% TOTAL
		SIN	CON	SIN	CON	
Criolla	13	7	6	15,22	13,04	28,26
Merino	12	8	4	17,39	8,70	26,09
Hampshire Down	3	3	0	6,52	0,00	6,52
Mestizo	16	11	5	23,91	10,87	34,78
Corriedale	2	1	1	2,17	2,17	4,35
	46	30	16	65,22	34,78	100,00

Según la raza, el grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (fenbendazol) de los 46 ovinos, 7 (15,22%) ovinos criollos continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (128,57) y 6 (13,04%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, los ovinos de la raza merino 8 (17,39%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (187,50) y 4 (8,70%) ovinos presentaron

una carga parasitaria cero, de los ovinos de la raza hampshire down 3 (6,52%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (100), de los ovinos de la raza mestizo 11 (23,91%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve de (190,91) y 5 (10,87%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero y de la raza corriedale 1 (2,17%) continuaron con una carga parasitaria promedio leve

de (100) y 1 (2,17%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero como se puede ver el cuadro 7.

La carga parasitaria en los ovinos de ambos grupos por raza no es significativa ($P>0,05$) de acuerdo a la prueba de t para varianzas independiente, varianzas heterogéneas y muestras diferentes, por tanto la grado de infestación de acuerdo a la carga parasitaria no tiene predilección por los ovinos en las cinco razas de ovinos estudiados.

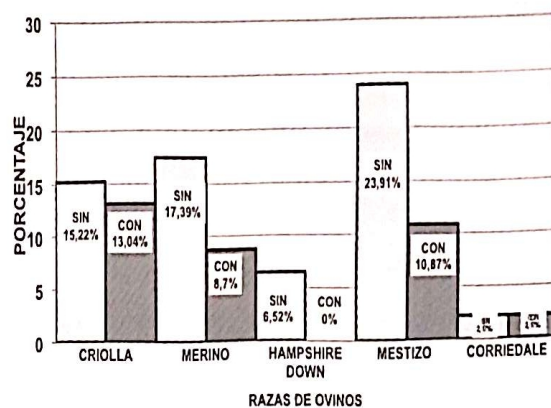


Gráfico 6. Porcentaje de carga parasitaria en ovinos por raza tratados con fenbendazol

Cuadro 8. Carga parasitaria en ovinos por edad tratados con albendazol

MESES	N° MUESTRAS	N° HPG		% HPG		% TOTAL
		SIN	CON	SIN	CON	
5,0 - 7,5	7	6	1	13,04	2,17	15,22
7,5 - 10,1	3	3	0	6,52	0,00	6,52
10,1 - 12,6	5	3	2	6,52	4,35	10,87
12,6 - 15,2	5	2	3	4,35	6,52	10,87
15,2 - 17,7	4	3	1	6,52	2,17	8,70
17,7 - 20,2	9	8	1	17,39	2,17	19,57
20,2 - 22,8	13	10	3	21,74	6,52	28,26
	46	35	11	76,09	23,91	100,00

Según la edad, el grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (albendazol) de los 46 ovinos con mayor carga fueron: 10 (21,74%) ovinos de 20,2 – 22,8 meses, 8 (17,39%) ovinos de 17,7 – 20,28 meses, 6 (13,04%) ovinos de 5,0 – 7,5 meses, continuaron con una carga parasitaria promedio leve y 3 (6,52%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, como se puede ver el cuadro 8.

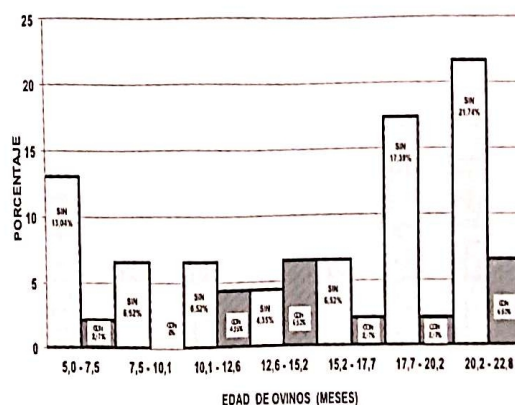


Gráfico 7. Porcentaje de carga parasitaria en ovinos por edad tratados con albendazol

Cuadro 9. Carga parasitaria en ovinos por edad tratados con fenbendazol

MESES	N° MUESTRAS	N° HPG		% HPG		% TOTAL
		SIN	CON	SIN	CON	
24,0 - 29,1	8	6	2	13,04	4,35	17,39
29,1 - 34,3	8	5	3	10,87	6,52	17,39
34,3 - 39,4	15	8	7	17,39	15,22	32,61
39,4 - 44,6	6	5	1	10,87	2,17	13,04
44,6 - 49,7	5	4	1	8,70	2,17	10,87
49,7 - 54,8	1	0	1	0,00	2,17	2,17
54,8 - 60,0	3	2	1	4,35	2,17	6,52
	46	30	16	65,22	34,78	100,00

Según la edad, el grupo desparasitado a los 10 y 20 días con benzimidazol (fenbendazol) de los 46 ovinos con mayor carga fueron: 8 (17,39%) ovinos de 34,3 – 39,4 meses, 6 (13,04%) ovinos de 24,0 – 29,1 meses, 5 (10,87%) ovinos de 29,1 – 34,3 meses, continuaron con una carga parasitaria promedio leve y 3 (6,52%) ovinos presentaron una carga parasitaria cero, como se puede ver el cuadro 9.

La carga parasitaria en los ovinos de ambos grupos por edad no es significativa ($P > 0,05$) de acuerdo a la prueba de t para varianzas independiente, varianzas heterogéneas y muestras diferentes, por tanto el grado de infestación de acuerdo a la carga parasitaria no tiene preferencia por los ovinos en las diferentes edades de los ovinos estudiados.

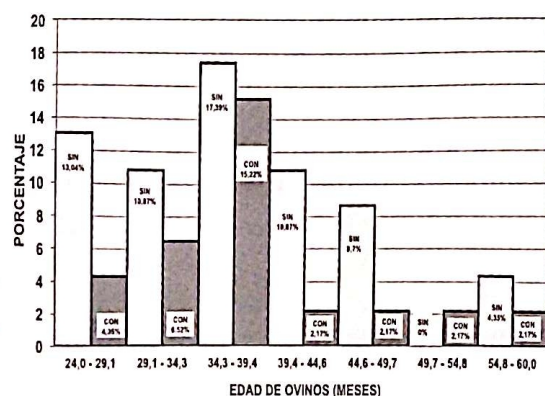


Gráfico 8. Porcentaje de carga parasitaria en ovinos por edad tratados con fenbendazol

4. Conclusiones

Luego del análisis de los resultados del trabajo de investigación se concluye lo siguiente:

Del grupo tratado con albendazol, 11 ovinos (23,91%) resultaron con carga parasitaria cero y del grupo con fenbendazol 16 ovinos (34,78%), esta diferencia entre ambos grupos no es significativa ($P > 0,05$).

Los ovinos machos con albendazol, 18 (39,13%) continuaron con una carga parasitaria leve y 5 (10,87%) con carga parasitaria cero, de las ovejas hembras 17 (36,96%) continuaron con una carga parasitaria leve y 6 (13,04%) con carga parasitaria cero.

Los ovinos machos con fenbendazol, 15 (32,61%) continuaron con una carga parasitaria leve y 8 (17,39%) con carga parasitaria cero, de las ovejas hembras 15 (32,61%) continuaron con una carga parasitaria leve y 8 (17,39%) con carga parasitaria cero, esta diferencia entre ambos grupos no es significativa ($P > 0,05$), por tanto la grado de infestación de acuerdo a la carga parasitaria no tiene preferencia por el sexo.

Respecto a las variables de raza, edad existe una diferencia numérica y porcentual sobre la carga parasitaria leve, por lo tanto esta diferencia no es significativa ($P > 0,05$).

El efecto antiparasitario del albendazol y fenbendazol es similar en los ovinos tratados aunque numéricamente existe una diferencia entre grupo y variables, pero esta diferencia estadísticamente no es significativa ($P>0,05$).

5. Recomendaciones

Por los resultados y conclusiones establecidos en el trabajo de investigación se sugiere las siguientes recomendaciones.

- Promover e incentivar campañas de capacitación sobre prevención y control de la parasitosis en los rebaños de ovinos, involucrando a los profesionales en el área en coordinación con la dirección agropecuaria del Municipio de Colquenchá.
- Promover la realización de programas de sanidad animal en todos los rebaños del área con el fin de evitar pérdidas económicas en la ganadería ovina.
- Se recomienda la realización de campañas de desparasitación con productos eficaces para bajar la carga parasitaria de los endoparásitos.
- Realizar la rotación de potreros de los rebaños de ovinos en la zona.
- Se recomienda utilizar el albendazol y fenbendazol antes y después de las lluvias.
- Tener cuidado en la administración y dosificación del albendazol en hembras menores de dos meses de gestación.
- Realizar el examen coproparasitológico para la identificación, determinación de la carga parasitaria y grado infestación, antes de iniciar una campaña de desparasitación.

6. Referencias bibliográficas

- Acha, P. 1.988, Zoonosis y enfermedades transmisibles al hombre y a los animales, 2 ed., Washington, D.C., E.U., OPS, Pp. 734 - 751.
- Bush, M.B. 1982. Manual del laboratorio veterinario de análisis clínicos. 2 ed. Acribia. Zaragoza, España. Pp. 2 - 363.
- Carlyle, T. 1990, Patología veterinaria, hemisferio sur, Vol. 2, Buenos Aires - Argentina Pp. 855 - 856.
- Charkes, M, Hendrix, 1999. Diagnóstico parasitológico veterinario 2 ed. Mc GRAW-HILL, D.F. México, Pp. 767 - 910.
- Cordero Del Campillo, M., y Col. 1999. Parasitología veterinaria. Mc Graw-Hill-Interamericana. Madrid. España. Pp.113-123.
- Fulcrad, B, 1.983, Enfermedades de los ovinos y su tratamiento, 2 ed., Centro de Estudio Rural Andino "Bartolomé de las Casas", Cuzco - Perú, Pp. 50 - 53.
- Guzman, J. 2004. Los análisis clínicos en medicina veterinaria. Santa Cruz, Bolivia. Pp. 10 - 27.
- Haresign, W., 1.989. Producción ovina, efectos del parasitismo sobre el metabolismo en los ovinos, AGT EDITOR, S.A., México, Pp. 331 - 345.
- Helman, M.B., 1.953, Ovinotecnia, Buenos Aires - Argentina, Ateneo, Tomo II, Pp. 739 - 741.
- Jones, C.T.; Hunt, D.R. 1990. Patología veterinaria. 2 ed., Hemisferio Sur S.A. Montevideo Uruguay. Pp. 354 - 359.
- Koeslag, J. y Kirchner F. 2004. Ovinos. TRILLAS. Área de producción animal Pp. 134.
- Maldonado, H. y Ferver, J. (2006). Cría de ovinos en sistemas extensivos e intensivos. Lexus - México Pp. 156.
- Manninger, R. y Mocsy, I., 1.968, Patología terapéutica especial de los animales Domésticos, 2 ed., Labor S.A., Barcelona - España, Pp. 305.
- Mehlhorn H.; Duwel W.; Rether W. 1993. Manual de parasitología clínica veterinaria. Grasslats, Bogota Colombia, Pp. 54 - 55.
- MERCK & Co, Inc., 2000, El Manual de Merck de veterinaria, 4 ed. OCEANO/CENTRUM, Barcelona - España, Pp. 280 - 1998.
- Quiroz, R.H., 2000. Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos, 4 ed., Reimpresión, Limaza, Mexico. Pp. 768 - 802.
- Soulsby, E., 1.987, Parasitología y enfermedades parasitarias de animales domésticos, 7 ed., interamericana, México, Pp. 7 - 464.
- Sumano, L.H.; Ocampo, C.L., 1997. Farmacología veterinaria. 2ed. Impresión en México, D.F. Pp. 277 - 280.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE AKHANA (*Senecio apolobambensis*)
Y SASAHUI (*Senecio jarae*) SOBRE EL CONTROL DE PARÁSITOS
GASTROINTESTINALES EN ALPACAS (*Vicugna pacos*) EN EL ÁREA
NATURAL DE MANEJO INTEGRAL NACIONAL APOLOBAMBA
Determining the effect of Akhan (*Senecio apolobambensis*) and sasahui
(*Senecio Jarae*) on the control of gastrointestinal parasites in alpacas
(*Vicugna pacos*), the Integrated Management Natural Area National
Apolobamba

Gutierrez Plata E.¹

Instituto de Investigación en Ciencia Animal y Tecnología (IICAT), Universidad Pública de El
Alto, Villa Esperanza km 15, Ciudad de El Alto, Bolivia

1 Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública de El Alto, Bolivia, E-mail address:erlangutierrez@hotmail.com
Wildlife Conservation Society (WCS – Bolivia)

Recibido: 10 de nov. 2011, aprobado 17 Abr. 2012

Abstract

In the Integrated Management Natural Area National Apolobamba, parasitic diseases account for a mortality of 20.6% and 12% of young and adult camelid livestock, treatment failure caused by indiscriminate use of antiparasitic veterinary bad practices in administration dose and active principle and the lack of use of health calendars. This has led to recovery of ethno veterinary knowledge and provides treatment options through traditional treatments. For this study, 48 alpacas were selected randomly divided into three experimental groups and a control group, were applied three infusions of plants based on: sasahui, akhan and their combination with reduced doses of 50% compared to groups 1, 2 and 3. There were 7 stool samples every 10 days between the months of August to October 2007. Using the flotation method modified Wisconsin meaningful data was obtained ($P < 0.05$): where akhan has a better effect on *Capillaria spp*, 100% effective, *Trichuris spp*, *Moniezia benedeni* 81.4% and 64% to 30 days, maintaining this level until day 60 post re dosing day 30; sasahui *Nematodirus spp* brought under control by 84%, 87.6% *Marshallagia spp* at 30 days after treatment, remaining constant until day 60, re dosing day 30, compared to the control of *Eimeria* three treatments fail to be effective on day 60, re dosing day 30 reached 100% effectiveness, which means that the re dosing at intervals of 30 days effective results on the control gastrointestinal parasites in alpacas.

Keywords: Ethno veterinary, akhana, sasahui, parasites, alpaca, Apolobamba

Resumen

En el ANMIN-Apolobamba, las enfermedades parasitarias representan una mortandad del 20,6% en crías y 12% de adultos en el ganado camélido, causado por fracasos terapéuticos por un manejo indiscriminado de antiparasitarios veterinarios, malas prácticas en administración, dosis y principio activo y la falta del uso de calendarios sanitarios. Esto motivó a recuperar los conocimientos etno-veterinarios y ofrecer opciones terapéuticas tradicionales. Para este estudio se seleccionaron 48 alpacas al azar divididos en tres grupos experimentales y un grupo testigo, se aplicaron tres infusiones de plantas a base de: sasahui, akhana y la combinación de ambas con dosis reducidas al 50%, respecto a los grupos 1, 2 y 3. Se realizaron 7 muestreos de heces cada 10 días, entre los meses de agosto a octubre del 2007. Utilizando el método de flotación modificada de Wisconsin se obtuvieron datos significativos ($P < 0,05$): donde akhana posee un mejor efecto sobre *Capillaria spp*, con 100% de efectividad; *Trichuris spp* 81,4% y *Moniezia benedeni* con un 64% a los 30 días, manteniéndose esos niveles hasta el día 60 post re-dosificación el día 30; sasahui logró controlar *Nematodirus spp* en un 84%, *Marshallagia spp* 87,6% a los 30 días post tratamiento, manteniéndose constante hasta el día 60, re-dosificando el día 30; respecto al control de *Eimerias* los tres tratamientos lograron ser efectivos el día 60, re-dosificando el día 30 alcanzando una efectividad del 100%, lo que significa que la re-dosificación a intervalos de 30 días produce resultados efectivos sobre el control de parásitos gastrointestinales en alpacas.

Palabras clave: Etno veterinaria, akhana, sasahui, parásitos, alpaca, Apolobamba

1. Introducción

En la actualidad y frente al tecnicismo del siglo XX y XXI, se hace muy común el uso de fármacos para tratar diferentes enfermedades producidas por agentes microbianos o agentes parasitarios, los cuales afectan la salud del hombre y de los animales domésticos, de tal modo que se llegó a considerar a la farmacología como una herramienta muy útil e imprescindible en el área de la salud para controlar, tratar y eliminar las enfermedades que se manifiestan. Sin embargo, el hecho de ser tan imprescindible y por ende tan utilizada, demuestra que los fármacos al ser utilizados sin criterios técnicos, pueden producir resistencia microbiana o parasitaria, pudiendo ser de carácter específico o en el peor de los casos una resistencia cruzada, limitando e incluso perdiendo así una herramienta para el tratamiento y control de las enfermedades causadas por

los endoparásitos. Hoy en día se da una mayor importancia a los saberes tradicionales de la medicina natural propios de cada región, demostrando sus usos y utilidades en la terapéutica natural, Veterinarios sin Fronteras, (2001).

La ganadería camélida por el tipo de producción tiene ciertas prácticas sanitarias durante todo el año con el fin de suprimir posibles pérdidas económicas ocasionadas por las enfermedades. En la actualidad se conoce las principales enfermedades causadas por parásitos que afectan la producción. En el caso particular de las enfermedades parasitarias estas representan un gran problema debido a que se constituyen en mortandad para crías de alpaca de 20,6% y en adultos 12%, Rodríguez et al. (1988); Tichit, (1991); FAO, (2005).

En el Área Natural de Manejo Integrado Nacional Apolobamba (ANMIN-A), el

manejo indiscriminado de antiparasitarios veterinarios comerciales, por parte de los comunarios ha llevado a constantes fracasos terapéuticos, debido a la mala administración de dosis, mal manejo del principio activo, mala planificación del refuerzo antiparasitario para romper los ciclos parasitarios, desparasitaciones selectivas de algunos animales y no a todo el rebaño, falta de implementación y aplicación de calendarios sanitarios, finalmente la adquisición de medicamentos veterinarios sin garantía en ferias locales por vendedores inescrupulosos. Estos factores llevan a los ganaderos locales a un fracaso constante en el manejo de productos veterinarios antiparasitarios, pérdidas económicas importantes y desvalorización gradual del uso de la etnoveterinaria propia de las culturas andinas, Beltran, F. (2008). Por tanto el objetivo general es determinar el efecto de akhana (*Senecio apolobambensis*), sasahui (*Senecio jarae*) y la combinación de ambas plantas, sobre la población de parásitos gastrointestinales en alpacas (*Vicugna pacos*). Y como objetivos específicos: Evaluar el espectro de acción antiparasitario de akhana y sasahui. Determinar el espectro de acción antiparasitario de la combinación de akhana y sasahui, reduciendo la dosis de ambas plantas al 50%. Evaluar la redosificación a los 30 días de cada tratamiento. Y la hipótesis que plantea el presente trabajo es que las plantas akhana, sasahui y la combinación de ambas, si posee efecto antiparasitario variable sobre la población de nematodos, cestodos y eimerias del tracto gastrointestinales en alpacas.

2. Materiales y métodos

Localización de la investigación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los meses de agosto

a octubre del 2007, en la comunidad de Puyo Puyo, con coordenadas 69°10'55,47'' oeste y 14°56'44,93'' sur en el ANMIN-A, ubicada en el Departamento de La Paz, en la provincia Franz Tamayo, perteneciente al Municipio de Pelechuco, a una altura de 4.718 msnm, a 8 horas de viaje recorriendo 175 km de distancia sobre camino carretero desde la ciudad de La Paz.

Procedimiento

Para el presente estudio se utilizaron 48 alpacas escogidas al azar de un grupo de 150 animales de propiedad del productor Pedro Mayhua Laura de la comunidad de Puyo Puyo, zona Japu.

Cuadro 1. Distribución de los animales por tratamiento

Tratamientos	No. de alpacas
akhana+ sasahui	12
akhana	12
sasahui	12
Testigo	12
Total	48

Muestra (heces)

Se realizó la colecta de muestras fecales, por la vía rectal de las alpacas identificadas por medio de aretes, utilizando bolsas de polietileno y realizando masajes rectales con los dedos medio e índice para estimular la defección y así colocarlas en frascos plásticos herméticos, se procedió a conservarlas por medio de una solución de formol al 5% en los envases plásticos, conteniendo 50% de la muestra y 50% del conservante, para su posterior análisis coproparasitológico. La colecta de heces se realizó en horas de la mañana (6:00 am), y en un orden de muestreo de: día 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60, para la determinación del comportamiento antiparasitario de los tratamientos etnoveterinarios.

Preparación de las plantas

Una vez secadas al sol las plantas son preparadas a razón de 58 g de sasahui o akhana hervidas en ollas de barro en 8 litros de agua por un tiempo de 15 minutos y se dejó en reposo por 30 minutos; en el caso de la receta combinada se utilizó 29 g de akhana y 29 g de sasahui hervidas en 8 litros de agua en una olla de barro por un tiempo de 15 minutos y se dejó en reposo por 30 minutos, según la receta tradicional.

Método de recolección de datos

Las muestras fecales fueron sometidas a un análisis coproparasitológico en el laboratorio de parasitología de la ONG Wildlife Conservation Society (WCS-Bolivia) y en el laboratorio de parasitología de la Universidad Pública de El Alto (UPEA).

Se utilizó la técnica semi-cuantitativa de flotación modificada de Wisconsin, para el conteo e identificación de huevos de parásitos y se realizó también un análisis con la técnica cualitativa de sedimentación de Niah, para la determinación de la presencia del parásito *Fasciola hepática*; Ueno, H. y Gutierrez, V. (1983); Bagley, C. (1997); Intervet, (2004).

Análisis estadístico

Para el diseño se conformaron cuatro grupos experimentales al azar, constituyéndose cada uno de 12 individuos, analizándose la efectividad de los tratamientos etno-veterinarios de acuerdo a cada etiología hallada con su recuento semi-cuantitativo y las variaciones temporales en un periodo de 60 días (días 1, 10, 20, 30, 40, 50, 60), aplicando los tratamientos tradicionales en el día 1 y su redosificación el día 30; los análisis estadísticos, se realizaron por medio del programa computarizado Statistix v.8 (Statistical analysis software for researchers).

Debido a que los datos no presentaron una distribución normal en el análisis de varianza y no existe homogeneidad de varianzas se utilizó el análisis estadístico no paramétrico. Kruskal Wallis:

Análisis estadístico Kruskal Wallis:

$$H = \frac{12}{T \cdot (T + 1)} \cdot \sum_{i=1}^L \left(\frac{R_i^2}{t_i} \right) - 3 \cdot (T + 1)$$

Donde:

L = Número de muestras

T = Número de todos los valores del individuo en todas las muestras

t_i = Sumatoria de los elementos de la i - ésima muestra del tratamiento etno-veterinario

R_i = Sumatoria de los Rangos de la i - ésima muestra del tratamiento etno-veterinario

Posteriormente se realizó un análisis de comparación de medias por el método de Tukey al 5%, el promedio o media aritmética se determinó por medio de la fórmula:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

Donde:

X = Número de hpg

n = Tamaño de la muestra

Desviación estándar:

$$\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

Donde:

X_i = Número de hpg

$\bar{X}$ = Promedio de hpg

N = Tamaño de la muestra

Cálculo de efectividad para los tratamientos, mediante la fórmula:

$$E = (1 - \frac{Td}{Ta} \times \frac{ta}{td}) \times 100$$

Donde:

T = Tratamiento

t = Testigo

a = Antes de la aplicación

d = Después de la aplicación

Para determinar la prevalencia de parásitos gastrointestinales en el hato se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Prevalencia (Pr)} = \frac{\text{Nº de casos positivos}}{\text{Nº de animales en estudio}} \times 100$$

Además se realizó un análisis de regresión lineal:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i$$

Donde:

ε_i = Es el error asociado a la medición del valor X_i

β_0 = Es la intersección o término "constante"

β_i = Son los parámetros respectivos a cada variable independiente

3. Resultados y discusión

Efecto de los tratamientos para el control de *Nematodos*

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Nematodirus spp.*

Se obtuvieron los siguientes resultados sobre el control de nematodos como se aprecia en los cuadros 2 y 3, se obtuvo también una prevalencia del hato del 97,9%, un valor muy alejado a los que reporta Campero (1990), con un 56%, Leguía (1999), en un 70 a 100% o Rojas, (2005) con 58,8%; tales datos representan valores diferentes, que pueden estar sujetos a factores como el medio ambiente, manejo ganadero: al introducir especies rumiantes como los ovinos, pero principalmente al tipo de parásito, ya que la *Nematodirus spp* en la fase larvaria 1, 2 y 3 permanece dentro el huevo y sale de el siendo larva 4 (infectante) cuando las condiciones ambientales son favorables. El cascaron durante su desarrollo larvario le proporciona protección frente al medio ambiente, por factores térmicos (calor excesivo), climáticos y mecánicos, reportándose que incluso pueden estar latentes por un año hasta que las condiciones se tornen favorables para la supervivencia de este parásito, principalmente la temperatura puede considerarse óptima cuando alcanzan los 2 a 3°C, lo que significaría, una helada común en el altiplano, Soulsby, (1987); Merck, (2000).

Cuadro 2. Número promedio de huevos de *Nematodirus spp* en alpacas

Muestreo Días	Primero ©1/d	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto * 30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg
akhana +sasahui	9,8	5,6	6,4	5,3	5,5	5,1	1,9
akhana	8,1	4,7	6,4	3,7	3,8	2,5	3,0
sasahui	10,7	5,6	5,4	2,8	2,9	2,4	2,2
Testigo	8,2	11,5	13,2	13,4	13,4	10,5	9,9

©: Dosificación; *: Redosificación

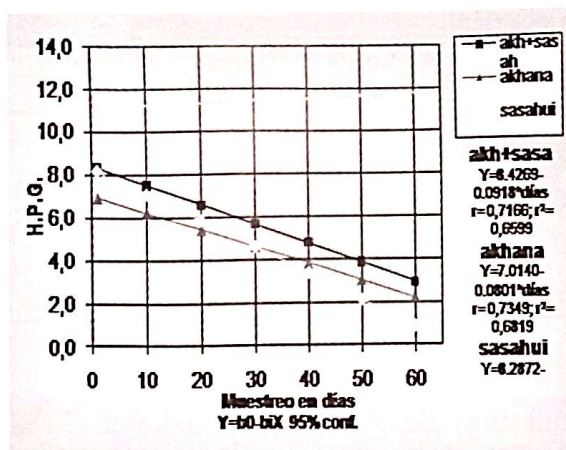


Gráfico 1. Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Nematodirus spp.*

En el cuadro 2 se puede apreciar que en el cuarto muestreo existe una diferencia significativa ($P<0,05$) en comparación con los muestreos primero, segundo y tercero. En el séptimo muestreo existe una diferencia significativa comparando los muestreos quinto y sexto, lo que contrastando con el cuadro 2 y 3 el cuarto muestreo indica que existe una notoria diferencia en la reducción de la

carga parasitaria (h.p.g.) a los 30 días con los tratamientos a base de sasahui con un 84% y akhana 72% presentan un porcentaje de efectividad mucho más alto que la combinación de ambas plantas 66,9%; luego de una redosificación el día 30, puede apreciarse en el séptimo muestreo que la carga parasitaria baja aún más y la diferencia es significativa, destacándose los tratamientos con la combinación de ambas plantas con un 83,9% y el grupo tratado con sasahui con 83% poseen una eficacia superior al grupo tratado con akhana con 69,3%.

Para un mejor contraste entre los tratamientos se realizó un análisis de regresión lineal como puede apreciarse en el gráfico 1, donde puede notarse claramente que el tratamiento con sasahui baja considerablemente la carga parasitaria con una tendencia lineal constante de 0,123 h.p.g./día, siendo sasahui el que resalta como principal controlador de *Nematodirus spp.*

Cuadro 3. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Nematodirus spp.*

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto * 30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	59,3	59,4	66,9	65,7	59,4	83,9
akhana	58,6	50,9	72,0	71,3	75,9	69,3
sasahui	62,7	68,6	84,0	83,4	82,5	83,0

*: Redosificación

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Trichuris spp.*

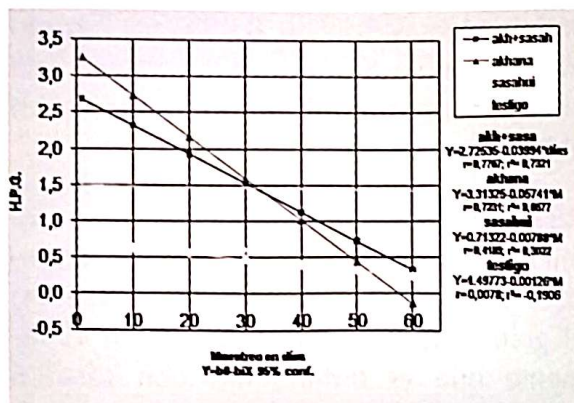
Al inicio de este trabajo se pudo determinar que la prevalencia en el hato para este parásito se encontraba en un 58,3%, dato muy parecido al que reporta

Campero (1990), determinando una prevalencia en la zona de Turco en la provincia Sajama del departamento de Oruro en un 60% durante los meses de agosto a noviembre; Rojas señala una prevalencia de un 50% en el Perú para *Trichuris spp.*

Cuadro 4. Número promedio de huevos de *Trichuris spp* en alpacas

Muestreo Días	Primero 01/d	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto *30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg
akhana+ sasahui	3,25	2,22	1,83	1,05	0,50	1,00	0,80
akhana	4,14	2,36	2,44	0,58	0,42	0,25	0,89
sasahui	0,78	0,58	0,56	0,17	0,69	0,47	0,08
Testigo	1,89	1,53	1,02	1,42	1,61	1,39	1,89

0: Dosificación; *: Redosificación

**Gráfico 2.** Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Trichuris spp*.

En el cuadro 5 se aprecia que en el cuarto muestreo no existe una diferencia significativa ($P>0,05$) debido a que estadísticamente no existe diferencia entre los tratamientos; pero sí se logra obtener un porcentaje de eficacia para el cuarto

muestreo de 81,4% para akhana, 71% para sasahui y 57% para la combinación de ambas plantas (ver cuadro 12), siendo el tratamiento más eficaz a los 30 días con akhana. En el séptimo muestreo se aprecia que existe una diferencia significativa ($P<0,05$) contrastado con el gráfico 2, por medio de un análisis de regresión lineal, puede notarse una tendencia lineal constante y una eficacia de, sasahui con 89,7%, akhana con un 78,5% y la combinación de ambas plantas con un 75,4% (ver cuadro 6), baja considerablemente la carga parasitaria; donde el tratamiento con akhana logra controlar en un promedio de 0,057 h.p.g./día, siendo entonces el grupo tratado con akhana poseería mejores condiciones de control para *Trichuris spp*.

Cuadro 5. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Trichuris spp*.

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto 30 */d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	15,6	0	57,0	81,9	58,2	75,4
akhana	29,6	0	81,4	88,1	91,8	78,5
sasahui	8,1	0	71,0	0	18,1	89,7

*: Redosificación

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Capillaria spp*.

Según los datos analizados se encontró una prevalencia del hato de 39,6% para

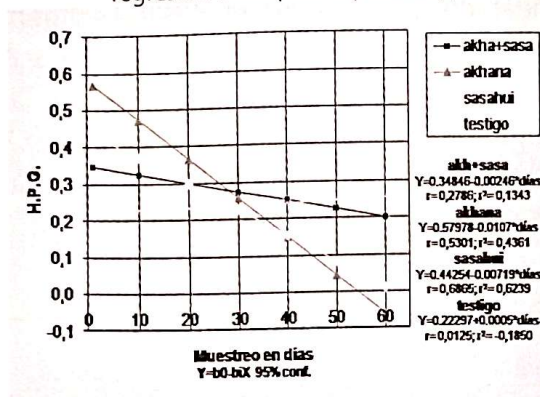
este parásito, sin embargo, Rojas (2004) indica una prevalencia del 5% en la región altiplánica del norte de Chile.

Cuadro 6. Número promedio de huevos de *Capillaria spp* en alpacas

Muestreo Días	Primero ©1º/d	Segundo 10º/d	Tercero 20º/d	Cuarto *30º/d	Quinto 40º/d	Sexto 50º/d	Séptimo 60º/d
Tratamientos	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg
akhana+ sasahui	0,33	0,28	0,28	0,44	0,17	0,28	0,14
akhana	0,92	0,25	0,33	0,00	0,14	0,03	0,13
sasahui	0,61	0,25	0,28	0,14	0,11	0,08	0,11
Testigo	0,22	0,11	0,36	0,39	0,14	0,14	0,33

©: Dosificación; *: Redosificación

Gráfico 3. Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Capillaria spp*.



En el cuadro 6 se puede apreciar que en el cuarto muestreo existe una diferencia significativa ($P < 0,05$) debido a que estadís-

ticamente si existen diferencias entre los tratamientos. Siendo akhana, el que resalta con un 100% de efectividad, seguido por sasahui con un 87,1% y la combinación de ambas plantas con 24,8% de efectividad. En el séptimo muestreo los porcentajes de eficacia van decreciendo, siendo el valor más alto akhana con un 90,6%, seguido por sasahui con un 88% y 71,7% (ver cuadro 7), para la combinación de ambas plantas; en el gráfico 3 puede apreciarse que akhana posee una tendencia lineal constante de 0,01 h.p.g./día por lo que la akhana poseería mejores condiciones de control para *Capillaria spp*.

Cuadro 7. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Capillaria spp*.

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto * 30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	0	48,1	24,8	19,0	0	71,7
akhana	45,7	78,1	100,0	76,1	94,9	90,6
sasahui	18,0	71,9	87,1	71,7	79,4	88,0

*: Redosificación

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Marshallagia spp*.

Cuadro 8. Número promedio de huevos de *Marshallagia spp* en alpacas

Muestreo Días	Primero ©1º/d	Segundo 10º/d	Tercero 20º/d	Cuarto * 30º/d	Quinto 40º/d	Sexto 50º/d	Séptimo 60º/d
Tratamientos	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg
akhana+ sasahui	1,2	0,1	0,3	0,5	0,5	0,1	1,4
akhana	1,7	0,5	0,2	0,9	0,5	0,1	1,5
sasahui	3,1	0,2	0,7	0,3	0,4	0,2	2,6
Testigo	0,9	0,9	0,7	0,7	0,8	0,6	1,5

©: Dosificación; *: Redosificación

En el cuadro 8 se puede apreciar que no existe diferencia significativa entre los trata-

mientos ($P > 0,05$), por que ninguna de las plantas medicinales logra controlar la carga

parasitaria de *Marshallagia spp.* Como puede apreciarse en el cuadro 8 y 9, no existe diferencia estadística ($P>0,05$) entre ninguno de los tratamientos tradicionales.

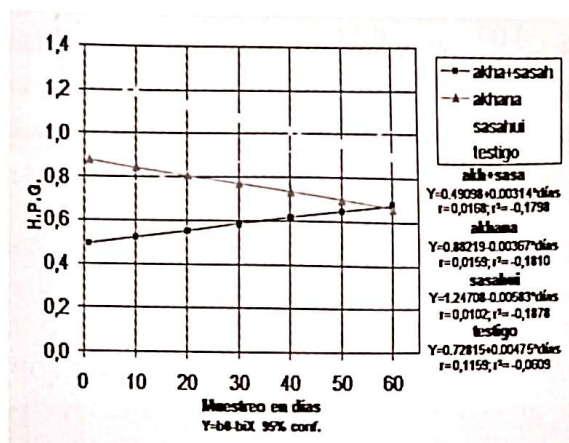


Gráfico 4. Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Marshallagia spp.*

Se obtuvieron porcentajes de efectividad para el día 30, siendo sasahui el valor más alto con un 87,6%, seguido por la combinación de ambas plantas con un 46,4% y akhana con un 31,9%, (ver cuadro 8), para el día 60, se observa que sasahui mantiene un porcentaje mayor de 49,7%, akhana con 47,1% y 30% para la combinación de ambas plantas. En el gráfico 4 puede notarse que los tratamientos con akhana y sasahui, poseen una tendencia lineal constante, pero es sasahui quien baja la carga parasitaria en 0,0058 h.p.g./día, siendo el mejor controlador de la carga parasitaria de *Marshallagia spp.*, pero no estadísticamente, como muestra los resultados en el cuadro 8 y 9.

Cuadro 9. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Marshallagia spp.*

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto *30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	91,7	67,9	46,4	53,1	87,5	30,0
akhana	70,6	84,9	31,9	66,9	91,2	47,1
sasahui	93,5	71,0	87,6	85,5	90,3	49,7

°: Redosificación

Efecto de los tratamientos para el control de cestodos

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Moniezia benedeni*

Se obtuvo una prevalencia de 6,25%, para la zona de Japu, en Puyo Puyo,

dato muy bajo comparado al que reporta Campero (1990), con un 21% para la zona de Turco, en Oruro, por otro lado Rojas (2004), menciona una prevalencia entre 27% - 30% en camélidos de la puna peruana.

Cuadro 10. Número promedio de huevos de *Moniezia benedeni* en alpacas

Muestreo Días	Primero ©1/d	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto *30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg	x/hpg
akhana+ sasahui	0,00	0,00	0,00	0,25	0,47	0,00	0,00
akhana	28,25	12,88	30,08	10,36	19,14	5,19	10,64
sasahui	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00
Testigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

©: Dosificación; °: Redosificación

En el cuadro 10 se aprecia que existen diferencias significativas entre el primer, segundo y tercer muestreo, debido a que

el grupo tratado con akhana, es el único que mostró la presencia de este parásito ($P<0,05$), posteriores muestreos indican

que no existen diferencias significativas, lo que significaría que la carga parasitaria del grupo tratado con akhana bajó hasta el punto en el que el análisis estadístico lo interpreta como no significativo ($P>0,05$) para *Moniezia benedeni*.

Como puede apreciarse en el cuadro 10 no existe alguna diferencia estadística ($P>0,05$) entre los tratamientos tradicionales; los grupos analizados son iguales y no existe diferencia.

Para un mejor contraste entre los tratamientos se realizó un análisis de regresión lineal como puede apreciarse en el gráfico 5.

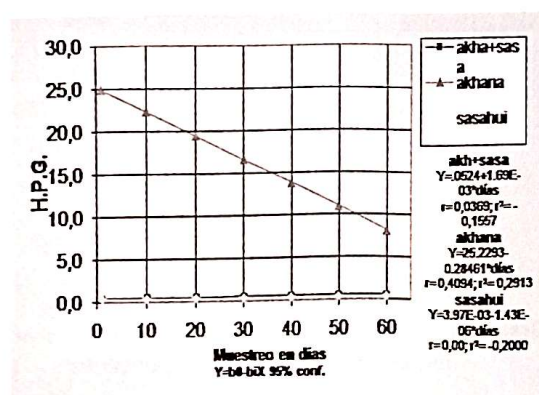


Gráfico 5. Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Moniezia benedeni*

Cuadro 11. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Moniezia benedeni*

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto 30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
akhana	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
sasahui	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*

*: Redosificación *: Error matemático

Efecto de los tratamientos para el control de Eimerias

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Eimeria punoensis*

Se logró obtener una prevalencia de 83,3%, para la zona de Japu, cabe mencionar que las prevalencias obtenidas en todos los tipos de parásitos mencio-

En el gráfico 5 puede notarse que el tratamiento con akhana posee una tendencia lineal constante bajando la carga parasitaria en 0,28 h.p.g./día. A los 30 días se logró la reducción de la carga parasitaria en un 64%, dato muy próximo al citado por Huanca (2003), que menciona una porcentaje de reducción de la carga parasitaria de 50% para *Moniezia spp*, a los 28 días. A los 60 días la carga parasitaria decrece hasta en un 30%, pero estadísticamente ninguno de los tratamientos poseería algún efecto para el control de *Moniezia benedeni*, ya que no se encontraron huevos de *Moniezia spp* en los demás grupos incluyendo el grupo testigo, por lo cual no es posible desarrollar la formula de eficacia ya que depende del dato que ofrece el grupo testigo, en este caso reporta 0 h.p.g. como se observa en el cuadro 10 y 11.

nados no son absolutamente confiables, debido a que sólo se utilizaron 48 animales para el presente estudio, por lo cual no puede considerarse como un tamaño de muestra representativo para la zona, pero si nos da una pauta de la situación en la que se encontró este grupo de animales de la zona Japu en la Comunidad de Puyo Puyo. Campero (1990) cita a Guerrero et. al. (1974) mencionando

una prevalencia de 20% en alpacas en el Perú, lo cual puede deberse a factores

mencionados anteriormente, pero también al momento en el que se realizó el estudio.

Cuadro 12. Número promedio de número de huevos de *Eimeria punoensis* (Eimeria) en alpacas

Muestreo Días	Primero 01/d	Segundo 10/d	Tercero 20°/d	Cuarto 30°/d	Quinto 40°/d	Sexto 50°/d	Séptimo 60°/d
Tratamientos	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg
akhana+ sasahui	5,6	1,3	1,8	1,6	0,6	0,2	0,0
akhana	5,3	0,9	0,8	1,8	0,5	0,0	0,0
sasahui	4,8	1,4	0,8	1,6	0,2	1,0	0,0
Testigo	6,2	13,2	4,3	2,3	2,8	2,2	2,0

©: Dosificación; *: Redosificación

En el cuadro 12 y 13 se aprecia que existe diferencia significativa ($P<0,05$) en el segundo muestreo, destacándose el grupo tratado con akhana con un 92,02% de efectividad, 89,1% para la combinación de ambas plantas y sasahui con 86,3%; luego se produce una diferencia altamente significativa en el tercer muestreo ($P<0,01$), siendo akhana la que posee un porcentaje de eficacia mayor con un 78,24%, seguido de sasahui con un 75,97% y la combinación de ambas plantas con 53,65%; pero en el cuarto muestreo, no existe diferencia entre los tratamientos ($P>0,05$). Posteriormente se observa que después de la redosificación se manifiesta muestreos altamente significativos ($P<0,01$) en los muestreos quinto, sexto y séptimo, siendo a los 50 días akhana quien posee un porcentaje de eficacia superior a los otros grupo con un 100%, seguido por la combinación de ambas plantas con 89,94% y 41,29 para sasahui. A los 60 días los 3 tratamientos (akhana, sasahui y la combinación de ambas plantas) lograron bajar la carga parasitaria alcanzando un porcentaje de efectividad del 100%, como se aprecia en el cuadro 13.

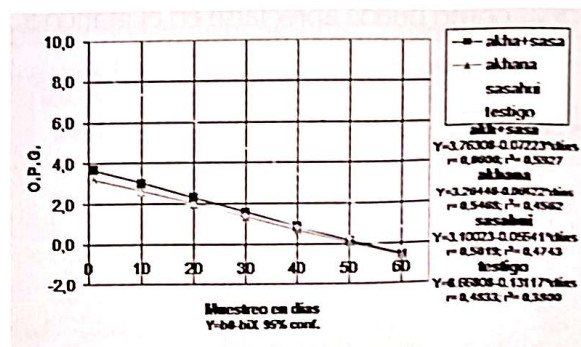


Gráfico 6. Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Eimeria punoensis*

Para un mejor contraste entre los tratamientos se realizó un análisis de regresión lineal, como puede apreciarse en el gráfico 6, donde se aprecia que los tres tratamientos lograron bajar la carga parasitaria a cero antes de el día 60, pero es el grupo tratado con la combinación de ambas plantas el que posee una tendencia de decremento de la carga parasitaria de 0,07 o.p.g./día, siendo el que mejor controla la carga parasitaria de *Eimeria punoensis*.

Se observa también que el grupo Testigo logró bajar su carga parasitaria, debido probablemente al cambio de estación climática de la zona (mes de agosto a octubre), pero claramente se nota que no logró alcanzar el valor cero hasta el día 60, al contrario de los otros tratamientos, por lo que se estima que su tendencia posterior a los 60 días podrá verse disminuida y llegar a cero.

Cuadro 13. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Eimeria punoensis*

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto * 30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	89,10	53,65	22,98	76,28	89,94	100,00
akhana	92,02	78,24	8,45	79,11	100,00	100,00
sasahui	86,30	75,97	10,14	90,77	41,29	100,00

*: Redosificación

Efecto de los tratamientos sobre el parásito *Eimeria alpaca*

Se obtuvo una prevalencia del hato en 75%, mientras que Campero (1990), cita

a Guerrero y col. (1974) con un 16,9%, y Rojas (2004), con un 90% de prevalencia para la zona alpaquera del Perú.

Cuadro 14. Número promedio de número de huevos de *Eimeria alpaca* en alpacas

Muestreo Días	Primero ©1/d	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto *30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg	x/opg
akhana+ sasahui	5,5	0,4	3,2	1,3	0,3	0,1	0,0
akhana	5,1	1,0	0,1	0,3	0,2	0,0	0,0
sasahui	4,4	1,8	1,1	0,6	0,2	0,7	0,0
Testigo	5,8	6,2	3,3	2,2	1,8	1,5	1,5

©: Dosificación *: Redosificación

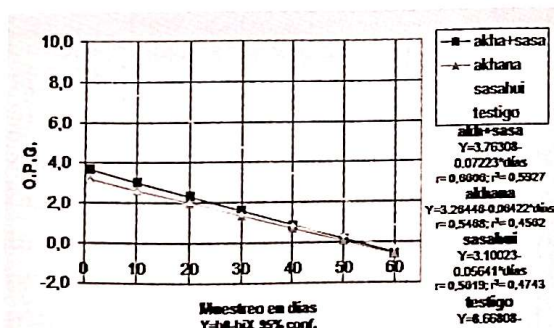


Gráfico 7. Gráfico de contraste de tratamientos por regresión lineal para *Eimeria alpaca*

En el cuadro 14 y 15 se pueden apreciar que existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en el primer muestreo, debido a la diferencia en la carga parasitaria de ooquistes que posee cada uno de los tratamientos.

Posteriormente se observa un valor altamente significativo para el segundo muestreo ($P < 0,01$), donde la combinación de ambas plantas posee un porcentaje de eficacia de 93,2%, seguido por akhana con un 81,66% y 61,73% para sasahui.

En el tercer muestreo es significativo ($P < 0,05$) los valores que posee akhana con un 96,5%, seguido por sasahui con 56% de efectividad; en el cuarto, quinto, sexto y séptimo muestreo nos indica que existe una diferencia significativa entre los tratamientos ($P < 0,05$) para el control de *Eimeria alpaca*. siendo akhana quien a los 50 días logra alcanzó una efectividad del 100%, seguido por la combinación de ambas plantas con un 92,97% y sasahui con un 38,48%.

A los 60 días se observó que los 3 tratamientos lograron controlar la carga parasitaria en un 100% (ver cuadro 15), pero en el gráfico 7 se aprecia que el grupo tratado con la combinación de ambas plantas posee una tendencia lineal constante de disminución de ooquistes por día de 0,072 o.p.g/día, siendo el que mejor comportamiento lineal tuvo para el control de *Eimeria alpaca*.

Cuadro 15. Porcentaje de eficacia de los tratamientos por muestreo para *Eimeria alpaca*

Muestreo Días	Segundo 10/d	Tercero 20/d	Cuarto * 30/d	Quinto 40/d	Sexto 50/d	Séptimo 60/d
Tratamientos	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad	% efectividad
akhana+ sasahui	93,20	0	37,6	82,42	92,97	100,00
akhana	81,66	96,55	84,49	87,36	100,00	100,00
sasahui	61,73	56,06	64,05	85,35	38,48	100,00

*: Redosificación

4. Conclusiones

El tratamiento a base de la cocción de akhana, es la que mejor logra controlar la carga parasitaria de *Capillaria spp* en un 100% de eficacia, a los 30 días después de la primera dosificación y se reduce levemente, manteniéndose en un 90,6% de eficacia a los 60 días después de haber redosificado el día 30, también logra controlar también la carga parasitaria de *Trichuris spp* en un 81,4% de eficacia, a los 30 días después de la primera dosificación y se eleva a 89,7% de eficacia a los 60 días después de haber redosificado el día 30 y controla la carga parasitaria de *Moniezia benedeni* en un 64%, a los 30 días después de la primera dosificación y se eleva a un 70%, a los 60 días después de haber redosificado el día 30.

El tratamiento a base de la cocción de sasahui, es la que mejor logra controlar la carga parasitaria de *Marshallagia spp* en un 87,6% de eficacia, a los 30 días después de la primera dosificación y reduce a 49,7% de eficacia a los 60 días después de haber redosificado el día 30, también es la que mejor logra controlar la carga parasitaria de *Nematodirus spp* en un 84% de eficacia a los 30 días después de la primera dosificación y se reduce levemente a 83% de eficacia a los 60 días después de haber redosificado el día 30.

El tratamiento a base de la cocción de la combinación de sasahui y akhana, es la que mejor logra controlar la carga parasitaria de *Eimeria alpaca* en un 37,7% de eficacia a los 30 días después de la primera dosificación

y se incrementa a 100% de eficacia a los 60 días después de haber redosificado el día 30. También logra controlar la carga parasitaria de *Eimeria punoensis* en un 23% de eficacia a los 30 días después de la primera dosificación e incrementa a 100% de eficacia a los 60 días después de haber redosificado el día 30.

La redosificación a los 30 días después del primer tratamiento, controla mejor la carga parasitaria en huevos/ooquistes por gramos de heces en alpacas.

5. Agradecimientos

Un agradecimiento muy especial a la ONG Wildlife Conservation Society (WCS-Bolivia) que confió en los recursos humanos que ofrece la Universidad Pública de El Alto a la sociedad de nuestro departamento y del país, al apoyar con el financiamiento a éste y muchos otros trabajos de investigación de estudiantes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, al mismo tiempo un agradecimiento especial a los directores de la ONG WCS Dr. Robert Wallace, coordinador del Programa de Conservación del Gran Paisaje Madidi y a la Dra. Lilian Painter directora de WCS-Bolivia por todo el apoyo brindado, al equipo veterinario encabezado por el Dr. Rodolfo Nallar Gutiérrez coordinador de Field Veterinary Program, a la Dra. Erika Alandia, al Dr. Fabian Beltran, al Téc. Herminio Ticona y al productor Pedro Mayhua.

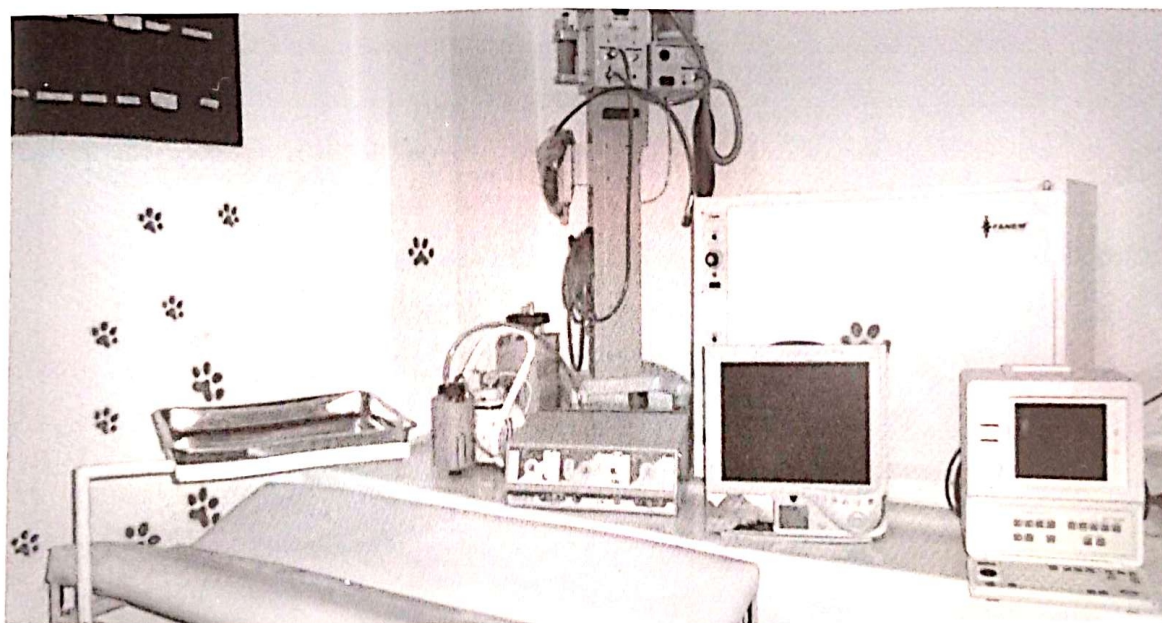
6. Referencias bibliográficas

- Bagley C. 1997. Economics of Deworming Beef Cattle & Herd Monitoring With Fecal Egg Count. Utah University. Utah – U.S.A. pp. 6.
- Beltran F. 2008. Proyecto sanidad en vicuñas y ganado del ANMIN-Apolobamba. La Paz – Bolivia. pp. 38.
- Bustanza V. 2001. La alpaca. Primera Edición. Universidad Nacional del Altiplano U.N.A. Puno – Perú. pp. 436 – 481.
- Cabrera A. 1985. El género *Senecio* en Bolivia. Revista de botánica "Darwiniana". La Plata – Argentina. pp. 212 – 213.
- Campero H. 1998. Evaluación coprológica e identificación de endoparásitos en llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Lama pacos*) y su control con plantas medicinales nativas. Tesis de Grado. U.M.S.S. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". Cochabamba – Bolivia. pp. 156.
- FAO 2005. Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia. Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la región andina. pp. 56.
- Foreyt W. 2001. Veterinary Parasitology Referente Manual. 6ta Edición. Ed. Blackwell. Iowa – U.S.A. pp. 3 – 14, 69 – 120.
- Girault L. 1987. Kallawaya curanderos itinerantes de los andes. 1ra Edición. Ed. Quipus. La Paz – Bolivia. pp. 104 – 483.
- Huanca T. 2003. Compendio de tecnologías en camélidos sudamericanos. 1ra Edición. Ed. I.N.I.A. Puno – Perú. pp. 33 – 96.
- Ibañez V. 2001. Estadística básica aplicada a la ganadería. 1ra Edición. Ed. U.N.A. Puno – Perú. pp. 21 – 43, 197 – 240.
- INTERVET 2004. Guide to Internal Parasites of Ruminants.
- McCorkle C. y Bazalar H. 1989. Los estudios etnoveterinarios del SR – CRSP en el Perú. Perú. pp. 118.
- Merck y Co. 2000. El manual Merck de veterinaria. 5ta. Edición. Ed. Océano Grupo Editorial, S.A. Barcelona - España. pp. 231 – 243, 1507 - 1515.
- Rojas M. 2004. Nosoparasitosis de los rumiantes domésticos peruanos. 2da Edición. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú. pp. 1 – 44, 58 – 76, 115 – 118.
- SERNAP y ARAUCARIA. 2004. Manejo Sostenible de la vicuña en Apolobamba. Ed. Araucaria. La Paz – Bolivia. pp. 15 – 21.
- Soulsby 1987. Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. 7ª Edición. Ed. Interamericana. México D.F. pp. 602 – 804.
- Tichit M. 1991. Los camélidos en Bolivia. 1ra Edición. Ed. Offset Boliviana Ltda. Edobol. La Paz – Bolivia. pp. 154.
- Ueno H. y Gutiérrez VC. 1983. Manual para diagnóstico de helmintos en rumiantes. Ed. Universidad Federal de Río Grande. Porto Alegre – Brasil. pp. 185.
- UNEPCA. 1999. Censo Nacional de Llamas y Alpacas. Ed. INE. Bolivia. pp. 13 – 77.
- Veterinarios Sin Fronteras. 2004. Etnoveterinaria en Guatemala y sus orígenes. Ed. Magna Terra editores S.A. Guatemala. pp. 220.
- Vidaurre P. 2006. Plantas medicinales en los andes de Bolivia. Ed. M. Moraes y col. La Paz – Bolivia. pp. 17.

Universidad Pública de El Alto

Servicios de la Carrera de

MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Tel. 2115237 • hospvet2002@yahoo.com

CLÍNICA VETERINARIA

UPEA - MVZ



Servicios:

- Consultas
- Vacunaciones
- Desparasitaciones
- Tratamiento
- Cirugías en general
- Rayos x
- Ecografía



Dirección:

El Alto, Zona Villa Esperanza, Av. Sucre A S/N • Cel. 68092953 Cel. 71967857
Tel. 2115237 • hospvet2002@yahoo.com

LABORATORIO DE PARASITOLOGÍA

UPEA - MVZ



Servicios:

- Consultas
 - Análisis coproparasitológico
 - Análisis hematológico
 - Análisis dermatológico
 - Análisis de orina

Veterinaria

UPEA - DICYT

Dirección:

El Alto, Zona Villa Esperanza, Avenida Sucre A S/N • Cel. 68092953
Cel. 71967857 • Tel. 2115237

MÓDULOS PRODUCTIVOS EN LA SUB- CEDE KALLUTAKA



Modulo de bovinos



Modulo de ovinos



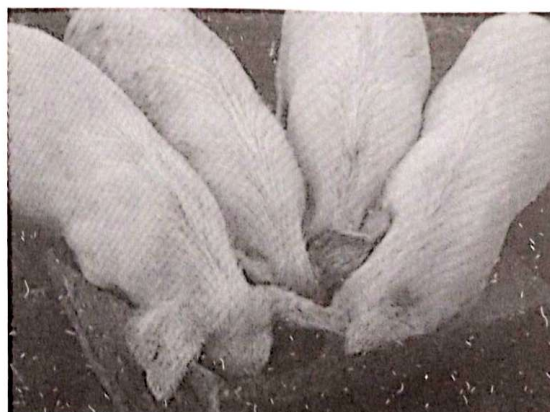
Modulo de camélidos



Modulo de cuyes y conejos



Modulo de aves



Modulo de porcinos

Dirección de Kallutaka:

Municipio de Laja km 30 S/N - Carretera Internacional La Paz – Desaguadero Medicina Veterinaria y Zootecnia • Tel. 2115237

Clínica Ambulatoria (ambulancia)

Laboratorio de Nutrición Animal

(Análisis bromatológico de alimentos)

- Proteína Cruda
 - Materia orgánica
 - Ceniza
 - Fibra detergente neutra
 - Fibra detergente ácida

Dirección:

El Alto, Zona Villa Esperanza, Avenida Sucre A S/N Tel. 2115237

Reproducción y Biotecnología

- Colección y evaluación de semen
 - Procesamiento de semen
 - Inseminación artificial
 - Crío preservación de gametos
 - Trasplante de embriones

Dirección:

El Alto, Zona Villa Esperanza, Avenida Sucre A S/N Tel. 2115237



UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

CREADA POR LEY 2115 DEL 5 DE SEPTIEMBRE DEL 2000

AUTÓNOMA POR LEY 2556 DEL 12 DE SEPTIEMBRE DEL 2003

¡LA UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO AL SERVICIO DE SU PUEBLO!

1	Administración de Empresas	18	Medicina
2	Arquitectura	19	Medicina Veterinaria y Zootecnia
3	Ciencias de la Educación	20	Odontología
4	Ciencias del Desarrollo	21	Sociología
5	Comunicación Social	22	Trabajo Social
6	Contaduría Pública	23	Ingeniería Textil
7	Derecho	24	Ingeniería Ambiental
8	Economía	25	Ingeniería Eléctrica
9	Enfermería	26	Ingeniería Autotrónica
10	Historia	27	Física y Energías Alternativas
11	Ingeniería en Producción Empresarial	28	Artes Plásticas
12	Ingeniería Agronómica	29	Ciencias Políticas
13	Ingeniería Civil	30	Educación Parvularia
14	Ingeniería de Gas y Petroquímica	31	Gestión Turística y Hotelera
15	Ingeniería de Sistemas	32	Comercio Internacional
16	Ingeniería Electrónica	33	Nutrición y dietética
17	Lingüística	34	Zootecnia e Industria Pecuaria
		35	Psicología

www.upea.edu.bo

Dirección: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza
Teléfonos: (+591) 2-2844177 / (+591) 2-2845787
Fax: (+591) 2-2845800
La Paz - El Alto

DICyT

**Dirección de Investigación
Ciencia y Tecnología**

Dirección:

Avenida Sucre (Villa Esperanza) s/n

Teléfono: (591-2) 2844177

Fax: (591-2) 2845800

Sitio web: www.upea.edu.bo