



Universidad Pública de El Alto

RECTORADO - VICERRECTORADO

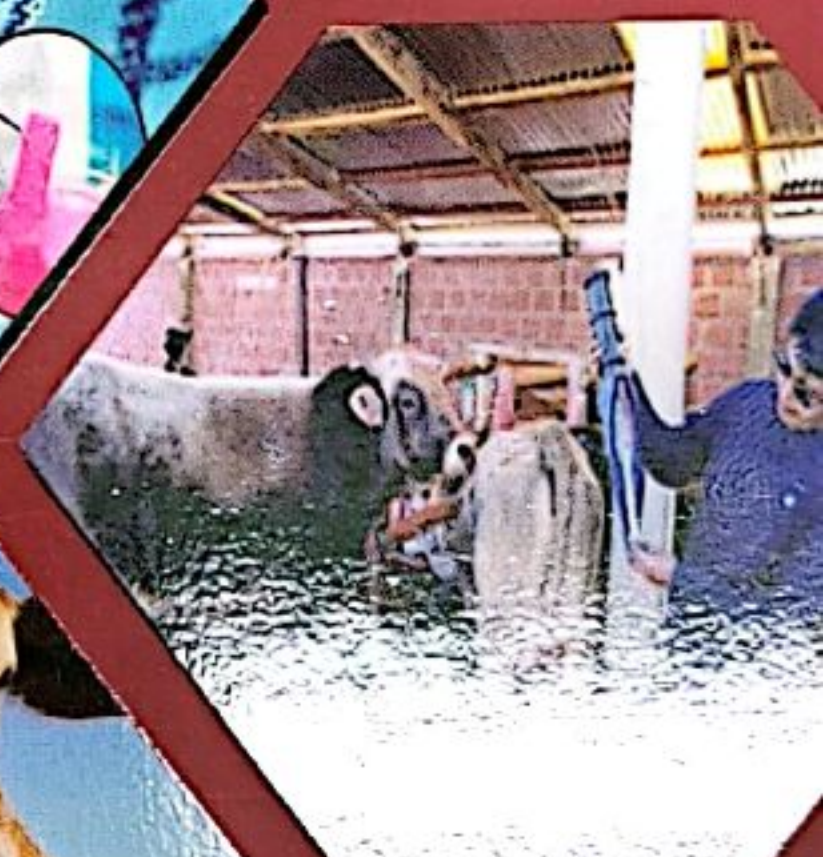
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Revista Científica y Tecnológica

Nº 3/2021

Ciencia y Tecnología Pecuaria



CARRERA INGENIERÍA EN ZOOTECNIA E INDUSTRIA PECUARIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA ANIMAL

EL ALTO - BOLIVIA



CARRERA INGENIERÍA EN ZOOTECNIA E INDUSTRIA PECUARIA

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA ANIMAL

*Ciencia y Tecnología
Pecuaria*

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

AUTORIDADES

Dr. Carlos Condori Titirico
RECTOR

Dr. Efrain Chambi Vargas Ph. D.
VICERRECTOR

Dr. Antonio López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Ing. Laoreano Coronel Quispe
DECANO DE ÁREA
CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

M. Sc. Marcelo Paxi Sillo
DIRECTOR DE CARRERA
INGENIERÍA EN ZOOTECNIA E INDUSTRIA PECUARIA

Ing. Edwin Carita Tarqui
COORDINADOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA
ANIMAL
INGENIERÍA EN ZOOTECNIA E INDUSTRIA PECUARIA

COMITÉ DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

Ing. Paulino Bruno Condori Ali Ph. D.
M. Sc. Juan Paucara Quispe
Lic. Willy Antonio Villavicencio Yana

DERECHOS RESERVADOS: Universidad Pública de El Alto

DEPÓSITO LEGAL: 4-3-154-15-P.O.

EDITORIAL: Instituto de Investigación en Ciencia Animal – Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria.

IMPRESIÓN DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:
Imprenta "Matias" Cel. 71231380 - 70181765

DIRECCIÓN UPEA: Av. Sucre s/n Zona Villa Esperanza
Teléfono: 2840040
Web: <http://www.upea.bo>
Noviembre, 2021
El Alto – Bolivia

La información presentada como Artículo Científico en la presente edición es de entera responsabilidad de cada uno de los autores.

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL POR CUALQUIER MEDIO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES.

PRÓLOGO

La Investigación Científica se constituye en un proceso sistemático de búsqueda y descubrimiento de conocimientos, de principios, de hechos y sus significados para generar Ciencia, Tecnología e Innovación que, aplicados oportunamente, pueden transformar satisfactoriamente, la realidad social, económica, productiva y ambiental de una determinada sociedad.

Según la Constitución Política del Estado Plurinacional, en la sección IV, Ciencia, Tecnología e Investigación, artículo 103 establece: I. El Estado garantizará el desarrollo de la ciencia y la investigación científica, técnica y tecnológica en beneficio del interés general. Se destinarán los recursos necesarios y se creará el sistema estatal de ciencia y tecnología. II. El Estado asumirá como política la implementación de estrategias para incorporar el conocimiento y aplicación de nuevas tecnologías de información y comunicación. III. El Estado, las universidades, las empresas productivas y de servicio públicas y privadas y las naciones y pueblos indígena originario campesinos, desarrollarán y coordinarán procesos de investigación, innovación, promoción, divulgación, aplicación y transferencia de ciencia y tecnología para fortalecer la base productiva e impulsar el desarrollo integral de la sociedad, de acuerdo con la ley.

El desarrollo y fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica es vital para generar conocimientos en búsqueda de soluciones a los problemas de nuestro entorno, para esto se requiere, la participación activa de la Comunidad Académica, particularmente del estamento Docente-Estudiantil encargados de interpretar las nuevas realidades y buscar alternativas de solución de los diversos problemas sociales. En la práctica, la investigación presenta serias limitaciones para su desarrollo, por tanto, se encuentra situada en un lugar secundario de la actividad universitaria.

Las políticas y líneas de investigación por áreas temáticas, se constituyen en bases fundamentales para orientar la investigación científica y hacer de ésta, una herramienta estratégica para el desarrollo regional y nacional. Esta definición de áreas temáticas será el norte científico de la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria de la Universidad Pública de El Alto, en el que el estamento Docente-Estudiantil, pueda proponer proyectos de investigación científica pura y aplicada, priorizando los temas de intervención para influir sistemáticamente en la resolución de los problemas productivos.

Las líneas de investigación, son ejes ordenadores e integradores de los procesos de investigación científica que deben ser desarrollados de forma cooperativa, complementaria e interdisciplinaria en una área del conocimiento para contribuir en la solución de problemas que afectan a la seguridad alimentaria, deterioro de los recursos naturales y la pobreza generalizada de la población.

El Instituto Investigación en Ciencia Animal, tiene el propósito de estudiar, investigar y difundir de manera interdisciplinaria los resultados en favor de los productores pecuarios e industrias transformadoras de subproductos de origen animal (leche, carne, cuero, etc.) y los empresarios privados, los microempresarios, las organizaciones Gubernamentales y No Gubernamentales, dedicados al Desarrollo Rural y Gestión Sostenible de los Recursos

Naturales y hacer de la investigación una función formativa, permanente y de servicio.

OBJETIVOS DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

- Contribuir a la solución de los problemas en la producción pecuaria de manera sostenible y sustentable de acuerdo a la realidad local, regional y nacional.
- Generar conocimientos científicos en la producción pecuaria con tecnología moderna y adecuada.
- Desarrollar soluciones a corto, mediano y largo plazo para mejorar las condiciones de producción pecuaria del territorio nacional.
- Crear tecnologías para la producción, transformación y comercialización eficiente de los animales de interés humano.
- Promover el desarrollo de los recursos humanos a través de la investigación, para perfilar el talento investigativo que le permitan desarrollar la capacidad para generar conocimiento, lograr un aprendizaje autónomo y posibilitar su actualización permanente.
- Fomentar programas de cooperación basados en actividades de investigación y fortalecimiento institucional entre el sector público y privado, que permitan fortalecer los ejes temáticos y las líneas de investigación de la carrera.
- Fortalecer la capacidad de investigación científica y tecnológica de la Carrera y la Universidad tendiendo a buscar impacto en las dinámicas sociales, económicas y productivas de la región y del país.
- Promover en diferentes espacios la ciencia y tecnología generada a través de la investigación por medio de la publicación, escrita (revistas científicas) y virtual (revistas indexadas).
- Mejorar el desarrollo de la cadena productiva con innovaciones en tecnología e industrialización que engloben la producción animal.
- Contribuir al incremento de la producción pecuaria del País; a través de la revalorización de tecnologías propias, de innovación, adaptación y transferencia de tecnologías.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA ANIMAL - IICA
CARRERA DE INGENIERÍA EN ZOOTECNIA E INDUSTRIA PECUARIA
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

Presentación

Investigar, es uno de los pilares fundamentales en nuestra universidad, nos permite consolidar el proceso de enseñanza aprendizaje, aperturándonos a un nuevo conocimiento y cuya respuesta contribuye a una mejor calidad de vida y bienestar de la sociedad.

A través de la investigación científica, tecnológica, humanística y social, logramos reducir los límites entre el atraso y la capacidad de resolver problemas de la comunidad. Lamentablemente los presupuestos asignados a la investigación son insignificantes, en países en desarrollo la inversión no alcanza más del 0.5% en comparación a países desarrollados que invierten de 2 a 3% del PIB como Estados Unidos.

Lamentablemente las condiciones económicas y de carácter infraestructural, son una de nuestras grandes debilidades sin dejar de mencionar que nuestra potencialidad es el recurso humano como investigadores. Será importante priorizar la investigación la investigación para resolver problemas de la sociedad con tecnologías generadas en nuestros Institutos de Investigación o por nuestros investigadores y no así con tecnología importada.

Sin embargo, investigar en nuestra universidad, es un desafío cotidiano, asumimos la responsabilidad de las condiciones reales en que vivimos y no renunciamos a producir un conocimiento nuevo a través del campo científico generando y produciendo de esta manera resultados que involucren una solución a un problema dado de la sociedad.

La Dirección de investigación, Ciencia y Tecnología se honra en presentar la Revista Científica y Tecnológica "CIENCIA Y TECNOLOGÍA PECUARIA N° 3", escenario científico donde se muestra la producción de nuestros investigadores en temas diversificados.

Finalmente nuestro profundo agradecimiento a los autores, que desde las distintas disciplinas contribuyen y enriquecen los contenidos de los distintos números de la revista.

**Dr. Antonio S. López Andrade Ph. D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

Presentación



La Dirección y el Instituto de Investigación en Ciencia Animal de la carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria de la Universidad Pública de El Alto, presentan a autoridades, docentes y estudiantes de la Universidad el tercer número de la Revista Científica y Tecnológica "Ciencia y Tecnología Pecuaria" trabajo de investigación de docentes y estudiantes publicados en artículos científicos.

La Revista Científica y Tecnológica "Ciencia y tecnología Pecuaria" es una obra literaria científica oficial de la carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria que tiene por objeto transferir los conocimientos y tecnologías de trabajos de investigación realizados por docentes y estudiantes a los investigadores, productores e industriales.

La dirección de carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, expresa su reconocimiento y felicitaciones a los autores de los artículos científicos por su sacrificio y dedicación en el campo científico.

M. Sc. Marcelo Paxi Sillo

DIRECTOR

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ZOOTECNIA E
INDUSTRIA PECUARIA
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO**

Introducción



El Instituto de Investigación en Ciencia Animal – IICA de la carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria – IZIP de la Universidad Pública de El Alto – UPEA, mediante el presente documento científico manifiesta públicamente las investigaciones científicas fruto de los distintos trabajos de investigación desarrollados por los Docentes y Estudiantes de la carrera.

La Revista Científica y Tecnológica N° 3 “Ciencia y Tecnología Pecuaria”, se constituye en un documento de carácter científico, que promueve y valoriza el desarrollo de conocimientos en las distintas Líneas de Investigación de la carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Por lo consiguiente, la presente Revista Científica y Tecnológica denominada “Ciencia y Tecnología Pecuaria” contribuirá a los distintos factores de producción e industrialización animal.

Es importante señalar, la participación de Docentes y Estudiantes de la carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria por su aporte intelectual, a quienes hago extensiva mi profundo reconocimiento a los autores por su dedicación en el campo científico como expresión del amor a la ciencia. Asimismo, en la revisión de la presente Revista Científica y Tecnológica han participado profesiones élites de trayectoria reconocida en el ámbito de la investigación a quienes agradezco por su dedicación desinteresada.

Con el compromiso de seguir aportando al desarrollo de la Ciencia y Tecnología del sector de producción e industrialización animal, les expreso mis sinceros deseos de éxito a todos los investigadores de la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria.

Ing. Edwin Carita Tarqui

COORDINADOR

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIA ANIMAL - IZIP

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

INDICE

Producción de alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) en sistema biointensivo en la Provincia Ingavi - Municipio de Jesús de Machaca - Departamento de La Paz Production of alfalfa (<i>Medicago sativa</i>) in a biointensive system in the Ingavi Province - Municipality of Jesús de Machaca - Department of La Paz	15
Efecto de la suplementación proteica en el incremento de población de abejas (<i>Apis mellifera</i>) en colmenas Langstroth en el municipio de Chulumani - La Paz Bolivia Effect of protein supplementation on the increase in the population of bees (<i>Apis mellifera</i>) in Langstroth hives in the municipality of Chulumani - La Paz Bolivia	23
Evaluación del consumo de agua con tres niveles de temperatura en la presentación de enfermedades respiratorias de Pollos Parrilleros (<i>Gallus domesticus</i>) Linea Cobb-500, Municipio de Sipe Sipe Evaluation of water consumption with three temperature levels in the presentation of respiratory diseases of Barbecue Chickens (<i>Gallus domesticus</i>) Cobb Line-500, Municipality of Sipe Sipe	33
Efecto de la castración química sobre el comportamiento productivo del cuy (<i>Cavia porcellus</i> L.) en la comunidad de Curva Pucara Effect of chemical castration on the productive behavior of guinea pig (<i>Cavia porcellus</i> L.) in the community of Curva Pucara	41
Medidas zoométricas para estimar el peso vivo en llamas machos en Santiago de Machaca, Bolivia Zoometric measurements to estimate the live weight of male llamas in Santiago de Machaca, Bolivia	55
Viabilidad espermática del semen bovino (<i>Bos taurus</i> L.) conservado en fresco con diferentes dilutores Sperm viability of bovine semen (<i>Bos taurus</i> L.) preserved fresh with different dilutors	61

Descripción biométrica para una buena ergonomía de descanso llama (*Lama glama*) en módulos IZIP-UPEA

Biometric description for good llama rest ergonomics (*Lama glama*) in IZIP-UPEA modules 71

Primera práctica de inseminación artificial con semen fresco en porcinos criollos (*Sus scrofa domesticus*) en los Módulos de IZIP- UPEA

First practice of artificial insemination with fresh semen in Creole pigs (*Sus scrofa domesticus*) in the Modules of IZIP- UPEA 79

Evaluación de la fertilidad a efecto de la inseminación artificial y monta controlada en cabras (*Capra hircus*) en el departamento de Potosí

Fertility evaluation for the effect of artificial insemination and controlled mounting in goats (*Capra hircus*) in the department of Potosí 85

Evaluación de índices reproductivos en ovinos (*Ovis aries*) con inseminación artificial y monta controlada en comunidades de Oruro y La Paz

Evaluation of reproductive indices in sheep (*Ovis aries*) with artificial insemination and controlled riding in communities of Oruro and La Paz 91

Diseño y construcción de una jaula de tres niveles para la producción tecnificada de cuyes (*Cavia porcellus* L.)

Design and construction of a three-level cage for the technical production of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.) 99

Método de modelación de áreas descanso para camélidos (*Lama glama*; *Vicugna pacos*) para diseño de qarwa utas

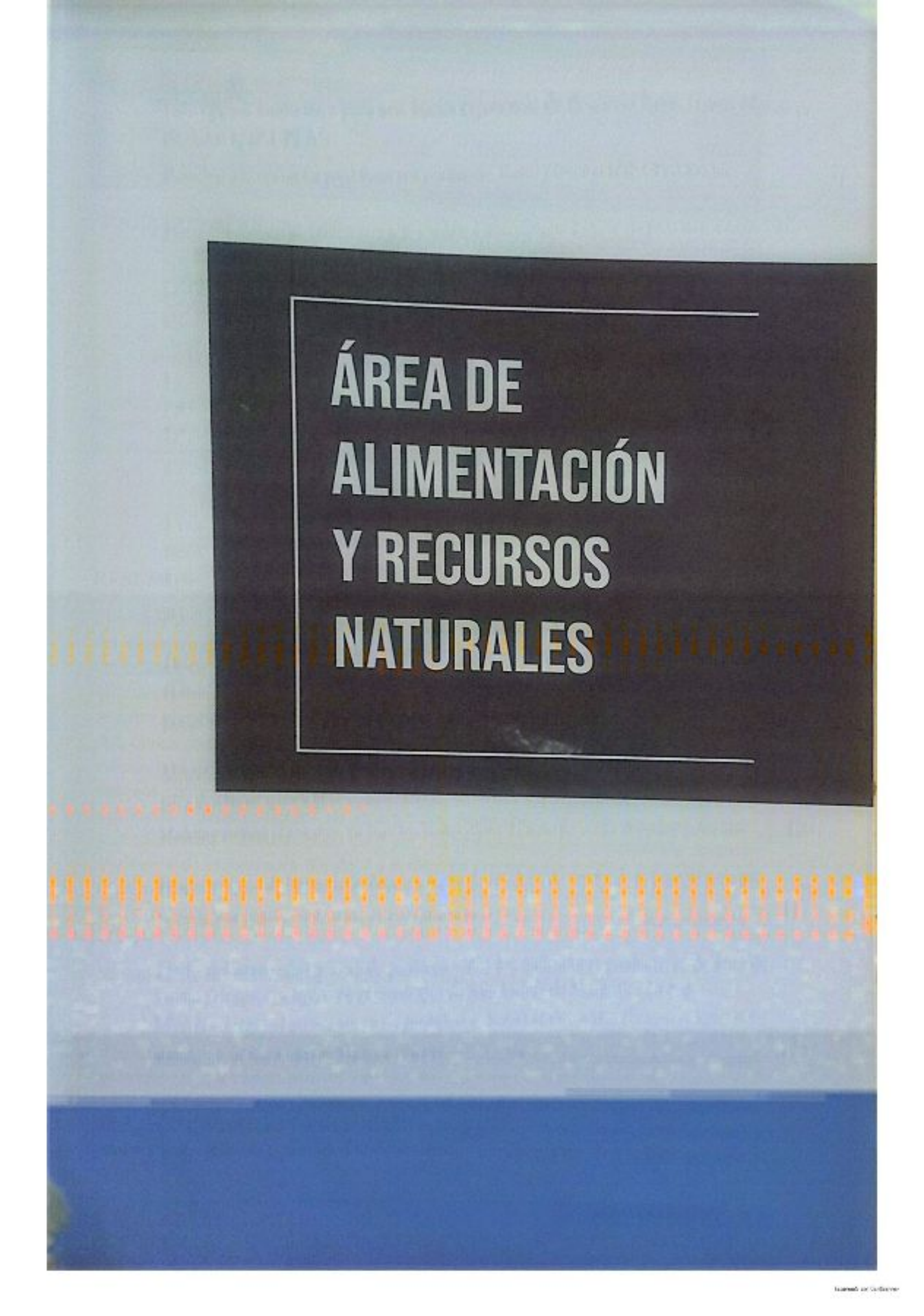
Modeling method of rest areas for camelids (*Lama glama*; *Vicugna pacos*) for designing qarwa utas 109

Procesamiento de harina hidrolizada a partir de residuos de trucha de la especie arco iris

Processing of hydrolyzed flour from waste rainbow trout 117

Efecto del sexo, edad y sitio de pastoreo sobre los indicadores productivos de fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) en el municipio de San Andrés de Machaca - La Paz

Effect of sex, age and grazing site on the productive indicators of vicuña fiber (*Vicugna vicugna*) in the municipality of San Andrés de Machaca - La Paz 125



ÁREA DE ALIMENTACIÓN Y RECURSOS NATURALES

Producción de alfalfa (*Medicago sativa*) en sistema biointensivo en la Provincia Ingavi - Municipio de Jesús de Machaca - Departamento de La Paz

Production of alfalfa (*Medicago sativa*) in a biointensive system in the Ingavi Province - Municipality of Jesús de Machaca - Department of La Paz

Limachi Condori Fortunato ¹, Limachi Mujica Paz Ruben ² y Paxi Sillo Jorge³

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto.

²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto.

³Investigador Independiente, Instituto Tecnológico Amazonico Ixiamas, La Paz.

¹Email address: limcof_flc@gmail.com

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el municipio de Jesús de Machaca, provincia Ingavi del departamento de La Paz, con el objetivo de evaluar la producción de cinco variedades de semilla de alfalfa (Patriarca, Jolla, Cuf 101, Regina y Ranger XL) en sistema biointensivo (Platabandas de 1m de ancho y 20 m de largo y separación de 0.4 m entre platabandas de doble excavación), provistas de riego por goteo automatizado, dos cintas por platabanda con emisores a cada 0.30 m con un riego de 1.7 l/h por emisor con riego diario de dos horas. el análisis estadístico corresponde a diseño de bloques completos al azar en un total de 25 unidades experimentales y las variables evaluadas fueron el tiempo de emergencia, desarrollo a los 150 días post siembra y rendimiento al rebrote basal de 5 cm. La respuesta de los tratamientos, respecto al tiempo de emergencia fue de 7 a 9 días, en crecimiento de 29.5 a 49.5 cm y los rendimientos fueron de 8750 a 11200 kg/ha. Donde, las variedades Jolla, Cuf 101 y Patriarca tuvieron mejor respuesta a las variables evaluadas a un nivel de significancia del ($P \geq 0.05$) respectivamente.

Palabras clave: Platabanda, biointensivo, riego, emisores y bloques.

ABSTRACT

The present work was carried out in the municipality of Jesús de Machaca, Ingavi province of the department of La Paz, in order to evaluate the production of five varieties of alfalfa seed (Patriarca, Jolla, Cuf 101, Regina and Ranger XL) in system biointensive (Platforms 1m wide and 20 m long and 0.4 m separation between double excavation platforms), provided with automated drip irrigation, two belts per platform

with emitters at every 0.30 m with an irrigation of 1.7 l/h per emitter with daily irrigation of two hours. The statistical analysis corresponds to a randomized complete block design of 5x5 in a total of 25 experimental units and the variables evaluated were the emergence time, development at 150 days post-sowing and yield at baseline regrowth of 5 cm. The response of the treatments, regarding the time of emergence was 7 to 9 days, growing from 29.5 to 49.5 cm and the yields were 8750 to 11200 kg/ha. Where, the varieties Jolla, Cuf 101 and Patriarca had a better response to the variables evaluated at a level of significance of ($P \geq 0.05$) respectively.

Keywords: Silver band, biointensive, irrigation, emitters and blocks.

1. INTRODUCCIÓN

En el municipio de Jesús de Machaca se observa, que existe un desequilibrio en la oferta y demanda de forraje para la crianza del ganado principalmente de los bovinos, donde la producción de forrajes está condicionada por la temporalidad de lluvias, por el incremento de la población, las áreas de cultivo y pastores cada vez son más reducidos, situación que exige de métodos alternativos de producción forrajera de mayor rendimiento por ciclo productivo.

Frente a la dificultad observada se plantea mejorar la oferta forrajera, mediante la producción de forrajes en el sistema biointensivo, sistema que además permite mejorar la calidad del suelo y la resiliencia frente al cambio climático.

El sistema biointensivo es un método de la agricultura ecológica sustentable de pequeña escala y se convierte en alternativa de producción de forrajes, permitiendo optimizar los rendimientos, reduciendo ciclos de producción, optimizando el recurso agua e insumos, además el sistema también reconstruye y mejora la fertilidad de suelos. Por lo que el objetivo fue evaluar la producción de cinco variedades de alfalfa en sistema biointensivo en la provincia Ingavi, Municipio de Jesús de Machaca del

Departamento de La Paz

Área de estudio

El trabajo se realizó en el municipio de Jesús de Machaca, se encuentra aproximadamente a 120 km de la ciudad de La Paz, en la parte sudeste entre las localidades de Vicha y Guaqui, es la sexta sección de la provincia Ingavi.

El municipio de Jesús de Machaca se ubica geográficamente a los 16°45'0" LS, 68°45'0" LO, está situado en la región del altiplano norte, a una altitud de 3800 a 4741 msnm.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La textura del suelo es de tipo franco arenoso a franco arcilloso donde se tiene una diversidad de cultivos, la temperatura promedio es de 8°C. con máximos de 18.2°C y mínima de -7.8°C, 59.98% de humedad relativa y 94.26 mm de precipitación máxima mensual en época de lluvias.

El trabajo de investigación fue desarrollado en el periodo Octubre del 2019 a Marzo del 2020.

Para la implementación de la parcela forrajera, con el apoyo de un tractor agrícola se realizó el roturado.

desterronando en una superficie de 240 m².

El Abonamiento se realizó con estiércol de bovino a razón de 2 kg por m² (20 Tn/ha) una vez realizado el desterronado o mullido.

La siembra se realizó en platabandas de 1 m de ancho y largo de 20 m con separación entre platabandas de 0.4 m, en cada platabanda se dispuso 6 surcos, donde fue dosificado la semilla directamente con la sembradora mecánica con una densidad de 24 kg/ha.

Se instalaron dos líneas de cinta por platabanda con emisores a 0.30 cm, para administrar el agua desde un tanque de 600 litros, ubicado a una altura de 2 m respecto a la base del suelo, el tiempo de riego diario fue de 2 horas, sumando a un total de 3.4 litros por emisor/día.

Una vez establecido las parcelas de biointensivo se realizó la evaluación visual en las platabandas a partir del 5to día post siembra llegando a valorar la emergencia de las diferentes variedades.

Conforme a la observación visual y la medición de la emergencia del rebrote basal de 5 cm, como indicador de corte a los 150 días post siembra se realizó la evaluación de crecimiento y rendimiento.

Obtenidos los datos de la evaluación se procedió a organizar los mismos por variables de respuesta para ser analizados con el programa SAS 9.1.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación se presentan a continuación en los Gráficos 1, 2 y 3.

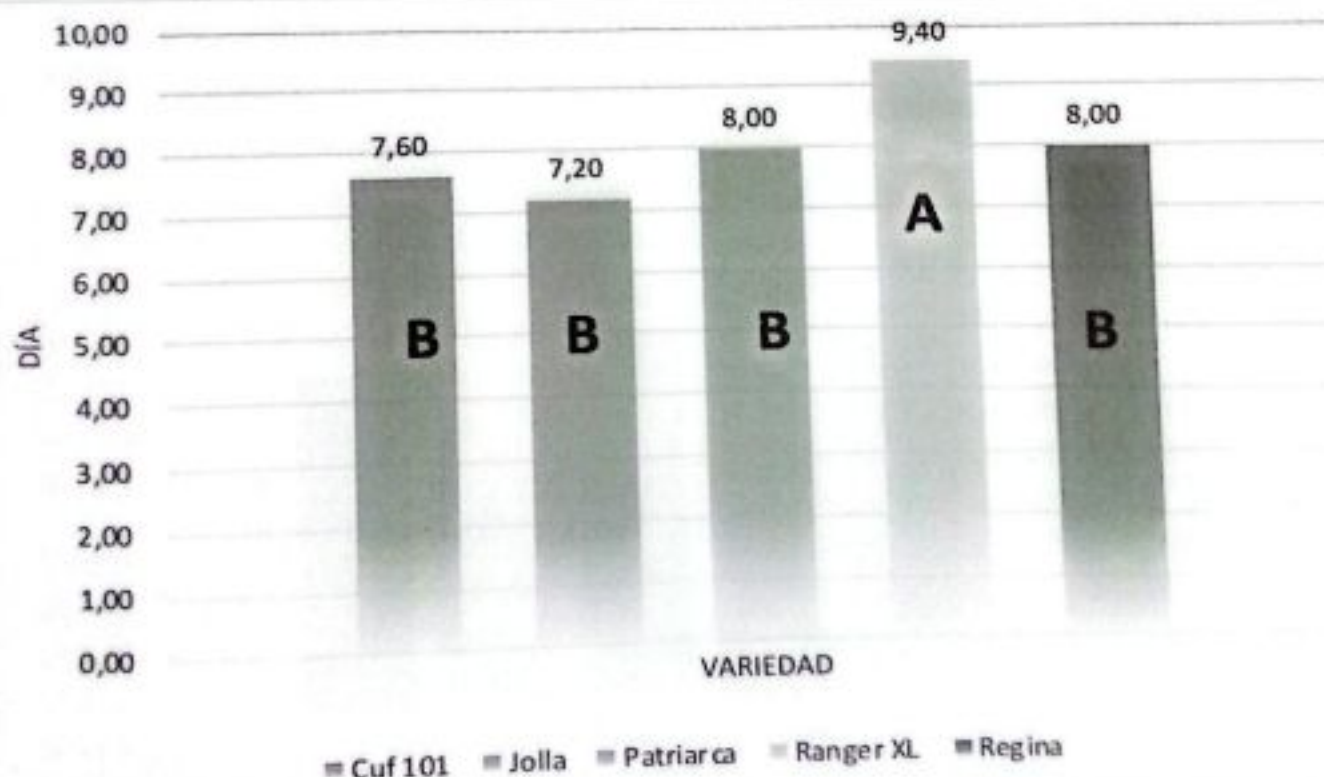


Figura 1. Tiempo de emergencia de las variedades de alfalfa en sistema biointensivo

De acuerdo a los resultados en la figura 1, se observa que la variedad Jolla es la que emerge en menor tiempo en relación a las otras variedades. La variedad Ranger

XL es la que emerge en mayor tiempo (9,40 días) en relación a las variedades como Cuf 101, Patriarca y Regina.

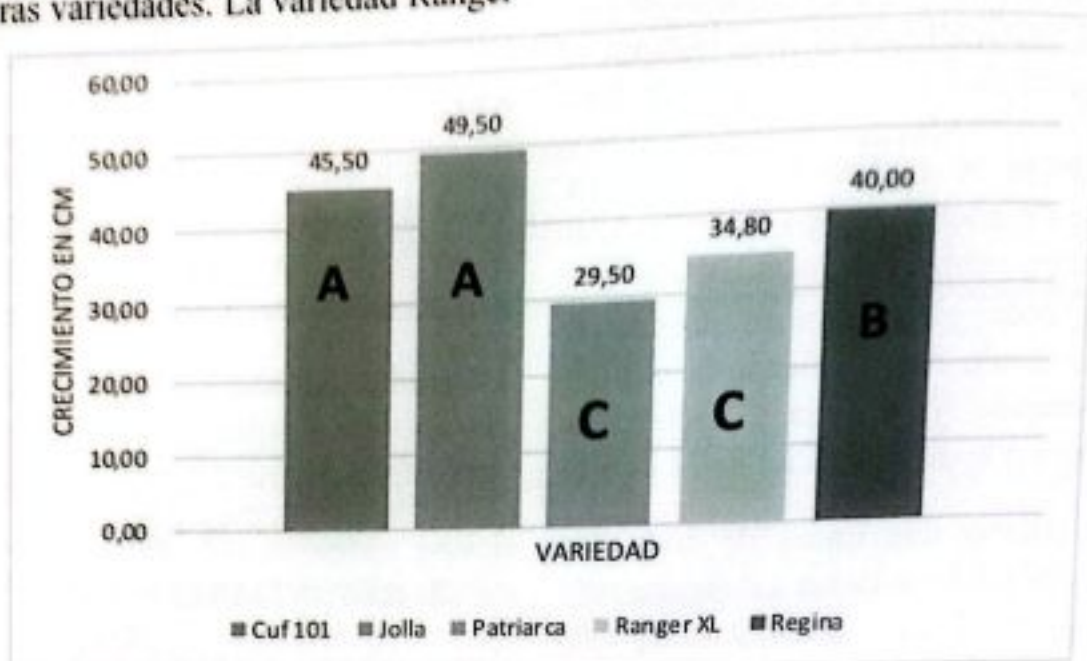


Figura 2. Crecimiento de la planta a los 150 días post siembra en cm

18

Según las evaluaciones realizadas en el crecimiento de las distintas variedades de alfalfa, se pudo evidenciar que la variedad Jolla es la que muestra mayor crecimiento de 49.50 cm a los 150 días, similar comportamiento mostró

la variedad Cuf 101, donde ambos son iguales estadísticamente. Las otras variedades de alfalfa que fueron evaluados, tuvieron menor longitud de crecimiento, también a los 150 días de evaluación.

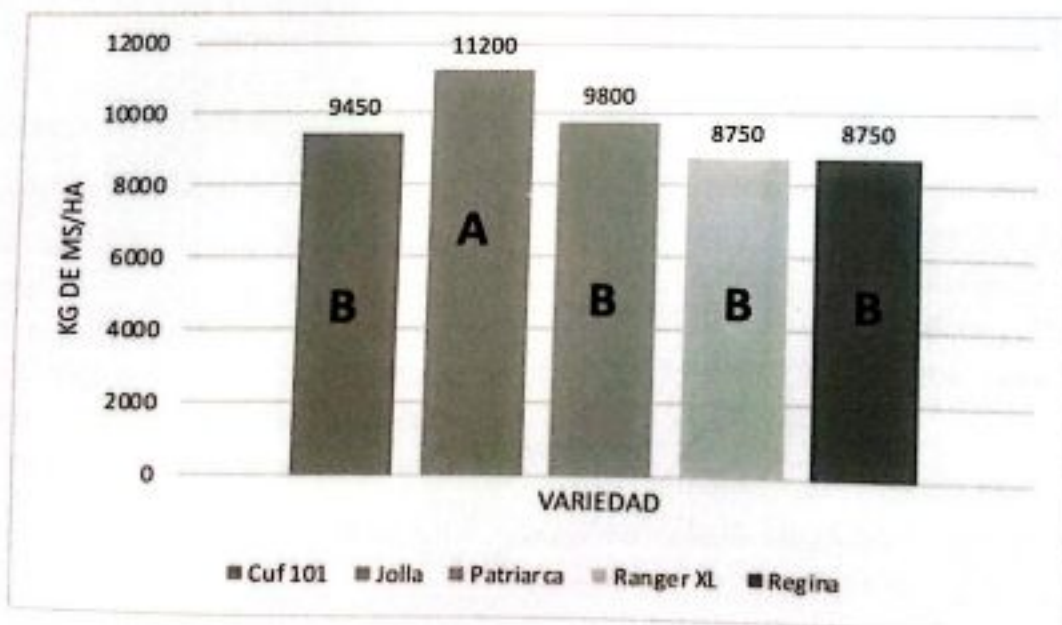


Figura 3. Rendimiento de las variedades de alfalfa en Kg de MS/ha

Las variedades de alfalfa que mostraron mayor rendimiento fueron la Jolla con 11200 kg MS/ha, seguido de las variedades Patriarca y Cuf 101 con 9800 y 9450 kg MS/ha, respectivamente, mientras que las otras variedades tuvieron rendimientos menores a los ya mencionados. La variedad Jolla es la que tuvo mayor rendimiento en comparación con las demás variedades, desde un punto de vista estadístico.

4. DISCUSIONES

Los días de emergencia, como se puede ver en la figura 1, de las variedades de alfalfa Cuf 101, Jolla, Patriarca y Regina en sistema de producción biointensivo variaron entre, (7.60, 7.20, 8.00, 8.00) y difirieron significativamente ($p < 0.05$) de la variedad Ranger XL (9.40): esta última sería una variedad tardía ya que todas las variedades recibieron el mismo tratamiento. Los valores se encuentran por debajo del límite reportado por Alaska, 2015 entre los 7 a 12 días de emergencia. Esto quizá se deba al estímulo y las condiciones que genera el sistema biointensivo en el desarrollo radicular, el cual propicia el crecimiento vegetativo inicial más intenso, cuando se garantiza un buen balance nutricional y de humedad del suelo, de acuerdo a las recomendaciones de (Barber, 1980) para la siembra de alfalfa.

La altura de las plantas, como se observa en la figura 2, presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre la Cuf 101 y Jolla (45.5 y 49.5 cm de altura promedio) con respecto a las variedades Patriarca, Ranger XL y Regina; variedades que variaron (entre 29.5, 34.8 y 40.00 cm). Demostrando que las variedades Cuf 101 y Jolla presentan mayor desarrollo en un

sistema biointensivo además de que al parecer estas especies poseen genes adaptados a las condiciones climáticas y edáficas del altiplano; además, el establecimiento exitoso de la alfalfa depende de la formación de nódulos efectivos por la bacteria *Sinorhizobium meliloti*, y muchos nódulos por planta pueden permanecer ocupados por cepas de rizobios naturalizados presentes en el suelo (Wigley *et al.*, 2015).

Bayas (2003) al utilizar *bokashi*, té de estiércol y biosol como biofertilizantes, obtuvo alturas en la etapa de prefloración de 40.60, 43.14 y 34.71 cm, respectivamente; valores inferiores a los de este estudio en la variedades Cuf 101 y Jolla y son superiores a las variedades Patriarca, Ranger XL y Regina; mientras que Chacón (2011), al aplicar abono foliar, registró valores de altura entre 63.35 y 79.63 cm. Similar comportamiento fue reportado por Avci *et al.* (2013) siete variedades de alfalfa, en dos años de producción y en dos localidades, las que alcanzaron una altura promedio de 66 cm; siendo estos valores no coinciden al del presente trabajo.

La producción de materia seca, como se observa en la figura 3, mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) con la variedad Jolla se obtuvo 11200 kg MS/ha siendo superior a las variedades Cuf 101, Patriarca, Ranger XL y Regina con rendimientos de 9450, 9800, 8750 y 8750 kg MS/ha. Al parecer el sistema biointensivo favorece el rendimiento debido a que se prepararon los suelos por encima de los 20 cm el abonamiento fue de 2 Tn/ha, además de que se aplicó riego de manera óptima, estas condiciones favorecieron el desarrollo adecuado de sistema radicular de los alfáres además del establecimiento y desarrollo. Por otra

parte al parecer el sistema biointensivo favorece el desarrollo, las raíces fibrosas de la alfalfa ya que estas proliferan en los primeros 20 cm de suelo, y son donde se desarrollan la mayoría de los nódulos que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas requerimientos que son indispensables de acuerdo con Barnes y Scheaffer, (1995).

En el presente trabajo las evaluaciones se realizaron al primer corte y los valores son superiores a los reportados por Oñate & Flores (2019) de 4.52 Tn/ha por corte para la alfalfa flor morada y entre 2.12 y 2.79 Tn/ha por corte para la variedad Ranger XL. Dammer (2004) evaluó cuatro variedades de esta leguminosa en cuanto a la producción de materia seca por hectárea en el segundo corte, en la época de invierno, y obtuvo 3.869 kg de MS/ha en la variedad Moapa 69, seguida por la cuf-101 (3.319,7 kg de MS/ha) y por la sw-8210 (2.393 kg de MS/ha), con valores inferiores a los de la presente investigación.

Según Rebuffo (2005), para lograr un buen establecimiento y producción se debe prestar especial atención a la calidad del suelo donde se desea sembrar la alfalfa. El pH del suelo es un factor importante que influye en el crecimiento de esta especie, el cual afecta de forma directa la fijación simbiótica del nitrógeno y la disponibilidad de elementos esenciales como el potasio, el fósforo, el azufre y el boro; nutrientes limitantes en la producción de alfalfa, aunque pueden ocurrir otras deficiencias en determinados suelos (Barnes y Scheaffer, 1995).

Por otra parte, varios investigadores reportan que el medio ambiente es un factor que influye en la producción y

calidad del forraje, por lo que se deben seleccionar materiales que se adapten a las condiciones de manejo, suelo y clima de la región.

5. CONCLUSIONES

Los tratamientos respecto al tiempo de emergencia están dentro los parámetros normales 8 días para las variedades evaluadas, siendo estadísticamente más tardía la variedad Ranger XL.

En crecimiento fueron superiores las variedades Jolla con 49.5 cm y la variedad Cuf 101 de 45.5 cm respectivamente.

De las variedades sembradas en sistema biointensivo se obtuvo el mejor rendimiento con la variedad Jolla de 11200 kg de MS/ha.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alaska. 2015. *Pastos de clima frío*. Importadora de semillas http://www.imporalaska.com/26-semillas_de_pastos_de_frio.html.
- Avci, M.; Ozkose, A. & Tamkoc, 2013 A. Determination of yield and quality characteristics of alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties grown in different locations. *J. Na. Vet. Adv.* 12 (4):487-490.
- Barber, S. Nutrient placement. 1980 In: *Soil nutrient bioavailability: A mechanistic approach*. John Wiley & Sons, Inc. p. 368-388.
- Barnes, D. & Scheaffer, C. 1995. *Alfalfa. An introduction to grassland agriculture*. 5th ed. Vol. 1, Ames, USA: Iowa State University Press. P. 206-211.

- Bayas, A. 2003. *Té de estiércol, biol, biosol como biofertilizantes en la producción de alfalfa*. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador.
- Chacón, D. 2011. *Evaluación de diferentes niveles de abono foliar en la producción de forraje de Medicago sativa*. Tesis de grado. Riobamba, Ecuador.
- Dammer, M. 2004. *Adaptación de cuatro variedades de alfalfa (Medicago sativa) en la zona de Cananvalle*. Tabacundo. Cayambe, Ecuador.
- Oñate Viteri, Wilson, & Flores Mariaza, Enrique. 2019. Comportamiento agronómico de tres variedades de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de fertilización fosfatada. *Pastos y Forrajes*, 42(2), 125-132. 2020, http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-3942019000200125.
- Rebuffo, M. 2005. Alfalfa: Principios de manejo del pastoreo. *Revista INIA - No 5*. 43 (1):79-92.
- Wigley, K.; Liu, W.; Khumalo, Q.; Brown, D. & Ridgway, H. 2015. Effectiveness of three inoculation methods for lucerne (*Medicago sativa* L.) in two Canterbury soils. *New Zealand J. Agric. Res.* 58 (3):292-301. DOI: <http://doi.org/10.1080/00288233.2015.1028652>.

Efecto de la suplementación proteica en el incremento de población de abejas (*Apis mellifera*) en colmenas Langstroth en el municipio de Chulumani - La Paz Bolivia

Effect of protein supplementation on the increase in the population of bees (*Apis mellifera*) in Langstroth hives in the municipality of Chulumani - La Paz Bolivia

Mendoza Choque Jose Luis¹, Carita Tarqui Edwin² y Coaricona Nina Cecilio³

¹Docente de la asignatura Apicultura, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Coordinador del Instituto de Investigación en Ciencia Animal, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

³Docente, carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Pública de El Alto

¹Email address: joselzoot@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la comunidad Tiquimpaya del Municipio de Chulumani, provincia Sud Yungas, con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación proteica en el incremento de la población de abejas (*Apis mellifera*) en colmenas tipo Langstroth. Las variables a estudiar fueron: consumo del suplemento proteico, incremento de población y costo económico de la suplementación; donde se utilizaron 16 cámaras de cría en desarrollo, divididas en cuatro grupos: el primero recibió 15% de proteína en suplemento (T1), el segundo recibió 20% de proteína en suplemento (T2), el tercero recibió 25% de proteína en suplemento (T3) y el cuarto fue el grupo testigo (T0). La suplementación fue entregada durante 12 semanas, en intervalos de 15 días, entre enero a abril de 2017. Se utilizó diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Los resultados fueron evaluados con análisis de varianza ($P \leq 0.05$) donde se observó que no existen diferencias estadísticamente entre los tratamientos, para el consumo del suplemento proteico, e incremento de población de abejas. Sin embargo, el consumo de alimento en los tratamientos T1 y T2 mostró mejores resultados con valores de 383.40 g para T1, y 309.55 g para T2 respectivamente. No obstante, el incremento de población mostró mejores resultados los tratamientos T1, T2 y T4 con valores para T1 (4.11 kg), T2 (3.32 kg) y T4 (3.29). Se concluye utilizar suplementos proteicos con una concentración de 15% a 20% de proteína bruta en vista de que es más consumido por las abejas, obviamente mejora el incremento en población de abejas y con un costo económico.

Palabras clave: suplemento, proteína, nutrición, abeja.

ABSTRACT

The present work was carried out in the Tiquimpaya community of the Municipality of Chulumani, Sud Yungas province, with the objective of evaluating the effect of protein supplementation in increasing the population of bees (*Apis mellifera*) in Langstroth type hives. The variables to study were consumption of the protein supplement, population increase and economic cost of supplementation, where 16 developing brood chambers were used divided into four groups: the first received 15% protein in supplement (T1), the second received 20% protein supplement (T2), the third received 25% protein supplement (T3) and the fourth was the control group (T0). The supplementation was delivered for 12 weeks, at 15-day intervals, between January and April 2017. A completely randomized design with four treatments and four repetitions was used.

The results were evaluated with analysis of variance ($P \leq 0.05$) where it was observed that there are no statistically differences between the treatments, for the consumption of the protein supplement, and the increase in the population of bees. However, food consumption in treatments T1 and T2 showed better results with values of 383.40 g for T1, and 309.55 g for T2 respectively. However, the population increase showed better results in treatments T1, T2 and T4 with values for T1 (4.11 kg), T2 (3.32 kg) and T4 (3.29). It is concluded to use protein supplements with a concentration of 15% to 20% of crude protein, since it is more consumed by bees, obviously it improves the increase in the population of bees and at an economic cost.

Keywords: supplement, protein, nutrition, bee.

24

1. INTRODUCCIÓN

La apicultura es la rama de la zootecnia dedicada a la cría de abejas para diversos fines, que para quienes se dedican, artesanal o industrialmente, representa un importante medio de ingresos por sus múltiples beneficios, ya que además de proporcionar miel como producto principal directo, proporciona productos varios como polen, cera, propóleos, jalea real, cera y veneno de abeja entre otros. Indirectamente son indiscutibles sus aportes a la conservación del medio ambiente mediante el proceso de polinización

de plantas, su aporte económico, social por ser fuente de trabajo e ingresos y alimento alrededor del mundo (Salas, 2000).

La apicultura Boliviana ha tenido un crecimiento notable, debido al incremento de la demanda a nivel nacional y mundial de productos orgánicos, naturales de alto valor nutritivo como la miel y otros productos de la colmena. En la última década se incrementó el sector apícola, dado las potencialidades de una vasta flora apícola existente en los diferentes pisos ecológicos del territorio nacional en el altiplano (cuenca del lago), valles, yungas y el trópico (Mendoza, 2021).

24

Según Sarabia *et al.*, (1996), menciona que la apicultura en Bolivia es una actividad y que al mismo tiempo es un arte, cabe bien recalcar que el apicultor en nuestro medio debe tomar el concepto de desarrollo agrícola de escala pequeña a nivel familiar. Actualmente el apicultor no solo aprovecha la miel si no también el propóleo, polen, jalea real e incluso las ayudan en la polinización cruzada de algunas cosechas usadas en nuestro medio.

La cantidad de proteínas, carbohidratos, minerales, grasas, vitaminas y agua que las abejas necesitan para sus actividades vitales (Samantha *et al.*, 2004) son obtenidas del almacenamiento de néctar, polen y agua (Free, 1993), siendo el néctar y la ligamaza las principales fuentes de abastecimiento de carbohidratos y el polen suministra todos los demás elementos nutricionales indispensables (Almeida, 1996). Además del polen, las abejas, pueden obtener sus nutrientes de harina de soya, harina de pescado, levadura de cerveza y lacto-albuminas como suplementos o sustitutos alimenticios (Shimanuki y Herbert, 1985).

Estos suplementos son utilizados para mejorar la nutrición de las abejas y son beneficiosos porque aseguran un desarrollo continuo de las colonias aumentando la tasa de postura de huevos. Además, estos suplementos son de gran importancia en lugares donde el polen es escaso en época invernal y prepara a las colmenas en un nivel óptimo de población para el aprovechamiento de los flujos de néctar, polinizar cultivos y para

aumentar la producción de reinas (Standifer *et al.*, 1977).

Los Yungas del departamento de La Paz, posee una inmensa riqueza natural, el cual es óptimo para implementar apiarios. La región es exclusivamente productiva dedicada a la producción agrícola, pero a la falta del vector polinizador más importante las abejas, el cual incide en el rendimiento de la productividad. La investigación procura ampliar el número de colmenas por apiario, y aprovechar eficientemente la flora apícola en la región. Con lo mencionado es necesario suplementar a las colmenas tipo Langstroth para lograr una mayor población de abejas y a su vez tener una mayor productividad en la zona. El objetivo del estudio fue medir el efecto de la suplementación proteica en el incremento de la población de abejas en colmenas Langstroth en el municipio de Chulumani - La Paz Bolivia.

2. MATERIALES MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en la comunidad de Tiquimpaya a una distancia aproximada de 7 km del municipio de Chulumani que se encuentra ubicado al Nor - Este del Departamento de La Paz, en la provincia Sud Yungas. Su accesibilidad vial, es a través de la ruta La Paz - Unduavi - Chulumani.

El municipio está a una distancia de 120 km de la ciudad de La Paz. El clima del lugar tiene una temperatura promedio de 20.41°C, templado en invierno y cálido en verano. Presentando una variabilidad

climática de la región desde clima húmedo, templado y subtropical (PDM - Chulumani, 2006-2010).

El trabajo de investigación se desarrolló en 16 cámaras de cría Langstroth cada uno consta de 4 panales al inicio, con reina nueva en plena actividad de ovoposición, el cual se adquirió de un apicultor experto.

Materiales

Insumos y materiales para elaborar el suplemento proteico: Polen, Levadura de cerveza, harina de soya, harina de maíz, harina de trigo, azúcar, agua, cocina, garrafa, fosforo, baldes, balanza analítica, vaso precipitado, paleta.

26

Material apícola: velo, ahumador, palanca universal, guantes, cámara fotográfica, overol, botas, cepillo, encendedor, cámara fotográfica.

Material biológico

El trabajo de investigación se desarrolló en 16 cámaras de cría Langstroth cada uno consta con 4 paneles, con reina nueva en actividad de ovoposición, el cual se adquirió de un apicultor experto.

Métodos

La investigación se realizó en los meses de enero, febrero, marzo y abril en plena época de lluvia en la región de los yungas del departamento de La Paz, en un tiempo de 90 días.

Ubicación de los núcleos Langstroth

Para la investigación en primera instancia se efectuó la limpieza del

lugar del experimento, además tomó en cuenta un sitio solar todo el día le de sol a las colmenas esto con el fin de evitar enfermedades y ataque de plagas. Como conocido las abejas necesitan 35 para un buen desarrollo de la cámara de cría.

Análisis de contenido de proteínas de los insumos

Los insumos adquiridos fueron analizados en el laboratorio de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria de la Universidad Pública de El Alto, con el equipo Kjeldahl obteniéndose el siguiente contenido de proteína de los insumos; harina de soya 40%, harina de trigo 14.5%, harina de maíz 8%, polen 16.5% y levadura de cerveza 50%. También se empleó el azúcar o sacarosa de industria boliviana.

Formulación y preparación de los suplementos proteicos

Una vez conocido el contenido de proteína de los insumos empleados para la investigación, se formuló en los diferentes niveles de estudio (15%, 20% y 25%) en % proteína cruda respectivamente, utilizando el método de prueba y error para dicha investigación.

Una vez adquiridos los insumos se tomó dato del pesaje de los ingredientes en la balanza digital, luego se procedió a preparar el suplemento proteico con la mezcla homogénea en seco de harina de soya, trigo, maíz, polen y levadura de cerveza, y luego con el jarabe de azúcar relación 2:1 que ocupa el

50% en la ración, para obtener el suplemento proteico con los distintos niveles de proteína.

Suministro y horarios de alimentación

El suministro del suplemento proteico se llevó a cabo por las tardes en horas de 13:00 p.m. a 15:00 p.m. a los tres tratamientos y con intervalos de 15 días. El colocado del suplemento se le ubico en la parte superior de la cámara de cría, para facilitar el alcance del alimento a las abejas.

Variables de respuesta

Las variables a estudiar fueron el consumo, incremento de la población y costo económico de la suplementación. Los datos fueron evaluados con diseño estadístico DCA (diseño completamente al azar). La investigación se realizó con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones experimentales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Consumo del suplemento proteico

El análisis de varianza del consumo de suplementos proteicos de abejas, muestra que no existen diferencias significativas ($P>0.245$) entre tratamientos, por lo tanto, se tuvo un coeficiente de variación con un valor de 17.65%, el cual nos indica que los datos están dentro los parámetros normales y de confiabilidad.

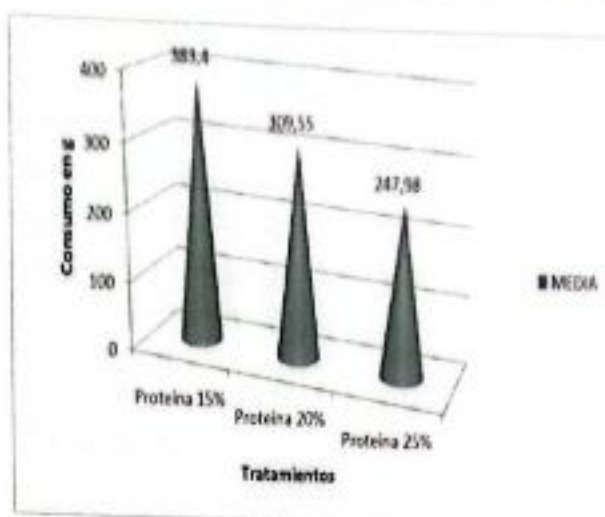


Figura 1. Consumo del suplemento proteico por las abejas

Si bien no existen diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos; sin embargo, el consumo de los suplementos proteicos (figura 1) numéricamente, evidencia un mejor consumo con el suplemento al 15% con una media de 383.40 g, mientras que el suplemento al 20% con 309.55 g, por otra parte, el suplemento al 25% de proteína es inferior en la aceptación del alimento.

El consumo descendente del suplemento al 25% probablemente se debe a la cantidad de soya en la formula, ya que existen evidencias de que tal insumo no debe sobrepasar el 30% en las raciones, efectivamente influye en el consumo de los suplementos.

Además, otro de los factores que probablemente influyó es la época, en vista de que el presente trabajo de investigación se llevó a cabo en plena época de lluvia, cuando las condiciones ambientales no favorecían el desarrollo normal de las colmenas, si bien existía la entrada de polen y néctar en

cantidades anormales por la época. El cual influyo en los resultados estadísticos. Los niveles de proteína del suplemento formulado de 15%, 20% y 25% están en el rango permisible que sugiere, Lehner (1983).

El mismo autor y Somerville (2005), explica que los niveles de proteína de un suplemento alimenticio entre un 10% y 30% son bien aceptadas por las abejas. Así mismo para Alqarni (2006) y Schmidt, (1984) el factor que estimularía mejor que cualquier otro el consumo de un suplemento por parte de las abejas sería la adición de polen en la formula, ya que contiene fagoestimulantes que sirven de atrayentes a las abejas para ser consumido.

28

Según Somerville (2000) señala que, en lo que se refiere a la cantidad de sustituto o suplemento ofrecida, las diferencias serían muy amplias, sugiriendo 500 g semanales para colonias fuertes y tan solo 100 g cada dos semanas para colonias pequeñas o núcleos. Ya que la investigación verificó que el consumo de los suplementos proteicos es de acuerdo a la población de abejas en la colmena.

En una investigación realizado por Córdova (2017). Formulando tortas proteicas al 25% de proteína bruta a base de harina soya, arveja, lenteja respectivamente, obtuvo un mejor consumo de 266.55g de suplemento proteico a base de soya. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos a base de harina de soya (T1) y arveja (T2) son adecuadamente aceptados

por las abejas, en comparación con la lenteja (T3). De acuerdo con investigaciones por Avilez y Aranedo (2007), aquellos ingredientes con menor granulometría demuestran ser mejor consumidos, ya que las abejas son capaces de manipular con sus mandíbulas partículas que miden entre 0.5 a 100 μ m.

Incremento de población de las abejas mediante el peso con la suplementación proteica

El análisis de varianza para el incremento de población de abejas, mostro que no existen diferencias significativas ($P>0.696$) entre los tratamientos en estudio (15%, 20% y 25% y Testigo), El coeficiente de variación con 16.42%, nos indica que los datos obtenidos en la investigación están dentro de los parámetros de confiabilidad.

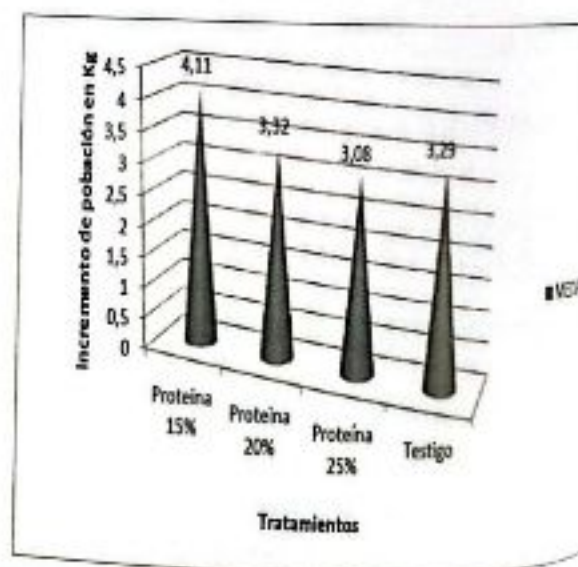


Figura 2. Incremento en población de abejas mediante el peso con suplementación proteica

En la figura 2, muestra que no hubo diferencias significativas estadísticamente, donde el tratamiento de proteína al 15% con un valor de 4.11 kg es mayor en

incremento con respecto a los demás tratamientos, el tratamiento al 20% con una media 3.32 kg es inferior en incremento en población al 15% de proteína, el tratamiento con 25% con una media 3.08 kg es inferior en incremento con respecto a los demás tratamientos en estudio, el tratamiento testigo con una media 3.29 kg es inferior al tratamiento al 15%, similar al tratamiento al 20% y superior en incremento al tratamiento 25% de proteína.

La población total de abejas está relacionada con el peso de la colmena, a su vez no se mostró diferencias significativas en cuanto al incremento de población de abejas. No obstante, se observó que entre los tratamientos T1 (proteína al 15%), T2 (proteína al 20%), y T0 (testigo), muestran mejor comportamiento en el desarrollo de abejas. Como se evidencia en estudios realizados por Herbert *et al.*, 1977; donde se alimentaron abejas con 50, 30, 23, 10 y 5% de proteínas, midiendo la cantidad de postura, la mayor cantidad de cría obtenida fue con el grupo de abejas alimentadas con un 23% de proteínas (si bien no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$), seguido por el grupo alimentado con un 30% y luego con un 10% de proteínas, este comportamiento probablemente este influido por la época de lluvias (De Araujo, 2001) lo que significa un retraso en el desarrollo de colonias.

Según Crespo (2007) las colonias se desarrollan en forma proporcional de acuerdo al ingreso de materiales nutricionales de calidad, por lo

tanto, un alimento mejor balanceado y nutritivo podrá mantener colonias con buenas poblaciones. Por otro lado, la ausencia de suplemento energético en la presente investigación posiblemente tuvo que ver en los resultados, ya que las poblaciones de abejas se desarrollan con fuentes energéticas y proteínas que son esenciales en el incremento de poblaciones de abejas.

Sin embargo, en otro estudio realizado en la época lluviosa, por Rahman y Chaundry (1991), citados por (Avilez y Araneda 2007), disminuye la postura de la reina hasta en un 18% esto explicaría el no incrementar en la población de abejas en el experimento.

Costo económico de la suplementación proteica

Para el objetivo se verifica que los costos en la elaboración de los suplementos proteicos con los diferentes niveles de proteína, son similares, por lo que se resalta que el suplemento al 15 % y 20 %, tiene mejor consumo e incremento de la población en estudio, a un que estadísticamente no es significativo.

Cuadro 1. Costo económico de la suplementación proteica

INSUMOS	T1 SUPLEMENTO PROTEICO AL 15%		T2 SUPLEMENTO PROTEICO AL 20%		T3 SUPLEMENTO PROTEICO AL 25%	
	Cantidad	Costo (Bs)	Cantidad	Costo (Bs)	Cantidad	Costo (Bs)
Harina de Trigo	528g	2,80	600g	3,30	540g	3
Harina de maíz	420g	2,30	180g	0,96	48g	0,28
Harina de soya	120g	1,60	288g	3,80	480g	6
Polen	120g	36	120g	36	120g	36
Levadura de cerveza	12g	16,80	12g	16,80	12g	16,80
Jarabe de azúcar 2:1	1200g	6	1200g	6	1200g	6
Total Costo		65,50		66,86		68,08

Fuente: Elaboración propia.

30

4. CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos con el presente trabajo de investigación, se ha llegado a la siguiente conclusión: que los suplementos formulados a diferentes niveles de proteína, como un suplemento proteico en forma de torta no influyen en el incremento de la población de abejas, debido a que ellas requieren también de suplemento energético para un mejor desarrollo y consumo.

5. BIBLIOGRAFÍA

Avilez J. P. & Araneda X. 2007. Estimulación de la puesta en abejas (*Apis mellifera*). Chile: Universidad Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/495/49521608.pdf>.

Alqarni, A. S. 2006. Influence of some protein diets on the longevity and some physiological conditions of honey bee *Apis mellifera* L. workers. Saudi Arabia: Journal of Biological Sciences 6 (1), 734 - 737. Recuperado de: <http://scialert.net/qredirect.php?doi=jbs.2006.734.737&linkid=pdf>

Córdova. V. 2017. Evaluación de fuentes proteicas en la alimentación de las abejas (*Apis mellifera*). Cevallos - Tungurahua - Ecuador.

Crespo P. 2007. Desarrollo poblacional de la colonia y requerimientos nutricionales en el Centro Norte

30

- de la Provincia de Buenos Aires. *Revista Electrónica Veterinaria* 3 (1), 2-7. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010107/010714.pdf>.
- De Araujo Freitas, José Chavier y Echazarreta, Carlos. 2001. XV Seminario Americano de Apicultura. Fuentes de proteína para suplementos de las abejas. Tepic, Nayarit, México.
- Herbert Jr E, H Shimanuki, D Caron 1977. Optimum protein level required by honeybees to initiate and maintain brood rearing. *Apidologie* 8, 141 - 146.
- Lehner.Y. 1983. Nutritional considerations in choosing protein and carbohydrate sources for use in pollen substitutes for honeybees. *J. Apicult. Res.*, 22: 242-248.
- Mendoza, J.L., 2021. Apicultura en los yungas una dulce actividad (1ra ed.). La paz - Bolivia.
- Rahman, W. UR and M.I. Chaudhry. 1991. Management studies to overcome adversities in bee culture. *Pakistan J. of Forestry*. 41: 130-134.
- Samantha, M., C. Darren., A. Murray and I.H. Williams. 2004. Do pollen beetles need pollen? The effect of pollen on oviposition, survival, and development of a flower-feeding herbivore. *Ecol. Entomol.*, 29: 164-173.
- Salas. R. 2000. Manual de apicultura para el manejo de abejas africanizadas. Programa para el desarrollo de la pequeña y mediana industria apícola en Honduras. Honduras. EAP-Zamorano. 65.
- Somerville D. 2000. Honey bee nutrition and supplementary feeding. NSW Agriculture, Australia, 1-8.
- Sarabia, T. 1996. Manual de Ganadería del Chaco Boliviano. Editorial Andes Sur. Sucre - Bolivia. 123-129.
- Shimanuki, H. y E.W. Herbert Jr. 1985. Alimento artificial con proteínas para las colonias de abejas. *Proceedings of the XXX International Congreso of Apicultura*. Nagoya. Japón. p. 347-352.
- Schmidt, J.O. 1984. Feeding preferences of *Apis Mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae): individual versus mixed pollen species. *J. Kansas Entomol. Soc.*, 57: 323-327.
- Standifer, L.N., F.E. Moeller, N.M. Kauffeld, E.W. Herbert and J.r. Shimanuki. 1977. Supplemental feeding of honey bee colonies. USDA. Agriculture Information Bolletín N° 126. 413.

Evaluación del consumo de agua con tres niveles de temperatura en la presentación de enfermedades respiratorias de Pollos Parrilleros (*Gallus domesticus*) Linea Cobb-500, Municipio de Sipe Sipe

Evaluation of water consumption with three temperature levels in the presentation of respiratory diseases of Barbecue Chickens (*Gallus domesticus*) Cobb Line-500, Municipality of Sipe Sipe.

Beltran Quispe Jose Luis¹ y Centellas Tleonn Nelson²

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: jose_luis_bob@hotmail.es

RESUMEN

33

El presente estudio se realizó para buscar alternativas en la prevención de enfermedades respiratorias de pollos de la Línea Cobb-500, para mejorar el índice de mortalidad en invierno. La investigación se realizó para evaluar el consumo de agua con tres niveles de temperatura en la presentación de enfermedades respiratorias de Pollos Parrilleros Línea Cobb-500, en la granja "Avícola San Javier". La regulación de la temperatura del agua de consumo en invierno, es una alternativa para reducir la presentación de enfermedades respiratorias en invierno en el departamento de Cochabamba municipio Sipe Sipe. El estudio realizado tomo en cuenta 4 niveles de temperatura del agua (temperatura ambiente -5°C, 15 °C, 18°C, 20°C) y observar el comportamiento y desarrollo de los pollos parrilleros en las etapas de crecimiento y acabado. En la investigación se evaluó diferentes variables que se manejan en la crianza de pollos. Mortalidad (M), Ganancia de Peso (GP), Peso Canal (PC), Relación Beneficio/Costo (B/C). Tanto en la etapa de crecimiento y acabado se observó una diferencia significativa en donde la regulación de la temperatura del agua de bebida en 18°C (T3) dio mejores resultados con una mortalidad de 4% frente al de temperatura ambiental en invierno (T1) que obtuvo una mortalidad del 15%. En el beneficio costo (B/C) se obtuvo una mejor ganancia en el tratamiento 18°C (T2) regulación de la temperatura del agua de bebida, obteniéndose una ganancia de 0.80 Bs. por cada Boliviano invertido habiéndose menores ganancias con temperatura ambiental en invierno (T1) con 0.30 Bs.

Palabras Claves: Mortalidad, consumo, crecimiento, acabado.

ABSTRACT

The present study was carried out to search for alternatives in the prevention of respiratory diseases in chickens of the Cobb-500 Line, to improve the mortality rate in winter. The research was carried out to evaluate the consumption of water with three temperature levels in the presentation of respiratory diseases of Cobb-500 Line Grill Chickens, in the "Avícola San Javier" farm. The regulation of the temperature of drinking water in winter is an alternative to reduce the presentation of respiratory diseases in winter in the department of Cochabamba, municipality of Sipe Sipe. The study carried out took into account 4 levels of water temperature (room temperature -5°C , 15°C , 18°C , 20°C) and observed the behavior and development of broiler chickens in the growth and finishing stages. The research evaluated different variables that are handled in the raising of chickens. Mortality (M), Weight Gain (GP), Carcass Weight (PC), Benefit / Cost Ratio (B/C). Both in the growth and finishing stages, a significant difference was observed where the regulation of the drinking water temperature at 18°C (T3) gave better results with a mortality of 4% compared to that of the ambient temperature in winter (T1), that obtained a mortality of 15%. In the cost benefit (B/C) a better gain was obtained in the treatment 18°C (T2) regulation of the drinking water temperature, obtaining a gain of 0.80 Bs. For each Bolivian invested having lower gains with temperature environmental in winter (T1) with 0.30 Bs.

Key Words: Mortality, consumption, growth, finish.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de pollos parrilleros en la actualidad es una de las actividades pecuarias más rentables debido a que el consumo per capita está en constante aumento en nuestro país. Los estudios realizados del agua son respecto a lo nutricional, calidad, pH. Pero no se han realizado estudios de la influencia de la temperatura del agua en el consumo, y sobre todo en su influencia para que se presenten enfermedades respiratorias en invierno.

Con el presente trabajo de investigación se pretende dar una alternativa para la prevención de enfermedades respiratorias en invierno de los pollos de la línea Cobb - 500 regulando la temperatura del agua de bebida en invierno,

garantizando también el consumo adecuado de agua por ende una adecuado consumo de alimento para asegurar un buen desarrollo óseo y muscular, consiguiendo una ganancia de peso rápido en las etapas de crecimiento y acabado para su comercialización. Existen pocos estudios de investigación realizadas en la regulación de la temperatura de agua de bebida, es por eso que se realizó el presente estudio para determinar la temperatura correcta de agua (T1= -5°C temperatura ambiente), T2= 15°C , T3= 18°C y T4= 20°C , en el agua de bebida en el consumo de los pollos parrilleros de la línea Cobb-500 en etapas de crecimiento y acabado. La crianza de los pollos parrilleros es una actividad muy común en el municipio de Sipe Sipe, los productores de este rubro enfrentan dificultades sobre todo

en la época de inviernos con altas mortalidades, bajos pesos, por esta razón su busca mejorar el estado de salud de los pollos parrilleros línea Cobb-500, regulando la temperatura del agua de bebido en invierno.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación se realizó el Departamento de Cochabamba, Provincia Quillacollo, Municipio de Sipe Sipe, se encuentra 2548 m.s.n.m, entre los paralelos Sur 17°26'51" y 66°20'38" Oeste a una distancia de 217 Km desde la sede de gobierno de La Paz.

Materiales

Material Biológico

- 4000 Pollitos BBs de la línea Cobb-500

Materiales de Campo

- Comedores para pollitos BBs, bebederos para pollitos BBs, comederos, bebederos, termómetros de ambiente, balanza, garrafas, campanas de calefacción, desinfectante, hidrolavadora, pediluvios.

Materiales de Escritorio

- Computadora, Bolígrafo, Lápicos, Cámara, Hojas Bond, Impresora.

Insumos para la alimentación y consumo de agua de los Pollos Parrilleros

- Alimento Balanceado de inicio.
- Alimento Balanceado de Crecimiento F8.
- Alimento Balanceado F9.

- Alimento Balanceado de Acabado F10.

- Agua a disponibilidad de los pollos parrilleros

El presente trabajo de investigación es de tipo experimental donde se comparó Mortalidad (M), Ganancia de Peso (GP), Peso Canal (PC), Relación Beneficio/Costo (B/C) de pollos parrilleros línea Cobb-500, con la regulación del agua de bebida a 15°C, 18°C y 20°C y un grupo testigo sin regulación del agua de bebida.

De un total de 21000 pollos de la línea Cobb-500 se tomaron 4000 de 21 días de edad en etapa de crecimiento, fueron distribuidos en grupos de 1000 pollitos por tratamiento en el sistema de piso, colocando 9 pollos m² hasta el final de la crianza de 45 días del periodo de investigación y comercialización.

Método para la Toma de Datos

Para la mortalidad se contabilizó de manera diaria, tomando como dato el promedio semanal.

Para la ganancia de peso se realizó el pesado semanalmente a fin de evitar el estrés. Se pesó con una balanza electrónica de capacidad de 1000 g al inicio de experimento y concluyendo cada semana para obtener una ganancia promedio.

En todo el ciclo de producción se tomó en cuenta el crecimiento (21 - 35 días) y acabado (36 - 45 días). Según la siguiente fórmula.

$$M = \frac{\text{Aves iniciales} - \text{Aves finales}}{\text{Aves iniciales}} \times 100$$

$$GP = \frac{\text{Peso final (Pf)} - \text{Peso inicial (Pi)}}{\text{Peso inicial (Pi)}}$$

Para el cálculo de peso de la canal, se realizó: el peso del pollo después de la faena, sin vísceras, plumas y sangre. Se realizó con la siguiente fórmula.

Peso de la canal = Peso final - Peso vísceras plumas y sangre.

Se determinó el cálculo beneficio/costo para un análisis económico de la investigación.

Beneficio/Costo = (Beneficio neto / Costo total).

Preparación de las Unidades Experimentales

A los 21 días de edad de los pollitos BBs Cobb-500 se los distribuyó en 4 unidades experimentales de 1000 pollitos cada una, días antes se realizó el pesado para tener un promedio de los pesos en los cuales entraron a experimentación. Se realizó la construcción de cuatro galpones experimentales de una dimensión (7 m x 13 m) 11 aves/m². 1000 pollos por unidad experimental.

Lavado de unidades experimentales

El lavado de los galpones se distribuye las bombas de alta presión, mangueras y pistolas según el número de galpones y el caudal de agua disponible. Lavar todo dentro y fuera de los galpones en el siguiente orden: techos, paredes, cortinas, pisos, depósitos y viviendas, comenzando desde arriba hacia abajo. Finalmente, se coloca todas las cortinas definitivas para la cría, incluyendo ribetes, dobles cortinas, centrales y otras, y asegurarse de la llegada del equipo de desinfección.

Preparación de galpones

Coloque todas las cortinas definitivas

al interior de c/galpón (3 cortinas centrales que van de piso a techo), así como las cortinas laterales para formar el túnel en el área de recepción con sus respectivos pasillos de circulación.

Introduzca y desparrame la viruta seca y libre de aserrín en cada uno de sus galpones.

Todo el equipo manual lavado y desinfectado (comederos, bebederos, campanas y otros) que se va a utilizar durante la cría, introduzca al galpón y ubique en forma ordenada.

Prepare una solución desinfectante a una concentración del 3% de formol y utilice 400 litros de la solución preparada por cada 10.000 pollos. En casos excepcionales se subirá al 5% de formol.

llegada de los pollitos BB (tiempo mínimo de descanso el galpón=14 días)

24 horas después de la desinfección, tome una muestra de viruta al azar para su análisis bacteriológico y micológico (en una bolsa limpia y seca, coloque de varios lugares el galpón unos 2 kilos de viruta, esta pre-muestra mézclela bien y de la misma tome 200 gramos y remita al laboratorio), no acepte más de 100 n.m.p. de bacterias por gramos de muestra. Si el resultado fuese mayor repita la desinfección con formol, revisando el procedimiento.

Si detecta pulgas o algún otro insecto dañino en la viruta, fumigue con el insecticida más apropiado.

Preparación de alimento

El alimento se preparo de forma conjunta una misma formulación acorde los requerimientos

nutricionales para las etapas de crecimiento y acabado, insumos y cantidades para todos los galpones de investigación.

Consumo de agua en la etapa de inicio

Los 4000 pollitos BBs contaban con agua a disposición y limpia, en esta etapa no se reguló la temperatura del agua hasta los 21 días de edad.

Consumo de agua en la etapa de crecimiento y acabado

Los pollos en la etapa de crecimiento comenzaron un consumo de agua con regulación de la temperatura desde los 21 días hasta los 45 días. Con diferentes temperaturas, temperatura ambiental -5°C , 15°C , 18°C , 20°C .

La temperatura del agua se reguló a través de un equipo, figura 1.



Figura 1. sistema alternante de temperatura (ALLTECH.COM, 2021)

Single Temperiertechnik GmbH (Hochdorf / Alemania) que presenta su sistema alternante de temperatura. Los sistemas alternantes de temperatura son ideales para un método de control de temperatura cíclica en 2 circuitos. Estos sistemas operan con fluidos térmicos fríos y calientes, los cuales son transportados a través de los canales de control de temperatura en

variaciones cíclicas. El diseño básico de los sistemas de temperatura de los sistemas alternantes es similar a la unidad de control de los 2 ciclos de temperatura, donde el fluido térmico con las temperaturas requeridas está disponible en los 2 circuitos. La unidad provee control para la temperatura en cada circuito, mientras que el tiempo de ciclo y el de sobre tiempo de frío a calor fluido, son determinados por la máquina. Un sistema PLC controla los procesos de secuencias del sistema de control de temperaturas. Los sistemas alternantes de temperatura fabricados por Single son apropiados para agua -10°C hasta 205°C .

3. RESULTADOS

Mortalidad en la etapa de crecimiento

El análisis de varianza muestra diferencias significativa ($p=0.0162$) en la mortalidad de pollos parrilleros en la etapa de crecimiento, con los tratamientos aplicados con los diferentes niveles de temperatura de agua.

Con la aplicación de temperatura ambiente (T_1 testigo -5°C), 15°C , 18°C , 20°C , regulación de temperatura, se obtuvieron porcentajes de mortalidad promedio de 15%, 8%, 4%, 6% respectivamente, entre los cuales si existe diferencias significativas en la mortalidad.

Mortalidad en la etapa de acabado

En la etapa de acabado se determinó diferencias significativas ($p=0.0171$) en la mortalidad de los pollos parrilleros de la línea Cobb-500 en etapa de acabado, tratamientos aplicados con 4 niveles de temperatura del agua.

Los resultados del análisis de varianza señalan que existe una diferencia significativa entre tratamientos, por lo tanto no existe evidencia para rechazar la hipótesis alternativa, demostrando

que la regulación de temperatura de agua de bebida influye considerablemente en la mortalidad de los pollos de la línea Cobb-500 en la etapa de acabado.

Según la comparación de los rendimientos de medidas Duncan, con la regulación de temperatura del agua de bebida influyó en el porcentaje de mortalidad en la etapa de acabado en los pollos parrilleros línea Cobb-500 ya que el tratamiento T3 (18°C) obtuvo un menor porcentaje de mortalidad 4%, el cual es diferente al tratamiento T1 (temperatura ambiente -5°C). El cual presentó una mortalidad del 15%.

Ganancia de peso en la etapa de crecimiento

El análisis de varianza muestra que no existen diferencias significativas ($p=0.085$) entre los pesos promedios de los pollos parrilleros en etapa de crecimiento, con los tratamientos aplicados con los diferentes niveles de temperatura del agua de bebida.

Con la aplicación de la regulación del agua de bebida, temperatura ambiental (T1 testigo -5°C), 15°C, 18°C y 20°C, se obtuvieron pesos promedio para cada pollo de 900.48 g, 1051.80 g, 1055.14 g y 1045.88 g respectivamente, entre los cuales no existe diferencias significativas en la ganancia de peso obtenidos.

Ganancia de peso en la etapa de acabado

En la etapa de acabado de crianza se determinó diferencias significativas ($p=0.0194$) entre la ganancia de peso promedio de los pollos parrilleros de la línea Cob-500 en etapa de acabado, con los tratamientos aplicados con los 4 niveles de temperatura de agua de bebida. Los resultados del análisis de varianza señalan que existe una diferencia

significativa entre tratamientos, por lo tanto no existe evidencia para rechazar la hipótesis alterna, lo cual nos muestra que la regulación de la temperatura del agua de bebida influye considerablemente en el desarrollo y la ganancia de peso de los pollos de la línea Cob-500 en la etapa de acabado.

Según la comparación de los rendimientos medias Duncan, la regulación de la temperatura de agua de bebida en la etapa de acabado influyó en la ganancia de peso de los pollo parrilleros de la línea Cob-500 en etapa de acabado ya que el tratamiento T3 (18°C) se obtuvo una ganancia de peso de 2400.13 g el cual es diferente del tratamiento T1 (temperatura ambiente -5°C) el cual se encontraron ganancias de 1947.12 g por pollo, siendo significativamente el peso más bajo con respecto a los demás tratamientos, los peso de los pollos parrilleros que consumieron agua a temperatura de 15°C y 20°C alcanzaron pesos medios de 2285.22 y 2350.12 gramos por pollo Cob-500 respectivamente.

Durante esta etapa, en los tratamientos aplicados tuvieron un efecto directo sobre ganancia de peso promedio de los pollos parrilleros de la línea Cob-500, ante ausencia de la regulación de temperatura para el tratamiento T1 la ganancia de peso fue menor.

La falta de regulación de la temperatura del agua afecta el consumo de alimento individualmente por presentar problemas respiratorios afectando el crecimiento de los pollos parrilleros de la línea Cob-500.

Peso a la canal

La regulación de la temperatura del agua de los pollos parrilleros durante la etapa de crecimiento y acabado. El análisis de varianza para el peso a la

canal de pollos, muestra que existe diferencias significativas ($p=0.0074$) entre los tratamientos que fueron (-5°C) Grupo testigo), (15°C , 18°C y 20°C). La regulación de la temperatura del agua de bebida influye considerablemente en el peso a la canal.

Según la comparación de los rendimientos medios en peso a la canal de los pollos parrilleros de la línea Cobb-500 que se muestra en el cuadro 4 que muestra que los resultados obtenidos son parecidos a la comparación anterior, teniendo un mejor peso a la canal el tratamiento T3 (18°C) obteniéndose un peso 3415.47 g siendo significativamente diferente del tratamiento T1 (-5°C) el cual presentó un bajo peso a la canal de 2950.33 g.

Esta grande diferencia significativas de peso a la canal se dio por la regulación de temperatura del agua de bebida previene la presentación de enfermedades respiratorias permitiendo un buen desarrollo de los pollos parrilleros línea Cobb-500.

Cuadro 5. Relación Beneficio/Costo (B/C)

Detalle	T1	T2	T3	T4
1 Ingreso	31900	36300	37620	37290
2 Egreso	25520	28557	29401	29100
Beneficio Neto 1-2	6380	7743	8219	8190
B/C 1/2	1.25	1.27	1.29	1.28

Fuente: (Elaboración propia)

En el cuadro 5, muestra en primer lugar que los pollos parrilleros con un consumo de agua de bebida a temperatura de 18°C T4 presenta el mejor B/C de 1.29 Bs, es decir que por cada boliviano invertido hay un margen de ganancia de 0.29 Bs.

Lo que nos indica que los pollos responden favorablemente a la regulación de temperatura de agua de bebida en esta temperatura, y seguidamente en segundo lugar el tratamiento 4 con un B/C de 1.28, siendo similar al tratamiento T3 ya que la diferencia es mínima El tratamiento T1 fue uno de los más bajos, seguido del tratamiento T2.

Se pudo llegar a la determinación de que todos los tratamientos mostraron ganancias casi similares a excepción del tratamiento 1, debido que presentó un alto porcentaje de mortalidad aumentó los costos debido a que esa mortalidad no representó ingresos más bien gastos por todo el tiempo que consumió alimento.

4. DISCUSIONES

Según Saavedra (2012), la influencia del consumo de agua de bebida a temperatura bajas no influye en la presentación de enfermedades, si es muy importante la calidad de agua libre de patógenos, haciendo atribución a un cambio en la forma de crianza en la actualidad donde existe una mayor superficie y muy difícil de limpieza y desinfección de las tuberías para llevar agua, haciendo esto mayor la contaminación de agentes infecciosos y aumentando la presentación de enfermedades.

5. CONCLUSIONES

- La regulación de la temperatura del agua de bebida en 18°C en los pollos parrilleros de la línea Cobb 500, presentó mejores resultados en la mortalidad en la ganancia de peso, peso

a la canal y ganancias en la producción.

- El efecto de la regulación de la temperatura del agua de bebida en la etapa de crecimiento mostro diferencias en relación al tratamiento testigo sin regular la temperatura del agua de bebida.
- Regulando la temperatura del agua de bebida en la etapa de acabado mostro diferencias significativas en los resultados, ya que los datos obtenidos fueron muy satisfactorios con la regulación de 18 °C ya que se llegaron a obtener mayores pesos con respecto a los demás tratamientos.
- En el peso a la canal de los pollos en sus diferentes se encontró que el tratamiento con 18°C temperatura del agua de consumo, se lograron mejores pesos a la canal ya que el peso a la canal fueron resultados similares al peso de acabado.
- Durante todo el ciclo de producción de crianza de los pollos parrilleros, en la regulación de temperatura con 18°C se obtuvo la mejor ganancia ya que se logró un B/C de 1.29 Bs. Es decir que se ganó 0.29 Bs por cada boliviano invertido, y teniendo también la menor ganancia con el tratamiento con - 5°C donde la ganancia disminuyo notoriamente.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALLTECH.COM 2021. Equipos para la avicultura. México DF.
- AVINEWS. 2022. Funciones del agua en la avicultura comercial. Revista latinoamericana. México DF
- CAERO. M. 2013. Reporte epidemiológico de aves. CEINPA Cochabamba - Bolivia.
- ICOCHEA. E. 2015. Enfermedades respiratorias. Universidad Mayor de San Marcos. Lima Perú.
- ELSITIOAVICOLA. 2018. Factores predisponentes de enfermedades respiratorias. Buenos Aires Argentina.
- MANUALCOBB. 2012. Manejo de pollos parrilleros línea Cobb-500. Sao Paulo Brasil.
- NILIPOUR. A. 2010. Conceptos de la cría del pollo agua. El sitio avícola. México DF.
- SAAVEDRA. E. 2012. Buenas prácticas de manejo de aves parrilleros. Imba Cochabamba - Bolivia.
- PAEZ. D. 2005. Terapéutica avícola. México DF. Libro cortesía Fordodge.
- WWW.AVICULTURA.MX. 2022. Enfermedades respiratorias. Hoja Web. México DF.

Efecto de la castración química sobre el comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus* L.) en la comunidad de Curva Pucara

Effect of chemical castration on the productive behavior of guinea pig (*Cavia porcellus* L.) in the community of Curva Pucara

Machicado Gomez Richard Max¹, Limachi Ajpi Luis Alberto² y Virginia Quispe Mamani³

¹Docente de la Asignatura Producción de Cuyes y Conejos, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Docente de la Asignatura Metodología de la Investigación, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

³Estudiante, carrera de Nutrición y Dietética. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: machicado.gomez.richard@gmail.com

RESUMEN

El cuy en Bolivia se localiza principalmente en los departamentos de: Cochabamba, La Paz y Oruro donde su crianza es una actividad completamente importante en la economía del campesino. La castración es una actividad desarrollada desde hace varias décadas en diferentes especies, los primeros trabajos de castración en cuyes se realizaron con un compuesto químico denominado Dietilestilbestrol. La presente investigación se realizó en la comunidad de Curva Pucara, Segunda Sección Municipal de Laja, del Departamento de La Paz. Con el objetivo de probar la influencia de la castración química de cuyes con dos insumos diferentes: alcohol yodado (T2) y ácido láctico (T3) frente a un testigo (T1), sobre las variables productivas durante la etapa de crecimiento y engorde. Se utilizaron 30 cuyes destetados de la línea Tamborada, los cuales fueron distribuidos en grupos de 10 animales, la técnica de la castración se realizó por inyección vía intratesticular a una edad de 28 días, donde se evaluó la ganancia de peso vivo total, ganancia media diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión alimenticia, durante 63 días, empleándose un diseño completamente al azar. Las variables cuantitativas fueron analizadas con el ANVA. No se encontraron diferencias significativas para la ganancia de peso vivo total ($p=0.2733$), ganancia media diaria ($p=0.2742$), consumo de alimento ($p=0.7150$), conversión alimenticia ($p=0.1859$) y rendimiento canal ($p=0.6080$). Concluyendo que la castración química no tiene efecto sobre las variables productivas.

Palabras clave: Cuyes, castración química, comportamiento productivas.

ABSTRACT

The guinea pig in Bolivia is located mainly in the departments of: Cochabamba, La Paz and Oruro where its raising is a completely important activity in the peasant economy. Castration is an activity developed for several decades in different species, the first castration work in guinea pigs was carried out with a chemical compound called Diethylstilbestrol. This research was carried out in the community of Curva Pucara, Second Municipal Section of Laja, in the Department of La Paz. In order to test the influence of chemical castration of guinea pigs with two different inputs: iodinated alcohol (T2) and lactic acid (T3) against a control (T1), on the productive variables during the growth and fattening stage. 30 weaned guinea pigs of the Tamborada line were used, which were distributed in groups of 10 animals, the castration technique was carried out by injection via intratesticular at an age of 28 days, where the total live weight gain was evaluated, mean gain daily weight, daily feed intake, feed conversion, for 63 days, using a completely randomized design. The quantitative variables were analyzed with the ANOVA. No significant differences were found for total live weight gain ($p=0.2733$), mean daily gain ($p=0.2742$), feed consumption ($p=0.7150$), feed conversion ($p=0.1859$) and channel yield ($p=0.6080$). Concluding that chemical castration has no effect on the productive variables.

Keywords: Guinea pigs, chemical castration, productive behavior.

1. INTRODUCCIÓN

El cuy es un roedor originario de los Andes Sud Americanos, donde su crianza es milenaria desde nuestros ancestros, con la finalidad principal de aprovechar su carne (Montes, 2012).

Las ventajas en la crianza de cuyes incluyen su calidad de especie herbívora, su ciclo reproductivo corto, la facilidad de adaptación a diferentes ecosistemas y su alimentación versátil que utiliza insumos no competitivos con la alimentación de otros animales (FAO, 1997).

En Bolivia la crianza de cuyes bajo criterios tecnificados, tiene un proceso aproximado de 24 años, la crianza se localiza principalmente en las regiones del Valle, Altiplano y Trópico de los departamentos de: Cochabamba, Sucre, Tarija, La Paz, Oruro y Potosí en los

cuales es una actividad completamente importante en la economía y estrategia de producción del campesino. Así mismo el cuy está ligado directamente a la dieta alimenticia de los sectores de menores ingresos del país. (Rico y Rivas, 2011).

Medina citado por Chapoñan (2015), indica que, la castración es una actividad desarrollada desde hace varias décadas en diferentes especies domésticas de animales, al respecto menciona que los primeros trabajos de castración en cuyes se realizaron con un compuesto químico denominado Dietilestilbestrol, el cual tiene como función principal bloquear la secreción de la hormona FSH y por consiguiente el desarrollo testicular y de la espermatogénesis, en los cuales se obtuvieron resultados similares a los registrados con la castración quirúrgica.

El cuy es un animal precoz en cuanto a sus manifestaciones sexuales por lo que cuando los machos llegan a la pubertad presentan alta agresividad, ocasionando peleas entre ellos y por ende produciendo lesiones en la piel, mismas que pueden ser vías de infecciones fúngicas y bacterianas, a su vez este tipo de agresiones pueden provocar bajas en la ganancia de peso en los cuyes agredidos. Los animales que presentan este tipo de lesiones disminuyen la calidad de la canal y tienen mala presentación, los cuales en casos extremos de presencia de heridas son rechazados en los mercados tradicionales y así perjudicando la rentabilidad del productor.

Es por ello que el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la castración química con alcohol yodado y ácido láctico sobre el comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus* L.).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se ha realizado en la comunidad de Curva Pucara de la Segunda Sección Municipal de Laja Provincia los Andes del Departamento de La Paz. Geodésicamente se encuentra ubicado entre los meridianos 16°25' y 16°47' de Latitud Sur y entre los paralelos 68°10' y 68°37'. A una altura de 3800 metros sobre el nivel del mar (PDM Gobierno Autónomo Municipal de Laja, 2011).

Infraestructura. El estudio se realizó en un ambiente de adobe de 20 m², el cual contaba con dos ventanas de ventilación una a cada lado de 0.30 x 0.50 m (ancho x largo) y dos calaminas plásticas las cuales dejaban ingresar la luz de sol durante el día, donde se instalaron 3 pozas de recría para los cuyes. Las pozas tuvieron un área de 1.70 x 1.00 x 0.50 m

(largo x ancho x alto), fueron construidas con madera utilizada como soportes, malla milimétrica galvanizada y pernos de 2.5" y de 2.

Adquisición de los insumos alimenticios. Se garantizó el suministro de alimento para cuyes con la compra de todos los insumos alimenticios antes de la llegada de los animales, tanto para el balanceado el cual estuvo comprendido por harina de maíz, afrechillo de trigo y torta de soya los cuales fueron comprados de la ciudad de El Alto y llevados hasta el lugar de experimento, así también se alquiló ½ hectárea de alfalfa verde destinado para el consumo diario de todos los tratamientos.

Elaboración del concentrado para los cuyes. Para el desarrollo de la investigación se elaboró una dieta mixta a base de forraje fresco de alfalfa y concentrado (harina de maíz, torta de soya, afrecho de trigo) en base a los requerimientos nutricionales del cuy, principalmente se tomó el dato de requerimiento en proteína cruda, se realizó una única elaboración de balanceado para los tres tratamientos en la fase de recría el cual tuvo un 16 por ciento de proteína

Cuadro 1. Insumos para concentrado

ALIMENTO	Kg	PC %	Ca %	P %
Torta de soya	5,00	2,30	0,00	0,10
Harina de maíz	35,00	3,50	0,00	0,00
Afrechillo de trigo	60,00	10,20	0,13	0,24
TOTAL	100	16,00	2,33	1,54

Fuente: Elaboración propia.

Compra de semovientes. Debido al requerimiento principal del modelo de investigación utilizado el cual es la homogeneidad de cada unidad

experimental y de los tratamientos, se adquirieron el 02 de enero de 2017, la cantidad de 30 cuyes machos, de la línea Tamborada del tipo 1 (pelo lacio, pegado al cuerpo y de aptitud cárnica), color rojo alazán, destetados (16 días de edad), comprados en el departamento de Cochabamba de la Universidad Mayor de San Simón (MEJOCUY).

Fase experimental. Una vez ya ingresada a la fase de experimentación se realizó el control y seguimiento de todos los tratamientos el cual tuvo una duración de 63 días tiempo de engorde hasta el momento del faeneo como lo establece (Montes, 2012).

Castración química con alcohol yodado. Una vez culminadas la etapa de acostumbramiento se procedió a realizar la castración mediante el tratamiento 2 (castración química con alcohol yodado al 2%) para lo cual se inyectó alcohol yodado puro con la ayuda de una jeringa de tuberculina vía intra-testicular.

Castración química con ácido láctico. El ácido láctico es comercializado en algunas farmacias de la ciudad de La Paz es un producto puro y fuerte, para su utilización fue diluido con agua destilada donde tuvo la siguiente relación.

Alimentación. Se aplicó un sistema de alimentación mixta, el alimento diariamente ofrecido para cada uno de los tratamientos fue único debido a que este no representa un factor de estudio en el presente trabajo. El alimento fue distribuido en dos horarios, por las mañanas a horas 8:00 am y por las tardes 18:00 pm en una cantidad.

La cantidad diaria ofrecida del concentrado elaborado fue de 500 g diarios por tratamiento, así mismo el

forraje fue ofrecido en cantidades de 2500 g de alfalfa verde por día.

El agua fue suministrada ad libitum (consumo a voluntad), mediante los bebederos asegurando que se encuentre fresca y limpia durante todo el día.

Control de peso de los cuyes. El control de peso de cuyes se realizó individualmente cada semana en gr/cuy, durante todo el tiempo que duró el experimento, utilizando una balanza digital (3 kg).

Faenado de los cuyes. La investigación finalizó con el sacrificio del 70 por ciento de las unidades experimentales de cada tratamiento, para tal efecto se utilizó el método de aturdimiento de golpe en la parte de la nuca, la cual genera una muerte inmediata del cuy, ocurrido la muerte del animal se procedió a realizar el escaldado con agua lo suficientemente caliente para quitar el pelo y obtener un animal completamente limpio, luego se procedió a realizar el eviscerado, el cual consiste en realizar un corte transversal en toda la región del abdomen, de esta manera para poder sacar los órganos internos y así poder obtener solamente la canal, la cual está compuesta por la cabeza, patas, riñones, corazón y el cuerpo sin las vísceras y finalmente para ser pesadas por separado.

Ganancia de peso vivo (GPV). La ganancia de peso vivo, es el peso resultante de un animal en un determinado periodo de tiempo. La ganancia de peso vivo para nuestro caso se tomó desde el momento de la castración hasta antes de faenar a los cuyes, para determinar esta variable se realizó la diferencia entre el peso vivo inicial del peso vivo final.

$$GPV = Pf - Pi$$

Dónde:

GPV = Ganancia de peso vivo

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

Ganancia media diaria (GMD). La ganancia media diaria es el promedio de incremento en peso diario dentro de un tiempo determinado, esta variable estuvo cuantificada de manera paralela con el control de peso vivo diario. Para poder llegar esta variable se procedió primeramente a obtener la ganancia de peso vivo total sobre el número de días en el cual duro el experimento.

$$GMD = \frac{Pf - Pi}{t}$$

Dónde:

GMD = Ganancia media diaria (g)

Pf = Peso final

Pi = Peso inicial

t = Tiempo de duración del experimento

Consumo diario de alimento (materia seca). Se refiere al total de materia seca consumida por los cuyes por el lapso de un día, el seguimiento de esta variable determinada "materia seca" fue suministrada en forma de forraje verde de alfalfa y concentrado, en la cual el cálculo de esta variable tuvo la siguiente relación: restar la cantidad de alimento rechazado de la cantidad de alimento ofrecido a los cuyes (g).

CMSD = Alimento ofrecido - Alimento rechazado

Dónde:

CMSD = Consumo de materia seca diario (g)

Conversión alimenticia (CA). La conversión alimenticia es el primer y más importante parámetro de evaluación de cualquier tratamiento experimental en la producción de cuyes, ya que con esto se define con claridad las cantidades de alimento necesario para obtener una unidad de peso vivo. La conversión alimenticia en cuanto más cerca sea a uno más eficiente es. Esta variable fue determinada en base al consumo de alimento y ganancia de peso vivo por cada unidad animal

$$CA = \frac{CMSD (g)}{GMD (g)}$$

Dónde:

CA = Conversión alimenticia

CMSD = Consumo de materia seca diaria

GPV = Ganancia de peso vivo

Rendimiento a la canal (RC). El sacrificio fue donde concluyo el tiempo de tratamiento de cuyes castrados y sin castrar. El rendimiento a la canal es el peso resultante final faenado del cuy sin contar las vísceras y los pelos de los cuyes para obtener esta variable se procedió a utilizar la siguiente formula:

$$RC = \frac{\text{Peso canal (g)}}{\text{Peso vivo final (g)}} * 100$$

Dónde:

RC = Rendimiento a la canal

Porcentaje de mortalidad (%M). La mortalidad es un fenómeno natural que si no es cuidado apropiadamente podría ir en aumento y podría culminar con toda la población de cuyes. En el estudio se calculó el porcentaje de mortalidad por tratamiento, el proceso de mortalidad se calculó con la siguiente formula:

$$\%M = \frac{\text{Numero de cuyes muertos}}{\text{Poblacion total}} * 100$$

Dónde:

%M = Porcentaje de mortalidad

Análisis estadístico. Así mismos estos análisis se realizaron con el paquete estadístico S.A.S. versión 9.2 para Windows 7 (2009). Para el análisis de la variable cualitativa se utilizó el Test ji-cuadrado a un nivel de significancia del 5 por ciento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Mediante la utilización de agentes esclerosantes en la castración química de cuyes machos de la Línea Tamborada se obtuvieron los siguientes resultados los cuales se detallan a continuación:

Ganancia de peso vivo total. La ganancia de peso vivo, es el peso resultante de un animal en un determinado periodo de tiempo, para nuestro caso el tiempo de evaluación del peso vivo fue de 63 días.

El coeficiente de variación fue de 16.74 por ciento para el incremento de peso vivo total de cuyes machos castrados químicamente con dos diferentes tipos de agentes esclerosantes, donde se muestra la confiabilidad de los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación.

El análisis de varianza de ganancia de peso vivo total al culminar la investigación, a los 63 días, evidenció que no existe diferencia significativa ($P \geq 0.05$) estadísticamente entre diferentes agentes esclerosantes utilizados en la castración química de cuyes machos frente a animales enteros.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación coinciden con los encontrados por (Shiroma, 2004) quien realizó una investigación en INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria Perú) donde utilizó 24 cuyes machos los cuales los agrupó en 2 grupos de: 12 enteros (T_1) y castrados con alcohol yodado al 0.5 por ciento (T_2) donde el análisis estadístico no encontró diferencias significativas a pesar que el grupo de castrados incremento más de peso llegando a superar al lote de no castrados por 57 g en 8 semanas de tratamiento.

Ganancia media diaria. La ganancia media diaria es el promedio de incremento en peso diario dentro de un tiempo determinado, esta variable estuvo cuantificada de manera paralela con el control de peso vivo diario.

El coeficiente de variación es de 16.75 por ciento, que indica el grado de dispersión de los datos respecto a la media. Además representa la confiabilidad de los datos, mostrando que el manejo de las unidades experimentales fue excelente.

En el análisis de varianza del promedio de incremento de peso diario, muestra que no se obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre ninguno de los tres tratamientos, donde el T_1 tuvo una ganancia media diaria de 10.3 g/día el T_2 11.3 g/día y el T_3 10.04 g/día, con estos resultados se acepta la hipótesis nula ya

que las medias no son significativas, lo que indica que los cuyes machos de todos los tratamientos mostraron una igualdad en cuanto a la respuesta por efecto de la castración e igualmente los no castrados. Este tipo de respuestas es normal cuando no existe ninguna restricción de alimento para cuyes machos.

Rico y Rivas (2011) indican que, la ganancia media diaria para cuyes de la línea Tamborada está entre los 8.4 g/día esto debido a que en el presente trabajo de investigación se utilizó una alimentación mixta, la cual resulta ser el mejor sistema de suministro de alimento con un de 20 por ciento de proteína y un buen manejo, también debido a que las mismas mencionan que los cuyes llegan a tener un mejor desarrollo en el altiplano.

Así mismo los resultados obtenidos coinciden particularmente con los encontrados por Shiroma (2004), donde menciona que no encontraron diferencias significativas para el incremento promedio de peso vivo diario entre cuyes castrados químicamente con 13 g/día, frente a los animales enteros 12.9 g/día sin embargo son superiores al promedio encontrado en el presente trabajo en ambos casos, esto posiblemente a que Shiroma utilizó cuyes de la raza Perú los cuales tienden a tener mejores índices zootécnicos y son superiores a todas las demás líneas.

Consumo diario de alimento. En el análisis de varianza del consumo diario de alimento MS, muestra que no se obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre cuyes machos castrados químicamente con ácido láctico (T_3), alcohol yodado (T_2) y no castrados (T_1), con estos resultados se acepta la hipótesis nula ya que las medias no

son significativas, lo que indica que los cuyes machos de todos los tratamientos mostraron una igualdad en cuanto a la respuesta por efecto de la castración e igualmente los no castrados.

El coeficiente de variación es de 19.82 por ciento, que indica el grado de dispersión de los datos respecto a la media. Además representa la confiabilidad de los datos, mostrando que el manejo de las unidades experimentales fue bueno.

Al respecto Apraez (2010), realizó una investigación en la cual efectuó la técnica de castración quirúrgica, frente a animales enteros y hembras donde no encontró diferencias significativas para el consumo diario de alimento (MS) donde las medias no mostraron diferencias para los tres tratamientos; castrados quirúrgicamente 57 g MS/día; machos enteros 56 g MS/día y 55 g MS/día de alimento consumido para las hembras, si bien no existieron diferencias los consumos promedios de alimento son menores en comparación con los del trabajo actual, esto se debería al lugar de experimentación ya que lo realizó en la, Habana Cuba donde se registra un clima cálido y los mamíferos tienden a un consumo menor de alimento debido a que no realizan un gasto excesivo de energía en la generación de calor corporal.

Los promedios encontrados coinciden con los resultados obtenidos por Pilumanga (2008), quien realizó el efecto de las fases lunares en cuanto a la castración quirúrgica y por aplastamiento donde encontró el promedio de consumo semanal donde su lote testigo (sin castrar) fueron los que llegaron a consumir una mayor cantidad de alimento con 13 kg en consumo promedio, en segundo lugar los del tratamiento 2 por aplastamiento con 12 kg de alimento ingerido y los

que consumieron menor cantidad fueron los del tratamiento 1 animales castrados quirúrgicamente con un promedio de 10.4 kg de alimento consumido, esta diferencia se debe debido a que el tratamiento testigo no fue castrado y no sufrió ninguna alteración física, frente a los demás tratamientos que causo traumas debido a la técnica utilizada.

Conversión alimenticia. El ANVA para conversión alimenticia a una ($P \geq 0.05$), no encontró diferencias significativas al efecto de la castración química con agentes esclerosantes, se obtuvo un coeficiente de variación de 20.04 por ciento para el índice de conversión alimenticia, el cual establece el grado de dispersión de las observaciones respecto de la media, considerando que los datos son confiables.

48

Sin embargo, no se debe dejar de lado que a pesar de que no existieron diferencias estadísticamente significativas, el mejor índice de conversión alimenticia lo obtuvieron los cuyes castrados con alcohol yodado (T_2) con 6.59 g para transformarlo en 1 g de peso vivo; seguido de los castrados con ácido láctico (T_3) con 7.22 g; y por último los que no fueron castrados (T_1) con 7.85 g que son necesarios para que puedan volverlos en 1 g de peso vivo.

Los resultados obtenidos para esta variable son similares a los reportados por Shiroma (2004), quien no obtuvo diferencias significativas para sus dos tratamientos (T_1) testigo y (T_2) castrados, pero cabe mencionar que si bien no encontró diferencia estadística la mejor conversión lo obtuvo el lote de animales castrados con 3.72 respecto al testigo, sin embargo son mejores a los del presente trabajo, esto debido a que en su ensayo utilizó cuyes de la raza

Perú los cuales tienen mejores índices zootécnicos.

Pilumanga (2008), realizó la castración bajo tres métodos: quirúrgico, por aplastamiento y enteros, donde encontró que los animales que poseían una mejor conversión alimenticia fueron los animales castrados por aplastamiento con 6.40 seguida por el tratamiento quirúrgico 6.52 y por último los enteros con 6.88 esto debido a que los animales castrados suelen gastar menor cantidad de energía los cuales son gastados por los no castrados en peleas.

Rendimiento canal. Se muestran los promedios de rendimiento de la canal de cuyes castrados químicamente con alcohol yodado (T_2), ácido láctico (T_3) y sin castrar (T_1), donde los cuyes castrados químicamente con la solución de ácido láctico obtuvieron una media de rendimiento a la canal de 68.8 por ciento respecto a su peso vivo final, los animales castrados químicamente con alcohol yodado obtuvieron un promedio de 68.7 de rendimiento a la canal, mientras que los animales enteros, sin castrar llegaron a alcanzar una media de 67.9 de rendimiento a la canal respecto a su peso vivo.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

El efecto de la castración química en ambos tratamientos T_2 alcohol yodado y T_3 ácido láctico, no mostraron diferencias estadísticamente significativas superiores ni inferiores frente al tratamiento testigo T_1 animales sin castrar en cuanto se refiere a los índices productivos de: consumo diario

48

de alimento, incremento de peso vivo total, incremento diario de peso vivo, conversión alimenticia y rendimiento a la canal; por lo cual se llega a la conclusión que la castración química no repercute positiva ni negativamente en ninguno de estos aspectos.

La castración química para ambos tratamientos: alcohol yodado T₂ y ácido láctico T₃ no generaron ningún efecto post traumático ni estresante a diferencia de otras técnicas reportadas por diferentes autores, con el cual podemos indicar que esta técnica es segura la cual se refleja en un índice de mortalidad bajo 6.6%.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Ataucusi Quispe, S. 2015. Manejo Técnico de la Crianza de Cuyes en la Sierra del Perú. 1ed. Arequipa, Perú, Programa Para Buenaventura. 41 p.
- Buxade, C. 1995. Zootecnia Bases de la Producción Animal: Alimentos y Racionamiento. Barcelona, España, Ediciones Mundi-Prensa.
- Castro, H. 2002. Sistemas de Crianza de Cuyes a Nivel Familiar-Comercial en el Sector Rural. Utha, USA, s.e.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México). La Formulación de Recomendaciones a Partir de Datos Agronómicos: Un Manual Metodológico de Evaluación Económica. Ed. rev, México D.F., México.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación para América Latina y el Caribe, Chile). 1987. Manual de Auto-instrucción en Producción Casera de Conejos. Santiago, Chile.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación para América Latina y el Caribe, Chile). 1991. Manual de Auto instrucción Crianza familiar de Cuyes. 1 ed. Santiago, Chile.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Italia). 1997. Producción de Cuyes (*Cavia porcellus*). Perú, s.e.
- Gutiérrez Gonzales, ED. 2014. Cría y Producción de Cuyes: Desarrollo de Capacidades en la Crianza de Cuyes en el Centro Experimental de Cota Cota y la Asociación de Mujeres del Municipio de Pucarani. 1 ed. La Paz, Bolivia, Preview Gragica.
- Huarachi, D. 2003. Cría del Cuy: Fundamentos de producción. Mamani, C (ed.); Villalobos, E (coord.). La Paz, Bolivia.
- INE (Instituto Nacional de Estadística). 2015. Censo Agropecuario 2013, Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz, Bolivia.
- Montes Andia, T. 2012. "Asistencia Técnica Dirigida en Crianza Tecnificada de Cuyes". Cajabamba, Perú. s.e.
- Oteiza Fernández, J; Carmona Medero, J. 1993. Diccionario de Zootecnia. 3 ed. México, Editorial Trillas. p. 76, 79, 102, 187, 218.
- Plaza Labrada, J. 1988. Alimentos Zootécnicos: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Tarija, Bolivia, Imprenta Universitaria.

Rico Numbela, E; Rivas Valencia. 2004. Manejo Integrado de Cuyes. 2 ed. Cochabamba, Bolivia, Impresiones Poligraf.

Rico Numbela, E; Rivas Valencia. 2011. Manejo Integrado de Cuyes. 4 ed. Cochabamba, Bolivia, Grupo grafico industrial ABBA. 95 p.

Sánchez Robles, CA. 2010. Cuyes y cambios micro climáticos: adaptar su crianza a las condiciones del clima. Perú.

Tesis de grado

Arellano Arriaga, A. 2013. "Evaluación del proceso de obtención y separación de ácido láctico a partir de la fermentación de suero lácteo mediante tecnología de membrana". Tesis Lic. Querétaro, México, Universidad Autónoma de Querétaro. 109 p.

Aucapiña Cuenca, CD; Marín Peñaranda, AD. 2016. "Efecto de la extirpación de las espículas del glande del cuy como técnica de esterilización reproductiva y su influencia en agresividad y ganancia de peso". Tesis Lic. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias Pecuarias. 69 p.

Avalos Sánchez, C. 2010. "Utilización de la caña de azúcar fresca y picada (20, 60,40 y 80%) más alfalfa en crecimiento y engorde de Cuyes". Tesis de Grado. Riobamba, Ecuador, Escuela Politécnica Superior de Chimborazo. 71 p.

Barrera, L. 2013. "Evaluación de la ganancia de peso en lechones destetados utilizando Inmuno-

Castración frente a la castración quirúrgica". Tesis Lic. Cuenca, Ecuador, Universidad Salesiana Politécnica Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia. 73 p.

Chapoñan Carrasco, K. 2015. Efecto de la castración quirúrgica y química sobre el comportamiento productivo del cuy (*Cavia porcellus*). Tesis Lic. Lambayeque, Perú, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. 83 p.

Crespo García, N. 2012. La carne de cuy: nuevas propuestas para su uso. Trabajo Dirigido. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca Facultad de Ciencias de la Hospitalidad. 74 p.

Cuisara Sarsuri, ME. 2010. Efecto de la aplicación complejos de electrolitos en la alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en el Altiplano Central. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 76 p.

Laure Callisaya, ML. 2003. Efecto de la suplementación con harina de lombriz (*Eisenia foetida*) y harina de sangre en cuyes (*Cavia porcellus*) mejorados en crecimiento. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 85 p.

Loor Cedeño, AI. 2015. Caracterización morfológica del espermatozoide del cobayo (*Cavia porcellus*). Tesis Lic. Latacunga, Ecuador, Universidad Técnica de Cotopaxi Carrera de Medicina Veterinaria. 69 p.

López Cruz, WF. 2014. Inmuno castración de cuyes (*Cavia porcellus*) a diferentes dosis y edades en la parroquia, Cristóbal Colon, Cantón Montufar, Provincia

del Carchi. Tesis de Grado. Tulcán, Ecuador, Universidad Politécnica Estatal del Carchi. 65 p.

Macusaya Machaca, JJ. 2006. Evaluación de tres niveles de subproducto de carne en alimentación de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en etapas de gestación y lactancia. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 73 p.

Martínez Tusco, LF. 2016. Efecto de la aplicación de diferentes niveles de vitamina C sintética (ascorbil), en cuyes mejorados para la etapa de gestación y lactancia en la EE. de Patacamaya. Tesis de Grado. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 92 p.

Mendieta Mute, JC. 2013. Crianza y engorda de cerdos (*Sus scrofa domestica*) bajo dos técnicas de castración. Tesis de Grado. Quevedo, Ecuador, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 64 p.

Moran Urrutia, JI. 2012. Diseño, construcción y validación de un destilador solar para uso en los laboratorios de la planta piloto de la escuela de ingeniería química. Tesis Lic. San Salvador, El Salvador, Universidad de el Salvador. 179 p.

Núñez Mendoza, AM. 2007. Evaluación de la harina de Gualuza (*Xanthosoma sagittifolium* sp.) en la alimentación de Cuyes mejorados. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 111 p.

Pallavicini, HD; Osejo, DF; Reyes, FM. 2014. Validación del método

volumétrico para la determinación del contenido del yodo en tintura de yodo al 2% del laboratorio Mauricio Díaz Müller. Monografía de Grado. León, Nicaragua, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-León. 75 p.

Paredes Arias, DG. 2015. Evaluación de tres niveles de bagazo de soya como suplemento alimenticio en la ración de cuyes mejorados de la línea Inka en la ciudad de La Paz. Tesis de grado. La Paz, Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés. 85 p.

Pilumanga Gualan, M. 2008. Influencia de la luna en la castración de cuyes machos, partiendo de la cultura andina, en la comunidad indígena San Guisel Alto. Tesis Lic. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 95 p.

Rosales Saquillo, CA. 2012. Análisis productivo y económico de la crianza de cuyes en distintas instalaciones: piso y jaula. Tesis de Grado. Loja, Ecuador, Universidad Nacional de Loja. 73 p.

Shiroma, PL. 2004. Efecto de la castración química con alcohol yodado sobre el crecimiento y rendimiento a la canal de cuyes (*Cavia porcellus*). Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Alas Peruanas Facultad de Ciencias Agropecuarias. 49 p.

Tapia Pesantes, DA; Tello Larriva, DJ. 2016. Evaluación cuali-cuantitativa de espermatozoides de la cola del epidídimo de cuyes (*Cavia porcellus*) criollos y mejorados en dos edades reproductivas. Tesis Lic. Cuenca, Ecuador, Universidad de Cuenca. 119 p.

Tataje Arancibia, TB. 2014. Evaluación en campo de la castración química en perros usando gluconato de zinc. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 72 p.

Internet

- Apriéz Guerrero, JE; Fernández Pármio, L; Alejandro Hernández González, A. 2010. Efecto del sexo y de la castración en el comportamiento productivo y calidad de la canal en cuyes (en línea). La Habana, Cuba, 25 p. Consultado 22 Jun. 2017. Disponible en <http://vip.ucaldas.edu.co/vetzootec/downloads/v5n1a02.pdf>
- Barrera Zúñiga, S; Sánchez Pascual, X; Orozco, T. 2013. Parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) del nacimiento al sacrificio (en línea). Nayarit, México, 43 p. Consultado 22 Jun. 2017. Disponible en <http://www.medigraphic.com/pdfs/abanico/av-2013/av131e.pdf>
- Bentosela, M; Justel, M; Ruetti, E. 2004. Testosterona, emoción y cognición: estudios en animales castrados (en línea). Buenos Aires, Argentina, 207 p. Consultado 22 Jun. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18018446001>
- Espinel, A; Cadena, ME; Niño, A; Pineda, M; Motivar, A. 1985. Castración de bovinos: capacitación campesina (en línea). Bogotá, Colombia, Consultado 22 Jun. 2017. Disponible en http://repositorio.sena.edu.co/11404/486/12/vol6-castracion_bovinos_op.pdf
- García, J. 2016. Testosterona y liderazgo (en línea). Argentina, 343 p. 43 p. Consultado 22 Jun. 2017. Disponible en <http://slidedoc.es/testosterona-y-liderazgo-pdf>
- Gutiérrez, L; Salvo, N. 2011. Evaluación del ácido láctico al 88% como protocolo de castración química en perros (en línea). Chillan, Chile, Consultado 18 Oct. 2017. Disponible en <http://www.rhv.cl/index.php?>

**ÁREA DE
EVALUACIÓN
Y UTILIZACIÓN
DE RECURSOS
ZOOGENÉTICOS**

Medidas zoométricas para estimar el peso vivo en llamas machos en Santiago de Machaca, Bolivia

Zoometric measurements to estimate the live weight of male llamas in Santiago de Machaca, Bolivia

Merlo Maydana Flavio Eudaldo¹ y Flores Lopes Francisco²

¹Docente, carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Pública de El Alto.

²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: merlomaydana@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la relación entre el peso vivo con la altura a la cruz (AC), profundidad de la costilla (PC), largo de cuerpo en diagonal (LCD), largo de cuerpo (LC), longitud ilio-isquiática (Lli), profundidad de la anca (PAN), altura al anca (AAn), amplitud del isquion (Amls), amplitud del ilion (AmI), amplitud del abdomen (AAb), perímetro torácico (PeTo), perímetro abdominal (PeAb), y longitud del cuello (Lcu) en llamas machos criados en el municipio de Santiago de Machaca, Provincia José Manuel Pando, departamento de La Paz. Se trabajó con 50 animales. La relación entre los parámetros medidos se estimó mediante modelos de regresión. En el presente estudio, el modelo lineal fue la que presentó el mejor ajuste. Se generó ecuaciones de ajuste para las trece variables indicadas. Considerando las modelaciones de los ajustes y predicciones de peso vivo, se concluye que la variable perímetro torácico R (0.93) y R^2 (0.88), permite predecir con mayor precisión el peso vivo y la peor fue la profundidad de la anca R (0.64) y R^2 (0.41), en llamas machos, alimentadas bajo condiciones de pastoreo en Santiago de Machaca.

Palabras clave: Modelos de regresión; Crecimiento; Camélidos; *Lama glama*.

ABSTRACT

The objective of the present research work was to evaluate the relationship between live weight with height at the withers (AC), rib depth (PC), diagonal body length (LCD), body length (LC), ilio-ischiatic length (Lli), haunch depth (PAN), haunch height (AAn), ischium width (Amls), ilium width (AmI), abdomen width (AAb), thoracic perimeter (PeTo), perimeter abdominal (PeAb), and neck length (Lcu) in male llamas raised in the municipality of Santiago de Machaca, José Manuel Pando Province,

department of La Paz. We worked with 50 animals. The relationship between the measured parameters was estimated using regression models. In the present study, the linear model was the one that presented the best fit. Fitting equations were generated for the thirteen variables indicated. Considering the modeling of the live weight adjustments and predictions, it is concluded that the thoracic perimeter variable R (0.93) and R^2 (0.88) allows the live weight to be predicted with greater precision and the worst was the depth of the rump R (0.64) and R^2 (0.41), in male llamas, fed under grazing conditions in Santiago de Machaca.

Keywords: Regression models; Increase; Camelids; *Lama glama*.

1. INTRODUCCIÓN

La determinación del crecimiento de las llamas machos es una actividad importante para el logro del peso meta y/o final, ya sea en animales para reemplazo es decir al primer servicio y/o para la venta de los animales en el mercado. Se ha establecido que la determinación del peso vivo (PV) es uno de los métodos más precisos para determinar el crecimiento (Wood *et al.*, 2015; Dingwell *et al.*, 2006) y generalmente se determina con la ayuda de básculas, sin embargo, no en todas las comunidades y/o unidades de producción cuenta con estas (Dingwell *et al.*, 2006; Wood *et al.*, 2015; Lukuyu *et al.*, 2016). El peso corporal es un importante rasgo considerado para la proyección económica y para la toma de decisiones de manejo y alimentación de los animales, rara vez se mide por los pequeños productores de llamas debido a la falta de básculas. Aunque es el método más exacto, es menos preferido por los productores por lo costoso de su implementación y estresante para los animales. Por lo tanto, es importante desarrollar otros métodos prácticos que son de bajo costo y fácil para los pequeños ganaderos para el control de peso vivo de los animales. Es por ello que se han desarrollado métodos alternos

para la determinación del PV: entre estos métodos se encuentra el uso de algunas medidas zoométricas (MZ) para estimar el peso vivo de animales. Sin embargo, en llamas no existen muchos estudios que reporten ecuaciones de predicción utilizando MZ. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre el PV y AC, PC, LCD, LC, Lli, PAn, AAn, AmIs, AI, AAb, PeTo, PeAb y Lcu en llamas machos criados en el Municipio de Santiago de Machaca, Provincia José Manuel Pando.

Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en la propiedad del Sr. Eloy Tuco Cano, ubicada a 10 km del Municipio de Santiago de Machaca, Provincia José Manuel Pando, del departamento de La Paz, a 16°50' latitud sur y 69°00' longitud oeste de 3890 a 5129 m.s.n.m.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 50 llamas Q'ara machos con un rango de 45.2 a 162.6 kg de peso vivo, en promedio 81.65 ± 33.76 . Los datos de la altura a la cruz (AC), profundidad de la costilla (PC), largo de cuerpo en diagonal (LCD), largo de

cuerpo (LC), longitud ilio-isquiática (Lli), profundidad de la anca (PAn), altura al anca (AAn), amplitud del isquion (Amls), amplitud del ilion (Aml), amplitud del abdomen (AAb), perímetro torácico (PeTo), perímetro abdominal (PeAb), longitud del cuello (Lcu) y el peso vivo (PV) se registró en 50 llamas con diferente y variados pesos. Las llamas tenían una edad de entre 8 y 26 meses y se mantenían en pastoreo en praderas nativas de pasto chilliwar, tolar (*Festuca dolichophylla*, *Baccharis sp*) y de pasto gramadal (*Stipa ichu*, *Stipa brachiphylla*) y no fueron suplementadas. Para las mediciones se utilizó el instrumento denominado camelímetro (Flores, 2018) de 200 cm (diseñado en

base a centímetros del metro lineal). Las mediciones se expresaron en cm y se realizó de acuerdo a lo descrito por (Bretschneider *et al.*, 2014). Las llamas se pesaron en una báscula fija de plataforma con capacidad de 1500 kg y precisión de 1 kg, y posteriormente las mediciones. Las relaciones entre el PV y las medidas zoométricas fueron estimadas por medio de modelos regresión. Se analizaron el modelo lineal, cuadrática y potencial utilizando los PROC REG, PROC GLM y el PROC NLIN del SAS (SAS Ver. 9.3, 2010) respectivamente. El mejor modelo fue elegido teniendo como criterio el mayor coeficiente de determinación (R^2), y El coeficiente de correlación (R).

3. RESULTADOS

Cuadro 1. Valores mínimos y máximo del peso vivo (kg) de datos de llamas machos

Variables	N	Promedio $\pm$ DE	Máximo	Mínimo
PV (kg)	50	81.65 $\pm$ 33.76	162.60	45.20
AC (cm)	50	94.23 $\pm$ 11.18	116.5	81.00
PC (cm)	50	39.61 $\pm$ 5.19	50.20	33.50
LCD (cm)	50	72.54 $\pm$ 9.59	91.00	54.00
LC (cm)	50	54.26 $\pm$ 7.44	70.00	40.00
Lli (cm)	50	24.72 $\pm$ 4.03	20.00	35.00
PAn (cm)	50	40.47 $\pm$ 4.29	32.70	48.00
AAn (cm)	50	95.68 $\pm$ 10.19	79.00	114.80
Amls (cm)	50	8.44 $\pm$ 1.63	6.50	12.00
Aml (cm)	50	18.45 $\pm$ 5.00	8.40	27.50
AAb (cm)	50	33.47 $\pm$ 5.05	26.00	42.50
PeTo (cm)	50	106.44 $\pm$ 13.84	88.00	134.00
PeAb (cm)	50	112.64 $\pm$ 12.69	99.00	145.00
Lcu (cm)	50	47.44 $\pm$ 5.57	41.00	62.00

AC: altura a la cruz; PC: profundidad de la costilla; LCD: largo de cuerpo en diagonal; LC: largo de cuerpo; Lli: longitud ilio-isquiatica; PAn: profundidad del anca; AAn: altura al anca; Amls: amplitud del isquion;

Aml: amplitud del ilion, AAb: amplitud del abdomen; PeTo: perímetro toraxico; PeAb: perímetro abdominal; Lcu: longitud del cuello; DE: desviación estándar

Cuadro 2. Ecuaciones para la estimación de peso vivo (kg) de llamas machos

Épocas	Ecuación de estimación	R	R ²	P
AC	$y = 0.02333x^2 - 1.85699x + 46.6960$	0.81	0.80	0.0001
PC	$y = 0.17511x^2 - 8.48588x + 138.520$	0.88	0.87	0.000001
LCD	$y = 0.10772x^2 - 12.82980x + 435.962$	0.76	0.74	0.001
LC	$y = 0.17423x^2 - 15.5075x + 400.884$	0.73	0.71	0.0001
Lli	$y = 7.0926x - 94.0371$	0.86	0.74	0.0001
PAn	$y = 4.97708x - 120.120$	0.64	0.41	0.0005
AAn	$y = 2.98134x - 203.974$	0.91	0.83	0.0001
Aml	$y = 19.2305x - 80.9368$	0.84	0.84	0.00001
Al	$y = 5.14581x - 13.6380$	0.77	0.60	0.001
AAb	$y = 5.79615x - 112.7170$	0.88	0.77	0.00001
PeTo	$y = 2.25262x - 158.4760$	0.93	0.88	0.0001
PeAb	$y = 2.42987x - 129.4080$	0.92	0.86	0.001
Lcu	$y = 5.36324x - 173.140$	0.89	0.80	0.0001

AC: altura a la cruz; PC: profundidad de la costilla; LCD: largo de cuerpo en diagonal; LC: largo de cuerpo; Lli: longitud ilio-isquiatica; PAn: profundidad del anca; AAn: altura al anca; Amls: amplitud del isquion; Aml: amplitud del ilion, AAb: amplitud del abdomen; PeTo: perímetro toraxico; PeAb: perímetro abdominal; Lcu: longitud del cuello; Y: Peso vivo; DE: desviación estándar; R: correlación; R²: valor

4. DISCUSIONES

Los valores promedios ($\pm$ DE), mínimos y máximos del PV y las mediciones zoométricas de las llamas se muestran en el Cuadro 1, y las ecuaciones de predicción y/o estimación en Cuadro 2. En la literatura científica se reporta que la AC, PC, LCD, LC, Lli, PAn, AAn, Aml, Al, AAb, PeTo, PeAb, Lcu son altamente correlacionadas con el PV, en especies como bovinos, caprinos (Chay, 2018), en llamas Q'ara (Mamani, 2018).

se ajustó mejor el modelo de regresión lineal (cuadro 2) mostró un rango de R (0.64 a 0.93) y R^2 (0.41 a 0.88) en PAn y PeTo, existe una variación distinta a otras especies cuando se compara con otras variables. Heinrichs *et al.* (1992) encontraron una alta correlación entre el PV y la PAn y PeTo y observaron que la predicción del PV basado en estos se ajustó a un modelo cuadrático en bovinos y ovinos. Sin embargo, en el presente estudio, el modelo lineal fue la que presentó el mejor ajuste (cuadro 2) y la medida zoométrica fue el perímetro torácico (PeTo), lastimosamente no existe información para efectos de comparación en camélidos, no obstante, se ha observado comportamiento de los resultados muy similares a las otras especies en ajuste.

5. CONCLUSIONES

Las medidas del PeTo y PeAb permiten predecir con mejor precisión el PV, que las otras medidas biométricas evaluadas en llamas Q'ara mantenidas bajo condiciones del Altiplano de La Paz, en pastoreo, el error de predicción correspondió al 7% del PV promedio.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bretschneider G., Cuatrin A., Arias D., Vottero D. 2014. Estimation of body weight by an indirect measurement method in developing replacement Holstein heifers raised on pasture. Archivos de Medicina Veterinaria. 46: 439-443.

Chay-Canul A. J., H. Altamirano-Contreras, R. A. García-Herrera, E. R. Salazar-Cuytun, M. A. Fonseca, A. S. Oliveira, 2018. Development and evaluations of predictive equations of body weight for crossbred

Holstein×Zebu cows and heifers in southern Mexico. Rev. Small Ruminants.

Dingwell R.T., Wallace M.M., McLaren C.J., Leslie C.F., Leslie K.E. 2006. An evaluation of two indirect methods of estimating body weight in Holstein calves and heifers. Journal of Dairy Science. 89: 3992-3998.

Heinrichs A. J., Rogers G. W., Cooper J. B. 1992. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. Journal of Dairy Science. 75: 3576-3581.

Lukuyu M.N., Gibson J.P., Savage D.B., Duncan A.J., Mujibi F.D.N., Okeyo A.M. 2016. Use of body linear measurements to estimate liveweight of crossbred dairy cattle in smallholder farms in Kenya. SpringerPlus. 5:63. doi:10.1186/s40064-016-1698-3.

SAS 9.3 Software. 2010. Institute Inc., Cary, North Carolina, USA.

Wood S., Reyher K.K., Barrett D.C. 2015. Comparison of visual assessment and heart girth tape measurement for estimating the weight of cattle in clinical practice. Veterinary Journal. 203: 337-338

Viabilidad espermática del semen bovino (*Bos taurus* L.) conservado en fresco con diferentes dilutores

Sperm viability of bovine semen (*Bos taurus* L.) preserved fresh
with different dilutors

Limachi Mujica Paz Ruben¹, Limachi Condori Fortunato² y Paxi Sillo Marcelo³

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

³Director, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: pazruben01_@hotmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología Reproductiva de la UAC Tiahuanacu, provincia Ingavi del departamento de La Paz, dependiente de la Universidad Católica Boliviana San Pablo, cuyo objetivo fue evaluar la motilidad y vitalidad espermática del semen fresco de bovino (*Bos taurus* L.), por efecto de conservarse con diferentes dilutores. El semen colectado mediante la vagina artificial fue diluido con los dilutores: 1 (Tris-ácido cítrico-yema de huevo), 2 (Citrato de sodio-yema de huevo) y 3 (citrato de sodio-ácido cítrico-yema de huevo). Las muestras fueron conservadas en los viales ependorf a 4°C. En los 16 tiempos de evaluación se aplicó el diseño completamente al azar ($p < 0.05$). Los eyaculados presentaron los siguientes valores: volumen 5.20 ml, pH 6.87, concentración 821×10^6 espermatozoides por ml, motilidad masal 85.47%, motilidad individual 83.79%, morfología 90.47% y vitalidad 89.68%. Conservando en fresco el semen con el dilutor 3 se obtuvo 51.92 y 57.34% de motilidad y vitalidad espermática hasta 240 horas (10 días), mientras el dilutor 2 hasta 168 horas (7 días) mantuvo 50.00 y 69.00% de motilidad y vitalidad espermática y el dilutor 1 hasta 96 horas (4 días) mantiene 54.00 y 72.35% de motilidad y vitalidad espermática.

Palabras clave: Espermatozoides, Dilutores, Viabilidad, Bovino.

ABSTRACT

The research was carried out in the Reproductive Biotechnology Laboratory of the UAC Tiahuanacu, Ingavi province of the department of La Paz, dependent on the Universidad Católica Boliviana San Pablo, whose objective was to evaluate the motility and sperm vitality of fresh bovine semen (*Bos taurus* L.), due to the effect

of being preserved with different diluents. The semen collected through the artificial vagina was diluted with the diluents: 1 (Tris-citric acid-egg yolk), 2 (Sodium citrate-egg yolk) and 3 (Sodium citrate-citric acid-egg yolk). The samples were stored in the ependorf vials at 4°C. In the 16 evaluation times, the design was applied completely at random ($p < 0.05$). The ejaculates presented the following values: volume 5.20 ml, pH 6.87, concentration 821×10^6 sperm per ml, mass motility 85.47%, individual motility 83.79%, morphology 90.47% and vitality 89.68%. Keeping the semen fresh with dilutor 3, 51.92 and 57.34% of sperm motility and vitality were obtained up to 24 hours (10 days), while dilutor 2 up to 168 hours (7 days) maintained 50.00 and 69.00% sperm motility and vitality and dilutor 1 up to 96 hours (4 days) maintains 54.0 and 72.35% sperm motility and vitality.

Key words: Sperm, Dilutators, Viability, Bovine.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los espermatozoides del semen bovino son conservados mediante diferentes protocolos como la crioconservación en un termo de nitrógeno líquido a -196°C , el cual permite conservar varios años el material genético; para ello el semen previamente debe ser diluido con dilutores crioprotectores. Por otro lado indican que los espermatozoides también son conservados a 4°C , con dilutores que permiten mantener viables (motiles y vivos) a los espermatozoides durante 3 días en promedio. El dilutor para la conservación en fresco contiene: solución buffer (estabilizador del pH), agente protector de frío (yema de huevo), sustrato energético (fructosa, glucosa y sorbitol), e inhibidores de crecimiento bacteriano (antibióticos) (Bearden y Fugay, 2010).

La producción de leche y carne en el altiplano de Bolivia, se ve limitada por diversos factores, como el lento progreso del mejoramiento genético de los bovinos, que podría deberse a la falta de

para implementar masivamente la inseminación artificial en sus hatos de tal forma que se constituya como herramienta principal para la mejora genética de sus animales, obstaculizando así la difusión del material genético del macho bovino crioconservado.

La adquisición de un termo de nitrógeno líquido para la crioconservación de espermatozoides es una limitante por su costo elevado que demanda la adquisición y la reposición semanal del nitrógeno líquido para la crioconservación, a esto se suma el costo del servicio de inseminación artificial que repercute directamente sobre la accesibilidad al servicio de inseminación artificial. Por último los centros de mejoramiento genético donde procesan pajuelas con espermatozoides criogenizados no muestran ser sostenibles en el tiempo por razones multifactoriales de tal forma que vulneran el servicio de inseminación artificial y el alcance de esta herramienta a los productores.

La conservación del semen fresco diluido

a 4°C no logra superar los 3 días de viabilidad, pues los dilutores contienen fundamentalmente fuente de energía a partir de sustancias que son fosforilizadas mediante la vía glucolítica (glucosa, fructosa, sorbitol). La fosforilización de las hexosas en presencia del inhibidor 5 alfa clorhidrina, se inhibe y se produce una acumulación de 1.60 bifosfato y dihidroxiacetona fosfato, lo que limita la capacidad de los espermatozoides afectados de generar adenosin trifosfato ATP (Jones y Montague, 2001). Por lo que el objetivo fue evaluar el efecto de dilutores en la conservación en fresco del semen bovino (*Bos taurus* L.) sobre la viabilidad espermática.

Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se realizó en la gestión 2018 en los predios de la Unidad Académica Campesina Tiahuanacu, que se encuentra en la Provincia Ingávi del departamento de La Paz, a 72 km de la sede de gobierno, 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 3883 msnm. (PDM de Tiahuanacu, 2011).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico. En la investigación se utilizó 4 toros de 2 años de edad y una Vaca, a estos, se les realizó la desparasitación con PARAMEC 20 LA, administrado vía intramuscular a una dosis de 2 mL/100 kg de PV, y posteriormente se administró FOSFOVIT como fuente de fósforo para coadyuvar a la espermatogénesis.

Los animales se adestraron para el trabajo durante un mes, en ese tiempo aceptaron al método de colección con vagina artificial.

Colecta del semen. La colecta fue con la vagina artificial y este se realizó 2 veces en la semana. Los eyaculados fueron colocados a baño maría a 35 °C, para proseguir con la evaluación macroscópica y microscópica del semen (Delgado, 2005; Háfes, 2002).

Evaluación macroscópica. La evaluación del color de los eyaculados, se realizaron de forma directa en los tubos colectores, tomándose en cuenta las tonalidades básicas del blanco cremoso, blanco lechoso, blanco y blanco translucido (Háfes, 2002).

El volumen proveniente de la colecta de semen se realizó a lectura inmediata en los tubos colectores destacando el volumen en unidades de mL (Oliva, 2004).

Para la valoración del pH del eyaculado, se evaluó con el pH metro digital con un rango precisión de 0.001 a una temperatura de 25°C con tres repeticiones de cada colecta (Oliva, 2004).

Evaluación microscópica. La concentración espermática del semen, con una micropipeta 10 µL de semen, colocando sobre la cámara Neubauer y cubriéndolo con el cubre objeto, dejando reposar durante un tiempo de 5 min y luego se realizó el conteo correspondiente de células espermáticas (Delgado, 2005; Háfes, 2002). La concentración espermática se determinó con la siguiente ecuación.

$$\text{Concentración de espermatozoides /ml} = \mu \times 25 \times 100 \times 10000$$

Donde:

- μ = Promedio de los cinco cuadros considerados de la cámara newbauer
- 25 = Factor de multiplicación por tomar simplemente 1 cuadro
- 100 = Factor de dilución
- 10000 = Factor de conversión en ml

Motilidad masal. Cubriéndolo con el cubre objeto una muestra de 10 uL, la lectura se realizó en un microscopio a 10X, evaluando la calidad de las ondas del campo visual, conforme los criterios descritos por Angelino (2009).

Motilidad espermática. La evaluación se realizó en el microscopio con platina térmica y los materiales de manipulación fueron atemperados a 36 a 38°C,

posterior a ello, con una micropipeta se extrajo 10 μ L del eyaculado, colocándolo sobre un porta objeto y cubriéndolo con el cubre objeto, la lectura se realizó en un microscopio a 40X, contando los espermatozoides del campo que se observan, valorando subjetivamente los Espermatozoide en movimiento de forma rectilínea (Oliva, 2004). La valoración se obtuvo con la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Motilidad} = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

- n= Número de espermatozoides móviles.
- N= Número de espermatozoides contados.

Vitalidad espermática. 10 μ L de semen y 10 μ L de la solución de eosina y nigrosina se colocaron, en un porta objeto, se homogenizó suavemente con la punta de la pipeta durante 15 seg, se

realizó el frotis, se dejó 2 a 5 minutos para eliminar la humedad, la lectura de los Espermatozoide teñidos y no teñidos (Oliva, 2004). El número de Espermatozoide vivos se determinó con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Vitalidad} = \frac{n}{N} \times 100$$

Donde:

- n= Número de espermatozoides sin teñir.
- N= Número de espermatozoides contados.

Las características macro y microscópicas fueron organizados y analizados bajo los parámetros como: Promedio, DS, CV

% y los resultados máximos y mínimo de los datos obtenidos, (Aplicando la estadística descriptiva con Microsoft Excel-2010).

Dilución del semen con los dilutores. En principio se preparó 3 dilutores de acuerdo a la tabla 1 en tubos falcon de 14 ml a los cuales se les agregó 30×10^6 Espermatozoide por ml, esto a 37°C para no causar shock térmico a los espermatozoides; en seguida el vaso precipitado con 400 ml de agua a 35°C con las muestras fue colocado en el interior del refrigerador para que la temperatura descienda a 4°C y luego las muestras se embazaron en vales ependorf y conservados a temperatura de refrigeración hasta las 360 horas (15 días).

Evaluación del efecto de dilutores en la conservación en fresco del semen bovino sobre la viabilidad espermática. Las evaluaciones se valoraron cada 24 h desde las 0 h hasta las 360 h de conservación, describiendo las características del % de motilidad y vitalidad espermática.

Para la evaluación del efecto de los dilutores sobre la motilidad y vitalidad espermática en el tiempo, se diseñó de acuerdo a los factores de estudio: dilutor 1 (Tris-ácido cítrico-yema de huevo), dilutor 2 (Citrato de sodio-yema de huevo) y dilutor 3 (Citrato de sodio-

ácido cítrico-yema de huevo). Cuyas variables de respuestas fueron motilidad y vitalidad espermática; (%) a horas 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 264, 288, 312, 336, y 360. Las respectivas evaluaciones por cada dilutor, se realizaron con 8 repeticiones correspondientemente por cada hora de evaluación. En este contexto para la evaluación de los datos obtenidos, se empleó el modelo aditivo lineal de Diseño Completamente al Azar (DCA).

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

y_{ij} = Variable de respuesta.

μ = Media general del experimento.

α_i = Efecto del i-ésimo sustrato energético a 0, 24, 48, 72, ..., 360 h.

ϵ_{ij} = Error experimental.

Pruebas de promedios. Las diferencias estadísticas fueron analizadas mediante la prueba de comparación de medias DUNCAN a un nivel de significancia del 5% ($\alpha=0.05$).

Cuadro 1. Características de los dilutores experimentales utilizados

Insumos		Dilutores experimentales		
		1	2	3
Buffer	Tris (g/l)	31,28	---	21,20
	Citrato de sodio (g/l)	---	29,00	1,83
	Ácido cítrico (g/l)	17,30	---	160,00
	Gentamicina ($\mu\text{g/l}$)	160,00	160,00	80,00
Dilutor	Buffer (%)	80,00	80,00	20,00
	Yema de huevo (%)	20,00	20,00	20,00

Fuente: Readección en base a Bearden y Fugay, 2010.

3. RESULTADOS

En el cuadro 2 se muestra las características macroscópicas y microscópicas, también en el cuadro 3 muestra el resumen del análisis estadístico del efecto de los dilutores 1, 2 y 3, sobre el tiempo de motilidad y vitalidad espermática con intervalos de

24 horas, iniciando de 0 hasta 360 horas de conservación en fresco. Los análisis de varianzas por efecto de conservar los espermatozoides con los dilutores 1, 2 y 3 a 4 °C, a horas 0 mostró diferencias no significativas ($p>0.05$) entre dilutores sobre la motilidad y vitalidad de los espermatozoides. En cambio a partir de:

Cuadro 2. Evaluación de las características macroscópicas y microscópicas del semen

Características macroscópicas	Promedio	SD $\pm$	C.V.(%)	Extremos	
				Max.	Min.
Color	Blanco lechoso	-----	-----	-----	-----
Volumen (ml)	5,20	1,19	22,91	8,00	3,00
pH (Rango 0-14)	6,87	0,22	3,21	7,60	6,50
Características microscópicas					
Concentración de Espermatozoide. ($\times 10^6/\text{ml}$)	821	178	21,70	850	330
Motilidad masal de Espermatozoide. (%)	85,47	6,40	7,48	96,00	65,00
Motilidad individual de Espermatozoide. (%)	83,79	4,78	5,70	98,00	75,00
Morfología normal de Espermatozoide. (%)	90,47	3,25	3,59	96,34	84,00
Vitalidad de Espermatozoide. (%)	89,68	2,90	3,23	94,46	83,33

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 3. Análisis estadístico ($\alpha=0.05$) motilidad y vitalidad espermática en el tiempo por efecto de los dilutores

Tiem de evaluación (h)	Tipo de dilutor	Motilidad espermática		Vitalidad espermática	
		CV (%)	Promedio	CV (%)	Promedio
0	3		82,92 a		87,76 a
	2	4,58	82 a	3,63	87,53 a
	1		81,2 a		87,5 a
24	3		82,89 a		87,53 a
	2	4,84	80,58 b	4,47	85,65 ab
	1		77,69 c		85,27 b
48	3	3,67	80,58 a	4,84	86,88 a

Tiempo de evaluación (h)	Tipo de dilutor	Motilidad espermática		Vitalidad espermática	
		CV (%)	Promedio	CV (%)	Promedio
72	2		76,35 b		85,54 a
	1		70,77 c		82,12 b
	3		79,23 a		85,73 a
	2	4,34	70,77 b	4,39	81,58 b
	1		64,04 c		76 c
	3		77,69 a		82,23 a
96	2	6,09	67,89 b	4,22	79,35 b
	1		54,81 c		72,35 c
	3		74,92 a		79,46 a
120	2	7,54	64,04 b	8,4	75,31 b
	1		47,5 c		65,46 c
	3		71,73 a		76,27 a
144	2	7,79	58,63 b	10,96	70,84 b
	1		41,92 c		56,23 c
	3		69,5 a		74,46 a
168	2	10,04	50 b	10,5	69 b
	1		33,08 c		50,35 c
	3		64,81 a		72,08 a
192	2	13,78	43,85 b	14,02	56,04 b
	1		27,81 c		39,46 c
	3		58,46 a		65,69 a
216	2	17,97	36,35 b	12,11	41,34 b
	1		19,46 c		28,5 c
	3		51,92 a		57,34 a
240	2	22,63	28,08 b	21,12	34,31 b
	1		14,23 c		24,42 c
	3		45,39 a		47,6 a
264	2	33,57	20,39 b	19,89	28,38 b
	1		9,42 c		16,12 c
	3		41,54 a		47,3 a
288	2	42,11	18,46 b	18,75	26,69 b
	1		5,81 c		13,12 c
	3		36,54 a		45,89 a
312	2	36,41	13,12 b	19,73	23,69 b
	1		4,42 c		10,89 c
	3		31,15 a		35,08 a
336	2	36,95	6,73 b	20,92	12,81 b
	1		2,12 c		6,62 c
	3		23,46 a	15,99	32,42 a
360	3	39,7			

Tiempo de evaluación (h)	Tipo de dilutor	Motilidad espermática		Vitalidad espermática	
		CV (%)	Promedio	CV (%)	Promedio
	2		3.46 b		9.19 b
	1		0.58 c		4.88 c

Fuente: Elaboración propia *Las letras a, b y c indican comparación de medias Duncan

24, 48, 72, 96, 120, 144, 168, 192, 216, 240, 264, 288, 312, 336, y hasta 360 horas, mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.05$).

4. DISCUSIONES

Las características macroscópicas de los eyaculados del semen bovino presentaron en promedio los siguientes resultados: un volumen de 5.20 ± 1.19 ml, un color blanco lechoso y un pH de 6.87 ± 0.22 . En cuanto a las características microscópicas evaluadas del semen, se obtuvo en promedio los siguientes resultados: concentración espermática 821×10^6 espermatozoides por ml, motilidad masal de los espermatozoides 85.47%, motilidad individual de los espermatozoides 83.79%, morfología normal de los espermatozoides 90.47% y vitalidad espermática 89.68%, Cuadro 2. Parámetros que se encuentran dentro los recomendados por Angelino (2009) y Pérez (2008).

Las evaluaciones de las comparaciones de medias Duncan para los valores de motilidad y vitalidad espermática por conservarse con los dilutores 1, 2 y 3 a 4°C, mostraron que el dilutor 3, compuesto por citrato de sodio-ácido cítrico-yema de huevo, desde 24 hasta 360 horas de evaluación, mantiene valores estadísticamente superiores ($p < 0.05$) de motilidad y vitalidad espermática con respecto al dilutor 2 compuesto por citrato de sodio-yema de huevo, el cual a partir de 24 hasta 360 horas mostró valores estadísticamente superiores

($p < 0.05$) de motilidad espermática con respecto al dilutor 1 compuesto por tri-ácido cítrico-yema de huevo.

De la misma manera los valores de coeficientes de variabilidad para cada tiempo de evaluación motilidad y vitalidad son aceptables, sin embargo los dilutores 1 y 2 al transcurrir el tiempo de conservación en fresco de los espermatozoides a 4°C, tienen capacidad reducida de mantener viables a los espermatozoides por lo que el coeficiente de variabilidad va incrementando.

Con respecto a la viabilidad espermática apta para la inseminación artificial en bovinos Vera (2005); Janauskauskas *et al.*, (1996), evidenciaron que el porcentaje de motilidad individual progresiva post descongelamiento fue de 40.00% y 72.80% de vitalidad respectivamente. Trujillo *et al.*, (2004) citado por Vera, (2008), observaron que el porcentaje de espermatozoides vivos post descongelado fue de 50.02 ± 14.13 y la motilidad espermática promedió un 33.88 ± 12.43 . Estos autores coinciden que la cantidad de espermatozoides vivos no es preponderante para la inseminación artificial ya que siempre la cantidad de espermatozoides vivos es superior a la de los motiles, por lo que el indicador debería ser la motilidad espermática.

Los dilutores, con los cuales se conservó en fresco a los espermatozoides a 4°C influyeron de diferente manera sobre la motilidad y vitalidad de los espermatozoides en el tiempo, lo cual

podría deberse a la composición de cada dilutor.

El dilutor 1 contenía como fuente de energía al ácido cítrico, como agente protector de frío a la yema de huevo y como estabilizador del pH al tris, mientras el dilutor 2 estaba compuesto por citrato de sodio como fuente de energía y estabilizador de pH y como agente protector del frío contenía yema de huevo y el dilutor 3 tenía citrato de sodio, como estabilizador de pH y fuente energética, como sustrato energético al ácido cítrico y como agente protector del frío a la yema de huevo. Este dilutor simplemente mantuvo 96 horas (4 días) de motilidad y vitalidad espermática, para la inseminación artificial. Lo cual se atribuye a la acumulación de grandes cantidades de lactato, que acidificó el medio, por la baja capacidad amortiguadora de pH por parte del tris, que de acuerdo a bibliografía tiene capacidad muy reducida del control del pH en el tiempo. Estudios realizados sobre metabolismo celular de espermatozoides, muestran que el lactato, subproducto catabólico de los espermatozoides altera el pH (Medrano, 2005).

El dilutor 2 mantuvo la motilidad y vitalidad de los espermatozoides apta para la inseminación artificial hasta las 168 horas (7 días), lo cual se atribuye al estabilizador del pH que fue el citrato de sodio, que al parecer logro mantener un adecuado equilibrio, entre los protones de Hidrógeno con los radicales de hidroxilo. Además, se cree que los espermatozoides fueron capaces de obtener energía ATP a partir del citrato de sodio (Jones y Montague, 2001). Posiblemente para continuar manteniendo por más de 168 horas la motilidad de los espermatozoides los niveles intracelulares de energía eran

insuficientes.

La mejor y óptima motilidad y vitalidad espermática encontrada fue hasta 240 horas (10 días) de conservación en fresco de los espermatozoides, con el dilutor 3 (compuesto por: citrato de sodio-ácido cítrico-yema de huevo), que al parecer la composición de este dilutor influyó, ya que este contenía como estabilizador del pH al citrato de sodio, que posiblemente controló las variaciones de pH dentro del dilutor en el tiempo, además parece que los espermatozoides usaron este sustrato para la producción de ATP. Por otro lado contenía ácido cítrico, que al parecer también fue utilizado por los espermatozoides para la producción de ATP (Medrano, 2005); permitiendo mantener la motilidad de los espermatozoides en el tiempo, dentro de este dilutor, en condiciones en las que el suministro de monosacáridos era limitada.

El factor más importante para el descenso de la vitalidad en el tiempo puede deberse al estrés oxidativo que sufre las membranas celulares de los espermatozoides puesto que con el tiempo aumenta la cantidad de radicales libres en los dilutores. En este sentido (Chihuilaf *et al.*, 2002) menciona que para la oxidación, algún elemento cede electrones libres, proceso denominado oxidación y otra, necesariamente los recibe, proceso denominado reducción, del cual forman nuevos radicales libres que con el tiempo conducirían a la muerte de la célula espermática.

Los espermatozoides conservados con los dilutores a 4°C, no cesan su actividad metabólica, pero se mantienen inmóviles, en constantemente producción de ATP en la mitocondria gracias al ciclo de Krebs, a partir del ácido cítrico mediante la oxido reducción, del cual, forman

radicales libres, que serían responsables de los cambios ultraestructurales, bioquímicos y funcionales que sufre el espermatozoide en el transcurso del tiempo, llevando a la muerte a los espermatozoides afectados (Chihuailaf *et al.*, 2002).

5. CONCLUSIONES

Las características macroscópicas (volumen, pH y color) y microscópicas (concentración espermática, motilidad masal, motilidad individual, morfología espermática y vitalidad espermática) del semen de los bovinos, están dentro de los rangos normales de acuerdo con otras investigaciones.

Los espermatozoides conservados en fresco con el dilutor 3 se mantienen por mayor tiempo con motilidad y vitalidad apta para la inseminación artificial, en comparación a los dilutores 2 y 1.

La técnica de conservación en fresco es posible que se emplee en programas de mejoramiento genético, si no se tiene muchos recursos económicos para mantener semen congelado. Además utilizando semen conservado en fresco se justifica la presencia de los sementales cuando no se tiene gran cantidad de ellos y su semen no es utilizado continuamente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Angelino, N. 2009. Evaluación de Semen en Bovinos: Evaluación de las Características Macro y Microscópicas. s.e. México FMVZ Universidad de Veracruz. 65p.
- Bearden, J. y Fuquay, J. 1982. Reproducción Animal Aplicada. Editorial El manual moderno, México. DF. México.
- Chihuailaf, RH; Contreras, PA; Wittwer, FG. 2002. Patogénesis del Estrés Oxidativo: Consecuencias y evaluación en salud animal. REDVET 11(7):1-32p
- Delgado, P. 2005. Inseminación Artificial en Bovinos. s.e. La Paz, Bolivia 68p.
- Hafez, E., 2002. Reproducción e Inseminación Artificial en Animales. 7ª edición, Editorial Interamericana, México, D.F.
- Jones, AR; Montague MD. 2001. Metabolism of Fructose-1,6 Bisphosphate by Mature Boar Spermatozoa. Biochem 3(12):82-85p.
- Medrano, A. 2005. Estudio del Metabolismo Energético de Espermatozoides Porcinos y su Repercusión en el Diseño de Diluyentes Para la Conservación de Semen en Refrigeración. Tesis de Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona. Bellaterra-España
- Oliva, J. 2004. Efecto del pH de un Extensor de Semen Porcino Sobre la Calidad Espermática. Tesis de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala. FMVZ. Guatemala-México.
- Pérez J.A., 2008. Características Seminales de Toros de Raza la Montbeliarde en el Municipio de Álvaro Obregón. Tesis de Grado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán-México 60-79p.
- Plan de Desarrollo Municipal, 2015. Municipio de Tiahuanaco. Provincia Ingavi. 250p
- Vera, MO. 2005. Evaluación Seminal Comparativa Pre y Post-Congelación en Machos Bovinos. Arch. Zootec.

Descripción biométrica para una buena ergonomía de descanso llama (*Lama glama*) en módulos IZIP-UPEA

Biometric description for good llama rest ergonomics (*Lama glama*) in IZIP-UPEA modules

Flores Lopes Francisco¹, Vera Tola Ruben² y Autalio Aleluya Maria Jesus³

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

³Estudiante, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: floresfranz41@gmail.com

RESUMEN

71

La ergonomía es el estudio o la medida del trabajo para diferentes actividades, comodidad en diferentes movimientos desarrollados para humanos y poco desarrollados para animales y ninguno para camélidos. Se planteó el trabajo con el objetivo de describir la biometría para una buena ergonomía de reposo de llamas en los módulos de IZIP-UPEA, dimensionando el área que ocupan con respecto a sus movimientos y junto a sus crías. La infraestructura instalada tuvo un área de 9.28 m², altura mayor del techo 2.55 m, altura menor 2.22 m. La altura a la cabeza es determinante para construir las puertas y los techos, el Angulo de movimiento anterior y posterior del cuello-cabeza les permite hacer movimientos diversos, el ancho menor y mayor del cuerpo demuestra que la región donde más se amplía es la pélvica y las piernas, el área total de reposo de madres y crías permite que las madres estén juntamente a sus crías en comodidad. En conclusión los camélidos tienen medidas corporales cuando adoptan la posición decúbito esternal, las mismas definen su ergonomía, el cual debe ser considerado para la construcción de qarwa utas.

Palabras claves: Bienestar animal, biometría, camélido, ergonomía.

ABSTRACT

Ergonomics is the study or measurement of work for different activities, comfort in different movements developed for humans and little developed for animals and none for camelids. The work was proposed with the aim of describing biometrics for good ergonomics when resting on flames. in the IZIP-UPEA modules, sizing the area they

occupy with respect to their movements and together with their young. The installed infrastructure had an area of 9.28 m², the highest ceiling height was 2.55 m, and the lowest height was 2.22 m. The height at the head is decisive to build the doors and ceilings, the anterior and posterior movement angle of the neck-head allows them to make different movements, the smaller and larger width of the body shows that the region where it is expanded the most is the pelvic and the legs, the total resting area of mothers and young allows mothers to be together with their young in comfort. In conclusion, camelids have body measurements when they adopt the sternal decubitus position, they define their ergonomics, which must be considered for the construction of qarwa utas.

Keywords: *animal welfare, biometrics, camelid, ergonomics.*

1. INTRODUCCIÓN

La ergonomía es una disciplina que pretende adaptar el medio habitable al habitante. Las medidas de éste serán de mucho interés para el ergónomo, que deberá conocer lo mejor posible las hechuras del individuo para asegurarle la buena forma de los objetos que conforman el medio, objetos que podrían ser inconvenientes a causa de su configuración, tamaño o proporciones. También serán de interés las características biomecánicas del habitante y su capacidad de resistir cargas sin perjudicarse (Bustamante, 2004). Entonces ergonomía es el estudio o la medida del trabajo. Abarca actividades del tiempo libre, las diferentes labores domésticas del hogar, la educación y la formación, los servicios sociales y de salud, el control de los sistemas de ingeniería o la adaptación de los mismos, como sucede, por ejemplo, con un pasajero en un vehículo (Bustamante, 2004). Entonces se considera como sinónimo de bienestar para los animales en sus diferentes movimientos locomotrices, que es el estado en que se encuentran los animales que disfrutan de unas condiciones de vida adecuadas

a sus necesidades y gozan de buena salud, en general de todos los animales que están al cuidado del humano. Por lo tanto, todos los implementos de manejo, bebederos, dormideros, establos, etc. deben estar diseñados para que los animales tengan comodidad, por lo que en este estudio, se describe la biométrica para una buena ergonomía de reposo de llamas (*Lama glama*) en los módulos de IZIP-UPEA, entonces se habla del denominado cobertizo o qarwa-utas, que generalmente se construye solo pensando con criterios humanos y no animales

Área de estudio

El trabajo se realizó en los Módulos de Investigación y Producción Pecuaria MIPP-Kallutaca, pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria (IZIP) de la universidad Pública de El Alto (UPEA) ubicada en la carretera a Desaguadero, Municipio de Laja.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los métodos empleados es la observación, medición, y análisis movimientos corporales; todo esto durante varios días (Xunta de Galicia, 2015); este

análisis clínico permitió identificar la observación de las proporciones de las distintas regiones del cuerpo del animal, permitiendo determinar las áreas que ocupaban sin generar perturbaciones asimismo ni a otros animales. Se ha empleado cintas métrica y camelímetro.

- Se ha trabajado con los camélidos de los módulos productivos de la carrera de IZIP- UPEA, se dimensionó el área que ocupan con respecto a sus movimientos, las cuales se midieron y evaluaron de forma individual como con sus crías en caso de las madres lactantes.

- Se ha trabajado en función al espacio que ocupan (corral) donde según su etología de su comportamiento, ocupan, o en su caso acomodándose en dos corrales, se ha observado los movimientos que realizan cuando adoptan la posición de decúbito esternal.

- Dada la complejidad que ocupan los animales, se ha observado que la dirección que adoptan es muy heterogénea, pero relativamente estrechas, con espacios para realizar movimientos básicos como pararse y echarse, además de hacer movimientos del cuello, teniendo como eje el origen la 7ma vértebra cervical, hacia la izquierda como derecha y movimientos giratorios de abducción y rotación de la cabeza y el atlas, además de hacer movimientos rotatorios.

- Una vez posicionado los animales en reposo, además de sus crías, se midió el área que

ocupaban en su conjunto.

Es importante destacar que existen espacios entre animales con un mínimo de contacto entre ellos.

Medidas de la Qarwa Uta en los módulos de IZIP

El área en la cual se alojan los camélidos, tienen las siguientes dimensiones, mismas que generaron las siguientes dimensiones:

Cuadro 1. Características de la qarwa uta en los módulos de IZIP

Área (m ²)	9.28
Altura mayor del techo (m)	2.55
Altura media del techo (m)	2.4
Altura menor del techo (m)	2.22

Fuente: Elaboración propia

La infraestructura que actualmente aloja a los camélidos en los módulos de IZIP tiene varios corrales, cada una de ellas tiene las siguientes dimensiones, área de 9.28 m², altura mayor del techo 2.55 m, altura menor del techo 2.22 m, los mismos que permiten la adecuada maniobrabilidad del humano.

3. RESULTADOS

Las dimensiones más importantes analizadas (Cuadro 2), es la longitud total, que implica cuando el cuello se extiende hasta el piso y el ancho de grupa en posición de decúbito esternal. Los animales, para poder descansar y reponer energías, adoptan la posición de decumbencia esternal o decúbito esternal, pero no es estático esta posición, genera principalmente movimiento a partir de la cruz (1era y 2da vertebra torácica) movimientos del cuello, con el propósito de observar su entorno.

Cuadro 2. Descripción biométrica según posición del animal

Peso kg de hembras y juveniles	Altura a la cabeza de pie	Longitud de giro del cuello (cruz a la punta de la nariz)	longitud total con cuello extendido	Largo del animal postrado	Altura a la cabeza animal postrado	Ancho del cuerpo postrado
107.2	165	90	202	125	104	4
100	160	87	195	119	100	4
98.8	161	87	194	118	100	4
97.6	160	85	192	117	98	4
74	147	86	169	99	91	3
65	142	72	157	89	79	36.3
32	124	66	123	62	64.7	32

Fuente: Elaboración propia

Altura a la cabeza de pie

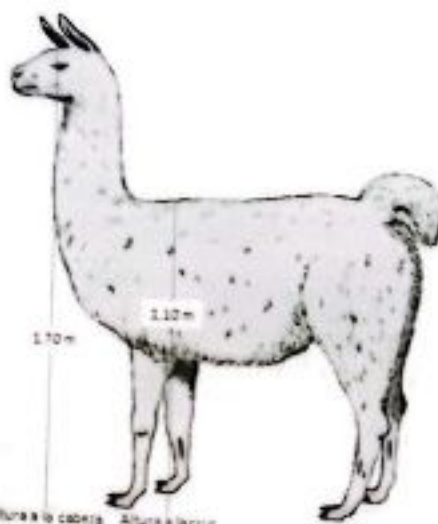


Figura 1. Llama adulto en pie, describiendo la altura cruz y a la cabeza

En llamas o alpacas, es común conocer la altura a la cruz que es indicador del desarrollo corporal, entonces es importante conocer la altura a la cabeza cuando el animal está de pie, en razón de que tiene un cuello largo muy móvil. Como ejemplo se tiene la figura 1, que es de 1.7 m; en machos adultos puede llegar alcanzar hasta 2 m. Esta altura, es determinante para construir las puertas y altura de los techos de las diferentes infraestructuras.

Ángulo de movimiento anterior y posterior del cuello-cabeza

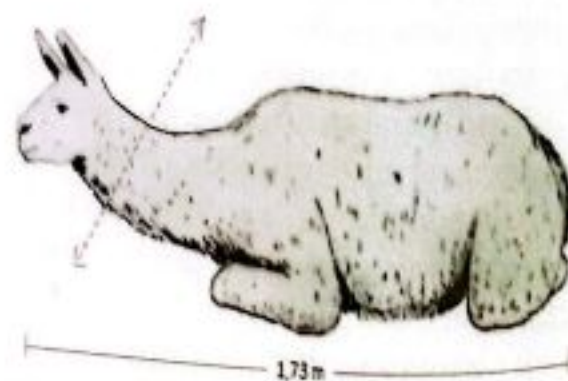
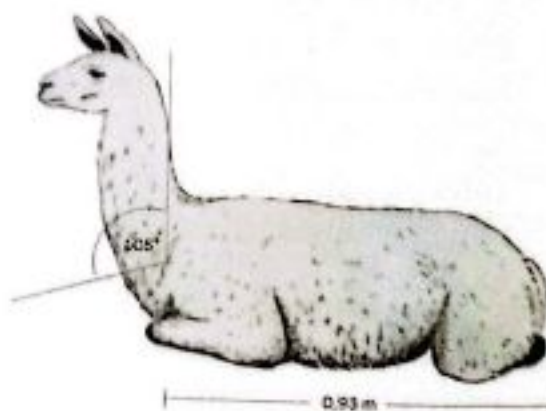


Figura 2. Movimientos verticales del cuello y la cabeza en posición decúbito esternal.

Los camélidos tienen un mayor movimiento del cuello cuando están en reposo, mismo que les permite hacer

movimientos de aproximación al suelo para luego retroceder hasta 90° o más con respecto al plano transversal vertical del cuerpo, sin considerar el movimiento de la cabeza, estos lo realiza de forma frecuente. Este movimiento hace de que demande mayor longitud, y no solamente lo tradicional que es la distancia desde el encuentro hasta punta de nalga, por el contrario desde la punta de nalga hasta la punta de la nariz cuando el animal tiene el cuello-cabeza proximo al suelo. Por todo esto, los animales deben estar cómodos durante el descanso, deben tener una temperatura adecuada, no deberán padecer calor o frío. Los animales deben tener suficiente espacio para moverse con libertad (SENASA, 2015).

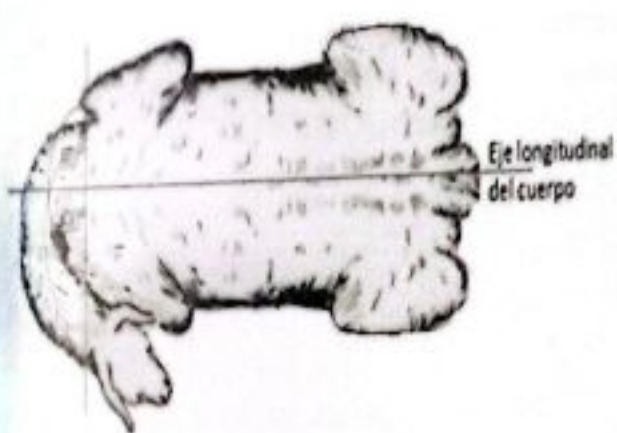


Figura 3. Movimiento giratorio del cuerpo y la cabeza en posición de cubito esternal

Otras características de movimiento del camélido, es el giro que realiza con respecto al plano horizontal; el camélido estando en reposo, puede cambiar la dirección de su cabeza, girando sobre su eje (articulación vertebras torácicas-cervicales), direccionando hacia atrás, misma que le permite observar su entorno con toda facilidad o defenderse con sus patitas. Así se observa en la figura 3. Además del movimiento rotatorio giratorio sobre las articulaciones atlanto-axial.

Ancho menor y mayor del cuerpo

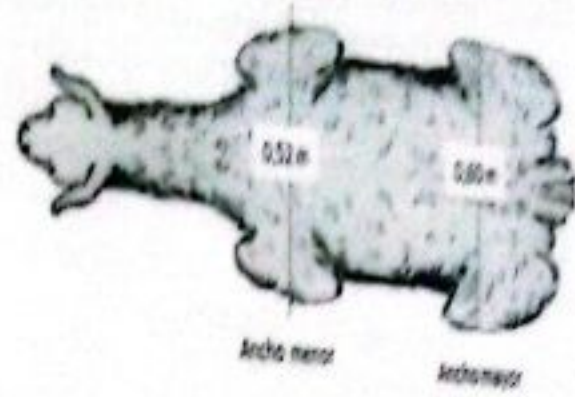
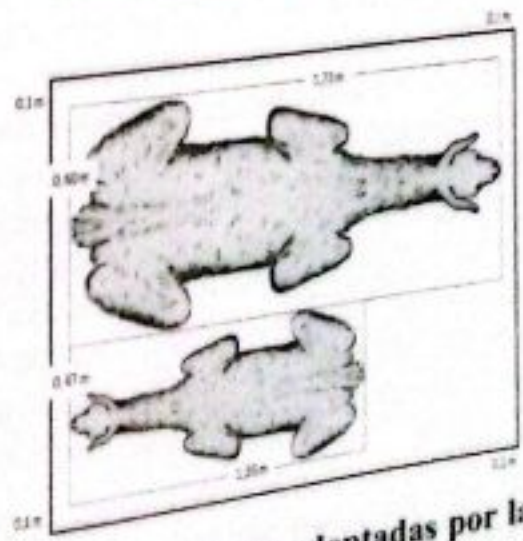


Figura 4. Ancho corporal, predominancia en la región grupal

El ancho del cuerpo de los camélidos, normalmente se evalúa en posición de pie, sin embargo, este valor se incrementa cuando está en posición de cubito esternal. La región donde más se amplía es la pélvica y las piernas, (así se observa en la figura 4).

Determinación del área total de reposo de madres y crías

75



Generalmente se ha observado que las madres lactantes están acompañadas de su cría, por lo tanto, adopta una posición ergonómica o de libre movimiento que permite identificar, olfatear y protegerlo a la cría. Esta posición se puede considerar de comodidad o bienestar, el cual se consideraría:

- Adecuadas condiciones ambientales
- Correcto manejo general de la terna ofreciendo rutinas estables y adecuadas, minimizando la competencia, el miedo y el dolor.

En su estado natural, los animales pastan en grupos en praderas abiertas, cerca de las fuentes de agua y dedican la mayor parte del día a descansar y rumiar. Los animales no se estresan por sí solos, sino que es el humano el que provoca el discomfort animal cuando éstos son sometidos a distintos sistemas de producción comercial. Para entender mejor las áreas donde trabajar, es bueno tener en cuenta su etología y cómo distribuyen su tiempo en su hábitat natural (Dillon y Grigera, 2011).

4. DISCUSIONES

La ergonomía animal, sostiene que las funciones elementales pueden ser estudiadas y generar normas que permiten el diseño de modelos para el análisis de las diversas situaciones de producción animal, la misma está construida sobre la base de estudios científicos de laboratorio que analizan al animal en un entorno artificial que intenta reproducir su ambiente productivo y reproductivo.

Se mide la influencia del medio sobre determinados movimientos observables/medibles para establecer parámetros generalizables, extrapolables dadas

ciertas condiciones, por lo anterior este trabajo pretende generar reglas universales de la adaptación para así generar o diseñar infraestructura camélida (Bustamante, 2004).

Es importante tener en mente la calidad del ambiente: los componentes localizados en las construcciones ganaderas pueden repercutir sobre el estado de salud de los animales, de forma directa o indirecta (Landaeta y Drescher, 2012). La estabilidad térmica se puede alterar por un gran número de factores externos e internos: la higrometría y una baja ventilación, la hiperactividad muscular; la misma especie animal tiene un comportamiento distinto frente a estos factores ambientales, los cuales pueden estar repitiéndose prácticamente en ambientes empobrecidos o monótonos, eventos que aún se desconoce en los camélidos del IZIP (IICA, 2009).

Para facilitar la movilización de los animales y minimizar sus efectos perjudiciales, deben tomarse en cuenta algunos aspectos como (Córdova y Villa, 2013):

- Disponer de buena mansedumbre en los animales, animales cuya genética permite expresar tranquilidad.
- Contar con instalaciones, equipo e instrumental adecuado que permitan y faciliten el manejo de los animales.
- Disponer de personal entrenado y de preferencia con experiencia en manejo de animales.
- Contar con el tiempo suficiente, para evitar prisas cuando se está manejando a los animales.

Este método se basa en la traducción del grado con que se manifiesta un carácter morfológico en una escala de valores numéricos según un patrón fijado anteriormente. Este hecho probablemente es debido al sistema extensivo de producción que minimiza al máximo la recogida de los animales, por lo que es normal que no se incluya ningún tipo de carácter morfológico en las evaluaciones (Sañudo, 2009). En los análisis de espacios ergonómicos para los animales dentro la infraestructura, también se debe considerar la ergonomía para las personas que maniobrarán dentro de ella, porque existen errores donde no permite transitar de forma erguida.

Considerando que "la ergonomía trata de considerar al animal como un ser que debe realizar una serie de actividades: alimentarse, descansar, desplazarse, etc., y debe conseguir que se limiten las lesiones y mejorar las condiciones de confort de los animales, ayudando a concebir las instalaciones de manera que respeten los tamaños corporales, las posturas y los movimientos" (CEVE, 2019); será importante manejar por separado las diferentes clases animales, más que todo las hembras con crías, donde las crías corren riesgo por aplastamiento, generando nuevas infraestructuras más ergonómicas.

5. CONCLUSIONES

Se ha identificado que los camélidos gracias a sus dimensiones corporales, adoptan la posición decúbito esternal para su descanso o reposo manejados bajo una infraestructura, además que necesitan espacios para realizar movimientos del cuello y la cabeza entre otros de forma libre, lo cual lo denominaremos como buena ergonomía o confort animal, lo cual debe ser considerado para la

construcción de qarwa utas. Es evidente que dentro la tama, existe buena cantidad de madres con crías, por lo que implica adicionar espacio de mayor libertad de movimiento.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Bustamante A. 2004. Ergonomía, antropometría e indeterminación. Anuario de Psicología 2004, vol. 35, n°, 439-460 O 2004, Facultad de Psicología Universitat de Barcelona.
- Córdova-Izquierdo A. y Villa-Mancera A. 2013. Importancia del bienestar animal. Metropolitan Autonomous University y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.
- CEVE 2019. Manual de Riesgos Laborales para Centros Sanitarios Veterinarios. FINANCIADO POR: PROMUEVE: RIESGOS 2 E R G O N O M I C O S . GOBIERNO DE ESPAÑA.
- Dillon José y Grigera Juan. 2011. HABLANDO DE BIENESTAR-CONFORT ANIMAL. Producir XXI, Bs. As., 19(235):37-44. Sitio Argentino de Producción Animal.
- IICA 2009. Manual de Buenas Prácticas en Explotaciones Ganaderas de Carne Bovina. Programa Nacional de Desarrollo Agroalimentario, PRONAGRO, Secretaría de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, Honduras 2009.

- Landaeta-Hernández Antonio y Drescher Karin 2012. **INSTALACIONES, CONDUCTA Y BIENESTAR EN VACUNOS TROPICALES**. * Mundo Pecuario, VIII, N° 2, 121-131, 2012. Sitio Argentino de Producción Animal
- SENASA 2015. **MANUAL DE BIENESTAR ANIMAL**. Un enfoque práctico para el buen manejo de especies domésticas durante su tenencia, producción, concentración, transporte y faena. VERSIÓN 1, OCTUBRE DE 2015 Argentina.
- Sañudo, Carlos 2009. **VALORACIÓN MORFOLÓGICA DE LOS ANIMALES DOMÉSTICOS**. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino España.
- Xunta de Galicia 2015 **BIENESTAR ANIMAL**. Métodos de observación y valoración Consellería do Medio Rural Santiago de Compostela España.

Primera práctica de inseminación artificial con semen fresco en porcinos criollos (*Sus scrofa domesticus*) en los Módulos de IZIP - UPEA

First practice of artificial insemination with fresh semen in Creole pigs (*Sus scrofa domesticus*) in the Modules of IZIP - UPEA

Flores Lopes Francisco¹, Quispe Paxipati Cesar Humberto² y Mollo Vallejos Eusebio³

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Investigador, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

³Estudiante, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: franc_zoot@hotmail.com

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en los Módulos de Investigación y Producción Pecuaria Kallutaca de la carrera Ingeniería en Zootecnia en industria Pecuaria de la Universidad Pública de El Alto, con el objetivo de describir el primer resultado de inseminación artificial con semen fresco en porcinos criollos (*Sus scrofa domesticus*), en el altiplano paceño, el cual permitirá estandarizar y mejorar varios protocolos convencionales. Se realizó la inseminación artificial a una marrana criolla nulipara, la cual manifestó celo (mostró inmovilidad al dejarse montar por el técnico operador), el semen fue colectado de un verraco con la técnica de presión manual en la extremidad espiralada del pene durante 10 minutos, el semen colectado se evaluó macro y microscópicamente para calcular la dosis inseminante. Los resultados fueron los siguientes, el volumen de semen colectado fue 150, 175 y 130 mL, motilidad 70, 80 y 85% y concentración espermática de 257, 239 y 256 epz./10⁶, para las fracciones respectivamente; la inseminación artificial se realizó depositando el semen puro en el conducto cervical de la cerda, introduciendo la sonda en contra de las manecillas del reloj. Es posible desarrollar la técnica de inseminación artificial en condiciones de nuestro altiplano, los verracos por su buen livido, responde a la técnica de colección de semen.

Palabras claves: Porcinos criollos, inseminación artificial, celo, semen.

ABSTRACT

The present work was carried out in the Kallutaca Livestock Research and Production Modules of the Animal Science Engineering career in the Livestock Industry of the Public University of El Alto, with the aim of describing the first result of artificial insemination with fresh semen in

Creole pigs (*Sus scrofa domestica*), in the La Paz highlands, which will allow standardizing and improving several conventional protocols. Artificial insemination was performed on a nulliparous creole sow, which manifested heat (showed immobility when being mounted by the operating technician), the semen was collected from a boar with the manual pressure technique on the spiral extremity of the penis for 10 minutes, the collected semen was evaluated macro and microscopically to calculate the inseminating dose. The results were the following: the volume of semen collected was 150, 175 and 130 mL, motility 70, 80 and 85% and sperm concentration of 257, 239 and 256 epz./10⁶, for the fractions respectively; The artificial insemination was carried out by depositing the pure semen in the cervical canal of the sow, inserting the probe counterclockwise. It is possible to develop the artificial insemination technique in the conditions of our highlands. Boars, due to their good lividity, respond to the semen collection technique.

Keywords: Creole pigs, artificial insemination, heat, semen.

1. INTRODUCCIÓN

La reproducción animal, son eventos fisiológicos importantes que un ganadero espera de un animal para poder obtener su descendencia, la misma permitirá aprovechar la leche materna por la cría, y/o carne se destina a beneficio. Es evidente que en muchas granjas familiares, existen dificultades, como ser la crianza y manejo de los machos, la misma demanda gastos en su alimentación infraestructura entre otros. Desde siglos pasados, se vino mejorando las tecnologías reproductivas; de las cuales, la inseminación artificial, es la más común y empleada (Ochoa, 2002).

Esta última, permite manejar los machos de forma más económica, en razón de que de una eyaculación natural del verraco, preña solo una hembra, con la inseminación permite distribuir un eyaculado por lo menos para preñar diez vientres; es una de la principales técnicas que acelera los procesos reproductivos naturales, acortando los días abiertos, siendo imprescindibles para mejora de índices reproductivos (Lordán, 1999).

Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es: Describir el primer resultado de inseminación artificial con semen fresco en

porcinos criollos (*Sus scrofa domestica*) en los módulos productivos de la carrera de ingeniería en Zootecnia e Industria pecuaria de la Universidad Publicad de El Alto, este resultado, permitirá estandarizar y mejorar varios protocolos convencionales, validarlos o mejorarlos, de esta manera poder ofrecer material genético a los comunarios vecinas que hacen crianza de porcinos de forma económica. Consecuentemente, será el inicio del avance genérico de los diferentes productores porcícolas que existe en la comunidad de Kallutaca del municipio de Laja.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Semovientes: marrana criolla nulipara (nueve meses de edad), y verraco de aproximadamente un año de edad, con 50 y 65 kg de peso respectivamente; este último perteneciente a un comunario de la comunidad.

El procesamiento de semen se realizó en el laboratorio de reproducción animal de la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria.

La detección del celo

La manera más utilizada y efectiva para realizar la detección de celos es la visualización de los animales dos veces por día, detallando las

características físicas de los genitales externos y los cambios en el comportamiento habitual. Algunas características observadas fueron:

- Tumefacción y coloración intensa de la vulva.
- Presencia de mucosidad en la vulva, nerviosismo y pérdida de apetito.
- Abundante salivación.
- Grito característico.

La marrana se dejó montar por el técnico operador mostrando inmovilidad.

A la presencia del macho, este produjo gritidos, salivación, intentó y montó a la hembra (Torrentes *et al.*, 2013).

Colección de semen

Para la colección de semen, se utilizó la técnica denominada "presión manual", que consiste en tomar con la mano la extremidad espiralada, previamente el verraco este montado sobre el maniquí. El eyaculado "fue recogido con bolsas dentro un vaso térmico que mantiene la temperatura alrededor de los 37°C". Una bolsa de colección, fue cubierta con filtro para retener la tapioca. Una vez obtenido el semen se llevó inmediatamente al laboratorio para su evaluación. Entre los datos que se obtienen, la información vinculada a la concentración y comportamiento de los espermatozoides es la de mayor relevancia. La técnica demanda de ciertos conocimientos sobre la normalidad del semen (Bravo, 2015).

Todos los materiales y equipos de colección fue Equipo indicado por (Minitube, 2020).

Evaluación seminal

Una vez determinado el volumen del semen extraído y registrado la concentración del mismo es posible realizar el cálculo de dosis seminales que se pueden obtener. La concentración de espermatozoides necesaria

para cada dosis debe ser de 3×10^6 , con una concentración mínima de 2×10^6 . La fórmula para el cálculo del número de dosis comprende:

$$N^{\circ} \text{ de dosis} = \frac{(A) \cdot (V)}{300}$$

(A): Espermatozoides contados en 40 cuadrados de la cámara de Bürker.

(V): Volumen del semen obtenido.

En cuanto al cálculo del volumen de diluyente necesario, se debe considerar que "una dosis seminal debe contener 100 mililitros". Para el cálculo de la cantidad de diluyente a utilizar la fórmula es:

$$\text{Cantidad de diluyente} = (N) \cdot 100 - (V)$$

(N): número de dosis a preparar.

(V): volumen de semen obtenido.

Realizados estos cálculos, se debe proceder a diluir el semen con el diluyente, volcándolo en el mismo, contemplando que ambos líquidos se encuentren a igual temperatura. Las temperaturas debe oscilar entre los 15 a 18 grados centígrados hasta el momento de la inseminación (Bravo, 2015).

Inseminación artificial

Para el proceso de inseminación artificial, se ha empleado el catéter intracervical (minitube), complemente estéril, se ha limpiado inicialmente la vulva, se introdujo de forma cuidadosa el extremo anterior de la sonda introduciendo con movimientos en dirección contraria a las manecillas del reloj hasta un tamaño de aproximado de 25 cm dentro la vagina, hasta que se tenga una resistencia a la introducción, la misma que es indicador que se acomodó en los anillos cervicales.

Posterior a este proceso, se conectó el

recipiente conteniendo el semen mediante su tapón de punta, generándose la succión del semen por presión negativa por parte del peristaltismo del endometrio uterino, hasta que se vacíe en aproximadamente dos minutos (Mosqueira, 2014).

3. RESULTADOS

Celo de la marrana.

Dada las características de la marrana, fue una primeriza, la misma expresa un cambio de actitud por la mañana y destrozando todo en su entorno, además de ir a las proximidades de un gorrino de menor edad. Lo más destacable fue la edematización vulvar, de color más rosado e incrementado su volumen. Y definitivamente, dejó de consumir el alimento y agua ofrecida, mostró quietud a la monta o presión por el técnico.

Colección del semen

La colección de semen, se realizó aprovechando el celo de la marrana, donde el macho estimulado por esta, monta seguidamente el técnico operador, atrapa con los dedos de la mano derecha, sujetando el glande del verraco, por lo que el macho recibe mayor estímulo, ocasionando una eyaculación intermitente. Es el momento en la cual se direcciona este eyaculado hacia un recipiente con filtro para la tapioca. El tiempo de la colección duró aproximadamente 10 minutos, obteniéndose un eyaculado de aproximadamente de 150 ml.

Evaluación del semen

La concentración espermática estuvo en el rango de valores establecido por el Manual de Crianza Porcina (IIP, 2008), todas las unidades poseen valores por encima del valor promedio ($250 \text{ epz./}10^6$).

Cuadro 1. Características macro y microscópicas del eyaculado de verraco

Colecciones	Volumen (ml)	Motilidad Masal %	Concentración Espermática ($\text{epz./}10^6$)
1ra colección	150	70 %	257
2da colección	175	80 %	239
3ra colección	130	85 %	256

Fuente. Elaboración propia en base a datos de campo, 2019.

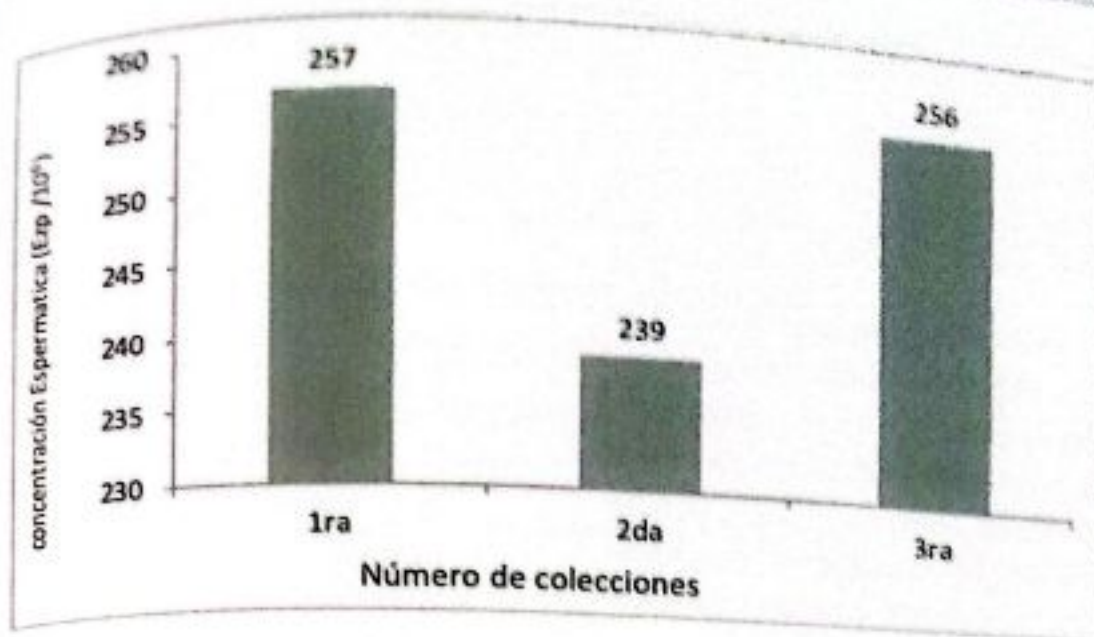


Figura 1. Concentración espermática obtenida en las tres colecciones

Dosis de inseminación y técnica de inseminación

Bajo condiciones estándar, se ha aplicado el protocolo de inseminación artificial (IA), realizándose dos inseminaciones durante el celo con dosis de 80-100 ml conteniendo 3×10^4 espermatozoides por dosis, las cuales fueron depositadas en el conducto cervical de la cerda, mediante la introducción de sonda en contra de las manecillas del reloj. En razón de ser una prueba preliminar, la primera inseminación se ha realizado con semen puro y la segunda con semen diluido. Por ello, existe un enorme interés en reducir el número de espermatozoides por dosis sin afectar a los resultados reproductivos. El semen fue previamente depositado en recipiente con tapa en terminación en punta el cual permitió conectarse con el catéter de inseminación intracervical.

4. DISCUSIONES

La detección de celo solo se ha hecho con la presión del dorso por el operador y el comportamiento nervioso de la hembra, pero bien se sabe que solo el verraco es el indicador que puede ser preciso en un 100 %.

Si bien existe protocolos definidos para razas y otros medios ecológicos, aun no se hay reportado para medios altiplánico, incluso se desconoce el comportamiento del celo y su posible efecto del fotoperiodo. En la cerda salvaje, la variación del fotoperiodo a lo largo del año ejerce una influencia sobre la actividad ovárica, mostrando la cerda un comportamiento reproductivo diferente en los meses de verano. Sin embargo, al analizar la influencia del fotoperiodo sobre la actividad reproductora en cerdas explotadas en ambiente controlado, los resultados aportados por los diferentes autores se muestran, a veces, contradictorios y confusos. Parece asumirse que la ausencia de un efecto claro de la duración de la luz sobre la secreción de las gonadotropinas y sobre la actividad ovárica, en condiciones de ambiente controlado, es debida a la escasa intensidad lumínica y/o a que los patrones de variación de la longitud del día no son adecuados para mantener estables los ritmos de melatonina, y, por lo tanto, poder influir en el eje hipotálamo-hipófisis-ovarios. En efecto, los ritmos de melatonina originados por el fotoperiodo, en el caso de las cerdas, requieren una intensidad lumínica más alta que otras especies, siendo insuficiente la intensidad lumínica presente en

las granjas de porcino para inducir el modelo diurno de melatonina (Quiles, 2017).

Como es lógico, las temperaturas extremas perjudican a las hembras reproductoras, no obstante en los casos extremos, las temperaturas elevadas ocasionan más problemas que las temperaturas bajas. Las necesidades nutritivas del animal dependen de la temperatura del medio (Espinosa, 2002). Si bien existe manifiesto del celo, pero se considera de menor tiempo, porque la información en condiciones climáticas más optimas, se dice que dura 36 a 96 horas (Súñiga, 2006).

5. CONCLUSIONES

Es posible desarrollar la técnica de inseminación artificial en condiciones de nuestro altiplano, en razón de que los machos, por su buen lívido, responde a la monta y no rehúye al contacto de la mano del hombre con su glándula, es evidente que aún falta estandarizar la detección del celo fértil, los síntomas y tiempo determinante y optimo del celo, de esta manera generar un detalle de las características propias de manifestación de celo en condiciones altiplánicas y propias de las razas difundidas en este medio, por el cual en este documento aún no se reporta gestación. Se debe de desarrollar los protocolos propios de colección de semen y estandarización de los protocolos de inseminación artificial.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bravo, O. 2015. Manejo de semen para obtención de dosis. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 2.

Espinosa, Y. 2002. *Porcinocultura.com*. Recuperado el 27 de septiembre de 2020, de <https://www.porcicultura.com/destacado/Ciclo-sexual-de-la-cerda-y-factores-que-influyen-en-el-indicador-reproductivo->

parto%C2%B0cubriciones-de-esta especie

FAO. 2007. *Los Recursos Zoogenéticos*. Obtenido de <http://www.fao.org/al389s/al389s.pdf>.

IIP. 2008. *Manual de Procedimientos Técnicos para la Crianza Porcina*. La Habana, Cuba: Ediciones CIMA.

Lordán, M. A. 1999. *La importancia de la inseminación artificial en porcino*. Obtenido de https://www.elrincondelosfamosos.com/inseminacion_porcino.html.

Minitube. 2020. *Tecnología en Reproducción Animal*. Alemania.

Mosqueira, J. 2014. *EVALUACIÓN DE DOS SISTEMAS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL: CERVICAL Y POS CERVICAL EN CERDAS*. Tesis de grado. Quito, Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, Facultad de medicina veterinaria y Zootecnia.

Ochoa, M. R. 2002. *Situación Actual de la Porcicultura en el Ecuador*. La Granja, 2.

Quiles, A. 2017. *Infertilidad Estacional de la Cerda. Influencia del fotoperiodo*. Murcia, España: Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia.

Súñiga, Y. 2006. *Detección de celo en cerdas*. San José, Costa Rica: INTA-AECL.

Torrenes, & Q., T. D. 2013. *Manual de Inseminación Artificial Porcina*. Managua, Nicaragua: UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, Facultad de ciencia animal.

Evaluación de la fertilidad a efecto de la inseminación artificial y monta controlada en cabras (*Capra hircus*) en el departamento de Potosí

Fertility evaluation for the effect of artificial insemination and controlled mounting in goats (*Capra hircus*) in the department of Potosí

Quispe Paxipati Cesar Humberto¹ y Vera Tola Rubén²

¹Investigador, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.
²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: zoot.cesar@gmail.com

RESUMEN

La investigación se realizó en comunidades de los municipios de Vitichi, Villazon y Tupiza del departamento de Potosí, para evaluar la fertilidad por inseminación artificial con semen fresco conservado y monta controlada en cabras, la IPDSA-MDRyT a través del Proyecto Ovinos y Caprinos, el año 2017 realizó la inseminación artificial (IA) 2734 y monta controlada (MC) 999 cabras mestizas (cruce criolla con Saanen y Anglonubiana). Se utilizó un solo protocolo de sincronización de celo, el semen para la IA fue colectado de 2 machos raza Saanen y 3 raza Anglonubian, los machos para la MC fueron seleccionados de los mismos rebaños y preparados nutricionalmente; con los datos registrados se realizó una tabla de frecuencias, para evaluar la independencia de las variables se utilizó el estadístico Ji-cuadrado. El % de celo fue 88.2 y 87.5 para ambas técnicas reproductivas, la preñez, por confirmación de ultrasonografía a los 35 días fue de 37.9 y 75.4%; la fertilidad de 36.9 y 73.8% y prolificidad 167.8 y 165.3% para inseminación artificial y monta controlada respectivamente. Se evidencia que la preñez y la fertilidad en cabras están asociadas a los métodos reproductivos, sin embargo, la natalidad y prolificidad no están asociadas al método reproductivo.

Palabras clave: Caprinos, fertilidad, prolificidad, monta controlada, inseminación artificial.

ABSTRACT

The research was carried out in communities of the municipalities of Vitichi, Villazon and Tupiza of the department of Potosí, to evaluate fertility by artificial insemination and controlled riding in goats, the IPDSA-MDRyT through the Ovinos y Caprinos Project, in 2017 carried out the artificial insemination (AI) 2734 and controlled riding (MC) 999 crossbred goats (Creole cross with Saanen and Anglonubiana). A single heat synchronization protocol was used, the semen

for the AI was collected from 2 males Saanen breed and 3 Anglonubian breed, the males for the MC were selected from the same herds and prepared nutritionally; With the registered data, a frequency table was made, to evaluate the independence of the variables the Chi-square statistic was used. The % of heat was 88.2 and 87.5 for both reproductive techniques. Pregnancy, by ultrasonography confirmation at 35 days, was 37.9 and 75.4%; the fertility of 36.9 and 73.8% and prolificacy 167.8 and 165.3% for controlled breeding and artificial insemination correspondingly. It is evidenced that pregnancy and fertility in goats are associated with reproductive methods, however, natality and prolificacy are not associated with reproductive methods.

Keywords: Goats, fertility, prolificacy, controlled riding, artificial insemination.

1. INTRODUCCIÓN

Los caprinos en Bolivia, con una población de 1.868.512 cabezas (INE, 2015); representan una de las actividades productivas principalmente en los valles interandinos, de clima seco, mesotermicos, ubicados entre 1500 y 2900 metros sobre el nivel del mar (msnm). La precipitación anual en estas regiones es muy variable, con efectos adversos para la agricultura. Se distinguen dos épocas en el transcurso del año: la época húmeda que empieza con las primeras lluvias en noviembre o diciembre, y se extiende hasta marzo o abril; y la época seca, que va desde mayo hasta noviembre, con muy poca o nada de precipitación. La crianza de cabras se realiza en la mayoría en regiones desfavorecidas en cuanto a clima, suelo, infraestructura, tenencia de tierra, presión demográfica y accesibilidad a mercados. Los criadores de caprinos son pequeños productores que en su gran mayoría poseen una a dos hectáreas de tierra cultivable. Los criadores en su mayoría tienen rebaños mixtos de cabras y ovejas de 30 a 40 cabezas promedio (Stemmer, & Zárate, 2016). En el estudio de Altug (2002) en Mizque, se tomaron caracteres de reproducción en 270 hembras. El mayor número de partos durante el año de estudio ocurrió en los meses de junio

(23%), marzo (11.5%) y abril (10.7%); el menor número de partos (menos que 5%) se registró en los meses de enero, febrero y octubre. La tasa de parición promedio en hembras mayores a un año fue 79.4%.

En esta coyuntura productiva el Estado, a través de la intervención de la Institución Pública desconcentrada Soberanía Alimentaria del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras a través del Proyecto Ovinos y Caprinos, el año 2017 establece mecanismos de manejo reproductivo y realizó la inseminación artificial de 3099 cabras y monta controlada de 1142 cabras, el presente trabajo de investigación resume los resultado de la mencionada intervención en municipios productores de caprinos del departamento de Potosí, con el fin de ofrecer a los productores información real acerca de los índices reproductivos de los caprinos de la raza Saanen, Anglonubian y criollos mestizados. Por consiguiente el presente trabajo de investigación tiene por objetivo la fertilidad a efecto de la inseminación artificial y monta controlada en cabras en el departamento de Potosí.

Área de estudio

El estudio se realizó en los municipios de Vitichi, Villazon y Tupiza del departamento de Potosí, considerando

que en estos municipios se desarrollan actividades pecuarias como es la producción de ganado caprino.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las familias productoras de cabras con las que se trabajaron, fueron seleccionadas bajo los siguientes criterios: disponibilidad en manejo y cuidado de los animales a tratar, disponibilidad de pastoreo, pero por sobre todo el interés de implementar las alternativas reproductivas de la inseminación artificial y monta controlada. Con las familias seleccionadas se desarrollaron las siguientes actividades:

Selección e identificación de vientres. Se seleccionaron cabras vacías (sin gestar, diagnosticado usando un ecógrafo CHISON ECO 1 VET), de mayor tamaño, con un amplio canal de parto y edades entre 2 hasta 4.5 años (2 dientes a boca llena). Las cabras seleccionadas se identificaron con aretes de plástico y se registraron en planillas diseñadas para esta actividad, posteriormente se desparasitaron, vitaminizaron y mineralizaron.

Sincronización de celo. Tuvo una duración de 10 días como se describe a continuación (protocolo desarrollado por los autores):

Día 1: Aplicación de dispositivos intravaginales CIDR que contiene progesterona 0.3 g.

Día 7: Administración de la hormona eCG (Gonadotropina Corionica Equina) 300 IU.

Día 14: Retiro del dispositivo intravaginal y administración de PGF $_{2\alpha}$ 0.5 mg de D (+) Cloprostenol) (AL OVER vía intramuscular.

Día 9: Introducción de machos vasectomizados para la detección de celo.

Día 10: Inseminación artificial seguida de la aplicación de análogo de la hormona GnRH 2 ml (acetato de buserelina a concentración de 4.2 µg/ml) GESTAR OVER.

Colección y tratamiento de semen. 2 machos de la raza Saanen y 3 de la raza Anglonubian custodiadas en la Carrera Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Tomas Frías con sede en Tupiza, fueron utilizados como donadores de semen para la inseminación artificial. Los eyaculados en volúmenes entre 0.8 a 1.6 ml, concentración de 4200 millones de espermatozoides por ml y una motilidad progresiva mayor al 72%. El semen colectado se diluyó con el dilutor comercial Andromed, posteriormente se refrigeró en una conservadora a 5°C para su traslado a las comunidades y la aplicación a cabras en celo.

Los productores que optaron por realizar la monta controlada en sus rebaños, hicieron el esfuerzo de adquirir machos mejorados los cuales realizaron la monta a las cabras con celo sincronizado.

Inseminación artificial. A las cabras con celo identificadas por los retajos, se les procedió a depositar el semen refrigerado en la cérvix, con la ayuda de un espéculo y una insemineta. El procedimiento se repitió 17 a 20 días después de la inseminación artificial, con aquellas hembras que no quedaron preñadas.

Monta controlada. Las cabras con celo sincronizado fueron agrupadas en un corral, los machos mejorados se introdujeron para realizar el

empadre correspondiente. Las hembras empadradas fueron separadas en otro corral, para dar efectividad en el uso de los machos y tener un registro adecuado. El procedimiento se repitió a los 17 a 20 días después de la monta controlada, con aquellas hembras que no quedaron preñadas.

Toma de datos. Se tomaron datos de 4241 cabras, de las cuales 3099 se prepararon para la inseminación artificial y 1142 cabras para la monta controlada, pertenecientes a 111 familias de las comunidades de Tambalilla, Kajmiri, Chapicollo y Toquenza del municipio de Vitichi, Tambo, Cuartos y Mojo del municipio de Villazon y Tambo Mochara del municipio de Tupiza departamento de Potosí.

Las variables evaluadas se determinaron según el método descrito por Gibbons y Cueto, (2007):

- El porcentaje de celo de las cabras tratadas se determinó realizando la relación porcentual del conteo de hembras marcadas por los

retajos respecto a las hembras tratadas con el protocolo de sincronización de celo.

- El porcentaje de preñez se determinó realizando la relación porcentual del conteo de hembras gestantes determinadas por ultrasonografía 35 días pos inseminación artificial y monta controlada, respecto a las hembras inseminadas artificialmente y que fueron sometidas a monta controlada.
- El porcentaje de fertilidad se determinó realizando el conteo de las hembras que parieron, con relación a las hembras que fueron inseminadas o que fueron sometidas a monta controlada. Para evaluar el porcentaje de prolificidad se tomó en cuenta la relación porcentual de la cantidad de cabritos que nacieron con relación a las hembras que parieron.

- Para el análisis estadístico de los datos obtenidos, se realizó una tabla de frecuencias, para evaluar la independencia de las variables se

3. RESULTADOS

Cuadro 1. Preñez, fertilidad y prolificidad de cabras sometidas a dos técnicas reproductivas

Técnica reproductiva	Total sincronizadas	Cabras en celo	% Celo	Preñez (Ultrasonido a los 35 días)	% preñez	Número de partos	% Fertilidad	Número de crías nacidas	% Prolificidad
Inseminación artificial	3099	2734	88.2	1037	37.9 ^a	1009	36.9 ^a	1693	167.8 ^a
Monta controlada	1142	999	87.5	753	75.4 ^b	737	73.8 ^b	1218	165.3 ^b

^(a,b) muestra la dependencia de las variables de interés con las técnicas reproductivas.

utilizó el estadístico Ji-cuadrado.

El porcentaje de celo fue 88.2 y 87.5% para ambas técnicas reproductivas, debido a que se utilizó un solo protocolo de sincronización de celo. La preñez, por confirmación de ultrasonografía a los 35 días fue de 37.9 y 75.4%; la fertilidad de 36.9 y 73.8% y prolificidad 167.8 y 165.3% para monta controlada e inseminación artificial correspondientemente. Se evidencia que la preñez y la fertilidad en cabras están asociadas a los métodos reproductivos, sin embargo, la natalidad y prolificidad no están asociadas al método reproductivo.

4. DISCUSIONES

Martínez *et al.*, (2006); reportaron la fertilidad obtenida por monta natural de 82.5% y por inseminación artificial (con semen fresco) 67.5%; el índice de prolificidad de 1.20 ± 0.41 crías por parto para monta natural y 1.18 ± 0.39 crías por parto para inseminación artificial, indicando que el índice de prolificidad no es afectada por el tipo de servicio utilizado; para la sincronización de celo utilizaron esponjas intravaginales con 40 mg de acetato de flurogestona. La fertilidad encontrada en el presente trabajo de investigación es inferior para las dos técnicas reproductivas, pudiendo atribuirse a los factores medioambientales típicas de la región, además, del manejo tradicional de los rebaños.

Marcatoma (2015), sincronizó el celo con esponjas intravaginales conteniendo 45 mg de acetato de flurogestona. El porcentaje de fertilidad con semen crioconservado fue 60% (3/5) mientras que con semen fresco obtuvo 40% (2/5). El porcentaje de fertilidad en el presente trabajo de investigación con semen conservado

fue de 37.9%. Al respecto Cortés, (2003) menciona que los procesos de conservación espermática (refrigeración y congelación) tienen influencia sobre la capacitación y reacción acrosómica prematura, indica que el calcio ionóforo es capaz de incrementar el porcentaje de espermatozoides reaccionados sin necesidad de una capacitación previa en parte de la población espermática, siendo su efecto similar en el semen fresco y refrigerado y nulo en el congelado.

En 180 cabras criollas y mestizas Nubian, Alpina y Toggenburg sincronizadas con esponjas conteniendo 40 (grupo A) y 45 (grupo B) mg de Acetato de fluorogestona durante un lapso de 19 días e inyección al momento de la extracción de 500 UI de PMS IM. Las hembras fueron inseminadas dos veces sin detección previa del celo 30 a 34 h después de la extracción y 21 a 26 h después. Se utilizó semen congelado de las razas Saanen, Alpine Chambisee y Poitevine importados de Francia. La fertilidad total difirió significativamente, siendo mayor en el grupo B (23.5%) que en A (17.1%). También fue significativa la diferencia entre los animales tratados con esponjas de 40 mg de FGA (10.8% de fertilidad y 142.9 de prolificidad) respecto a los tratados con esponjas de 45 mg (24.2% de fertilidad y 168.2% prolificidad) (González-Stagnaro, García, & Castillo, 1975). La prolificidad encontrada en el presente trabajo de investigación fue de 167.8 y 165.3% para inseminación artificial con semen conservado y monta controlada, se atribuye a la administración de la hormona eCG (Gonadotropina Corionica Equina) 300 UI en el proceso de sincronización de celo.

5. CONCLUSIONES

De las técnicas reproductivas utilizadas

en el presente trabajo de investigación, la monta controlada es la que mejores resultados mostró, existe evidencia para afirmar que la preñez y fertilidad están asociadas a las técnicas reproductivas implementadas, en tanto la prolificidad es independiente de las técnicas reproductivas y que seguramente responde a factores genéticos y nutricionales. La monta controlada es una buena alternativa de manejo reproductivo, sin embargo, se debe priorizar la calidad genética del macho y su preparación para la época reproductiva.

La inseminación artificial es una técnica que aún requiere de precisión al momento de la detección de celo, el manejo adecuado del semen y el método de deposición de la misma en el tracto reproductivo de la hembra. Es una herramienta que, si se ajustan los aspectos ya mencionados, aceleraría la mejora genética ya que podría disponerse de semen de machos de alto valor genético de países que se especializan en la crianza de caprinos.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Altug, T. 2002. Caracterización de la cabra criolla y su entorno productivo en los valles interandinos de Bolivia (en alemán). (Tesis de doctorado). Universidad Hohenheim, Stuttgart, Alemania
- Cortés Gallego, S. 2003. Efecto de la conservación sobre la fisiología espermática de semen caprino. Universidad Complutense de Madrid, Servicio de Publicaciones.
- Gibbons, A., M. Cueto., M. Wolff, J. Arrigo y J. V. García 1993. Obtención, Procesamiento y conservación del Semen Ovino. Manual de divulgación. Comunicación Técnica de Producción Animal del INTA Bariloche No 443
- González-Stagnaro, C., García, B. O., & Castillo, J. 1975. Inseminación artificial programada en cabras con semen congelado importado. *Ciencias Veterinarias (Venezuela)* v. 5 (1-2) p. 119-140.
- INE. 2015. Instituto nacional de estadística Bolivia, Censo Agropecuario 2013 Bolivia. Recuperado de: https://www.sudamericarural.org/images/en_papel/archivos/CENSO-AGROPECUARIO-BOLIVIA_final.pdf
- Marcatoma, L., & Carlos, J. 2015. Comparación de la fertilidad de semen fresco y semen crioconservado de cabras Saanen, usando inseminación artificial, mediante el porcentaje de concepción (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- Martínez-Rojero, R. D., Hernández-Ignacio, J., Hernández-Hernández, H., Michel-Aceves, A. C., & Valencia-Méndez, J. 2006. Inseminación artificial intrauterina en cabras criollas con semen refrigerado. *Agrociencia*, 40(1), 71-76.
- Stemmer, A., & Zárate, A. V. 2016. La crianza de caprinos en Bolivia y la función primordial de la cabra criolla. *Biodiversidad caprina iberoamericana*, 169.

Evaluación de índices reproductivos en ovinos (*Ovis aries*) con inseminación artificial y monta controlada en comunidades de Oruro y La Paz

Evaluation of reproductive indices in sheep (*Ovis aries*) with artificial insemination and controlled riding in communities of Oruro and La Paz

Vera Tola Rubén¹ y Quispe Paxipati Cesar Humberto²

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Investigador, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: veraruben1984@gmail.com

91

RESUMEN

La investigación se realizó en Oruro y La Paz, para evaluar los índices reproductivos por efecto de la inseminación artificial y monta controlada en ovinos, la IPDSA- MDRyT a través del Proyecto Ovinos, el año 2017 realizó la inseminación artificial (IA) de 6178 y monta controlada (MC) de 3168 ovinos; se tomaron datos de 800 ovinos (400 IA y 400 MC) razas Hampshire Down y Corriedale. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial y prueba múltiple de Duncan. El celo fue de 78.62%; animales de 2 y 4 dientes fueron inferiores a los de 6 y 8 dientes. La raza Hampshire Down presentó 80.75% superior a Corriedale inferiores a los de 6 y 8 dientes. La raza Hampshire Down presentó 80.75% superior a Corriedale inferiores a los de 6 y 8 dientes. La fertilidad fue del 66%, animales de 2 y 8 dientes fueron inferiores a los de 6 dientes pero similares a los de 4 dientes, animales con IA tuvieron 58.61%, inferior a MC 73.44%. La parición fue de 67.24%, animales de 2 y 8 dientes fueron inferiores a los de 6 dientes, similares a los de 4 dientes, en La Paz fue 65.16%, inferior a Oruro 69.32%, animales con IA tuvieron 59.30%, inferior a MC 75.19%. La prolificidad fue del orden de 102.35%, no habiendo diferencias para otros factores. El peso al nacimiento fue de 4.3 kg; corderos de madres de 2 dientes fueron inferiores a los corderos de madres de 8, 6 y 4 dientes, en La Paz tuvieron 3.8 kg, inferior a Oruro 4.79 kg, corderos nacidos por IA tuvieron 4.23 kg, inferiores a los de MC: 4.37 kg.

Palabras clave: Fertilidad; Prolificidad; Razas ovinas; Reproducción.

ABSTRACT: CT

The research was carried out in Oruro and La Paz, to evaluate the reproductive indexes due to artificial insemination and controlled riding in sheep, the IPDSA - MDRyT through

the Ovine Project, in 2017 it carried out the artificial insemination (AI) of 6178 and controlled mount (MC) of 3168 sheep; data were taken from 800 sheep (400 AI and 400 MC) Hampshire Down and Corriedale breeds. For the statistical analysis a randomized block design was used, with factorial arrangement and multiple Duncan test. The heat was 78.62%; animals with 2 and 4 teeth were inferior to those with 6 and 8 teeth. The Hampshire Down breed presented 80.75% higher than Corriedale 76.5%; in La Paz it was 81.25% higher than Oruro (76%). Fertility was 66%, animals with 2 and 8 teeth were inferior to those with 6 teeth but similar to those with 4 teeth, animals with AI had 58.61%, lower than MC 73.44%. The calving was 67.24%, animals with 2 and 8 teeth were lower than those with 6 teeth, similar to those with 4 teeth, in La Paz it was 65.16%, lower than Oruro 69.32%, animals with AI had 59.30%, lower than MC 75.19%. The prolificity was of the order of 102.35%, there being no differences for other factors. The birth weight was 4.3 kg; lambs of mothers of 2 teeth were inferior to lambs of mothers of 8, 6 and 4 teeth, in La Paz they had 3.8 kg, inferior to Oruro 4.79 kg, lambs born by AI had 4.23 kg, inferior to those of MC: 4.37 kg.

Keywords: Fertility; Prolificity; Reproduction; Sheep breeds.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, según el INE (2013) la población de ovinos fue de 6.267.743 de cabezas; de este total 1.599.822 machos y 4.667.921 hembras. En los departamentos de La Paz y Oruro se encuentran 2.987.224 ovinos, lo que representa el 48% de la población de ovinos a nivel nacional.

Actualmente en el mercado, el precio de la lana de ovino ha decaído por la competencia con las fibras sintéticas, por lo que la ganadería ovina se tiene que orientar a la producción de carne, dejando en segundo plano la producción de lana, para esto se tiene que buscar ovinos que tengan una buena ganancia de peso.

La ganadería ovina en los departamentos de La Paz y Oruro, desarrolló hasta el punto en el que se cuenta con la presencia de varias razas y la presencia de mestizos de estas razas con la Criolla, tales son las razas Hampshire Down, Suffolk, Corriedale, Targhee, Rambouillet, Assaf, Asblack, producto de la introducción por

entidades del estado y ONG, en apoyo a los productores de ovinos, que en su mayoría hasta ahora cuentan con los ovinos Criollos.

No se tiene experiencias a nivel de campo del manejo reproductivo con la inseminación artificial y la monta controlada, menos con información técnica de los indicadores reproductivos y productivos que den cuenta del incremento de la producción y mejoramiento de estas razas, si bien existen las razas ya mencionadas las mismas no se las maneja de forma eficiente en la reproducción, de manera que ofrezca notables incrementos en la producción.

Es por esto que el Estado, a través de la intervención de la Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras a través del Proyecto Ovinos, el año 2017 establece mecanismos de manejo reproductivo y realizó la inseminación artificial de 6178 borregas y monta controlada de 3168 borregas,

base en la cual se incursionó con el presente trabajo de investigación, con el fin de ofrecer a los productores información real acerca de los índices reproductivos de los ovinos mejorados de la raza Hampshire Down y Corriedale, en los departamentos de La Paz y Oruro. Por consiguiente el presente trabajo de investigación tiene por objetivo evaluar los índices reproductivos por efecto de la inseminación artificial y monta controlada en ovinos en comunidades de los departamentos de Oruro y La Paz.

Área de estudio

El estudio se realizó en los municipios de Sica Sica y Papelpampa del departamento de La Paz y los municipios de Toledo y El Choro del departamento de Oruro, considerando que estos municipios están ubicados en la ribera del río Desaguadero.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Entre los materiales utilizados fueron: 800 borregas y 22 careros de las razas Hampshire Down y Corriedale, kit de inseminación artificial (vagina artificial, vasos colectores, insemineta, eséculo pico de pato), minerales, vitaminas, hormonas (GnRH, eCG, Prostaglandia F_{2α}, CIDR con P4, gel de ecografía, dilutor comercial ANDROMED), equipos (Ecógrafo, microscopio).

Selección de familias participantes.

Se realizó la selección de familias coparticipes para la inseminación artificial y monta controlada en sus hatos en los municipios indicados. Dicha selección se basó en la disponibilidad de cuidado y control de los animales, disponibilidad de información, principalmente la inquietud de los productores por participar con las actividades de inseminación artificial y la monta

controlada. Una vez seleccionadas las familias participantes, se desarrollaron las siguientes actividades:

Selección e identificación de vientres.

Se seleccionaron hembras vacías (sin gestar) mediante el uso de un ecógrafo, hembras de mayor tamaño y con un amplio canal de parto, las edades de las hembras oscilaron de entre 1.5 años hasta 4.5 años (2 dientes a boca llena), estas hembras se identificaron con aretes y se registraron en planillas diseñadas para esta actividad, posteriormente las hembras seleccionadas se desparasitaron, vitaminizaron y mineralizaron.

Sincronización de celo. Se realizó la sincronización de celo, según MDRyT (2016) con la aplicación de hormonas, la misma que tuvo una duración de 10 días, conforme el siguiente detalle:

Día 1: la aplicación de dispositivos CIDR que contiene progesterona 0.3 g.

Día 7: administración de la hormona eCG (Gonadotropina Corionica Equina) 300 UI.

Día 8: retiro del dispositivo CIDR y la administración de PGF_{2α} 0.5 ml por borrega.

Día 9: introducción de machos vasectomizados para la detección de celo.

Día 10: inseminación artificial seguida de la aplicación de análogo de la hormona GnRH 2 ml (acetato de buserelina a concentración de 0.0042 mg/ml).

Colección y tratamiento de semen. El centro de mejoramiento genético de ovinos implementado por la IPDSA (Institución Pública Desconcentrada Soberanía Alimentaria), ubicado en la localidad de Toma Toma (Oruro), alberga

a 11 carneros de la raza Hampshire Down y 11 carneros de la raza Corriedale, con certificado de pedigrí, los mismos fueron importados desde Argentina y Perú, de los cuales 3 carneros de la raza Hampshire Down y 3 carneros de la raza Corriedale, fueron utilizados como donadores de semen para la inseminación artificial. Los eyaculados que se utilizaron para la I.A. (Inseminación artificial) fueron volúmenes mayores a 1 ml, concentración de 3500 millones de espermatozoides por ml, una motilidad progresiva de más de 70%. Una vez colectado el semen se realizó la dilución con el dilutor comercial Andromed, posteriormente se realizó la refrigeración dentro de un tecnopor a 5°C; por último se trasladó a las comunidades para la aplicación en las borregas en celo.

94

Para el caso de la monta controlada, los productores que optaron por esta metodología, hicieron el esfuerzo de adquirir machos mejorados, los mismos que se utilizaron para el cruzamiento con las hembras ya sincronizadas.

Evaluable el semen de dichos carneros, éste presentó similares características a los del centro de mejoramiento genético de ovinos implementado por la IPDSA.

Inseminación artificial y monta controlada. Una vez identificadas las hembras en celo con ayuda de retajos, se procedió a depositar el semen refrigerado con la ayuda de los instrumentos (espéculo y la insemineta) en el tracto reproductor de la borrega (cérvix). Este proceso se repitió 20 días después de la inseminación artificial, con aquellas hembras que no quedaron preñadas, para lo cual se introdujo retajos al rebaño para la detección de celo.

La monta controlada se implementó

realizando control individual introduciendo los carneros mejorados de los propios productores, al rebaño de hembras sincronizadas en celo; se separó las borregas empadras a otro corral, para dar efectividad en el uso de los carneros. Se repitió esta actividad 20 días después de la monta.

Toma de datos. Se tomaron datos de 800 borregas, de las cuales 400 tuvieron inseminación artificial, pertenecientes a 20 familias de las comunidades de Toma Toma, Chuquiña, Rancho Grande, Chalapata en Oruro y Unupata Centro, Laruta Circa Grande, Rivera Centro, Toloma Rivera, Milla Milla, Tarucamarca en La Paz y 400 con monta controlada, pertenecientes a 9 familias de las comunidades de Toma Toma, Chuquiña de Oruro y Unupata Centro, Rivera Centro, Rivera Alta, Milla Milla de La Paz. De todo este grupo de animales, 17 rebaños eran de la raza Corriedale y 12 rebaños de la raza Hampshire Down.

Para evaluar el porcentaje de presencia de celo, se determinó una vez introducidos los retajos en el rebaño de hembras, por la relación de hembras que presentaron el celo respecto a las hembras tratadas sometidas al protocolo de sincronización de celo.

Para encontrar el porcentaje de fertilidad, se consideró la relación porcentual de las hembras que parieron, con relación a las hembras que fueron inseminadas o que fueron sometidas a monta controlada.

Para el porcentaje de parición se consideró la relación porcentual de la cantidad de corderos que nacieron, con relación a las hembras que fueron inseminadas o que fueron sometidas a monta controlada.

Para evaluar el porcentaje de prolificidad se tomó en cuenta la relación porcentual de la cantidad de corderos que nacieron con relación a las hembras que parieron, mediante la fórmula siguiente: % Prolificidad = (cantidad de corderos que nacieron/ hembras que parieron)*100.

Para el peso vivo al nacimiento se realizó el control de peso vivo durante el primer día de vida de la cría, en el mismo se realizó el manejo del parto; no se observó partos distócicos ni la presencia de malformaciones.

Análisis estadístico. El análisis estadístico utilizado fue un diseño de bloques al azar, con arreglo factorial de 2*2*2 (raza, departamento, técnica reproductiva), a un nivel de significancia del 5%, y para las comparaciones de

medias se realizó la prueba de Rango Múltiple de Duncan.

3. RESULTADOS

En el cuadro 1, se muestra los resultados observados para las diferentes variables. El celo (%) fue 78.62, con un CV de 6.63, animales de 2 y 4 dientes con 69.5 y 73.5 fueron inferiores a los de 6 y 8 dientes con 86.5 y 85, esto se atribuye a que las hembras de menor edad no responden de manera eficiente a estímulos de agentes químicos externos, asimismo el ciclo estrual de las hembras primerizas no es bien marcado, la raza Hampshire Down presentó 80.75 superior a Corriedale 76.5, variación que se atribuye a que esta raza tiende a presentar celo de manera continua, distinto a la raza Corriedale, en La Paz fue 81.25 superior a Oruro 76.

Cuadro 1. Índices reproductivos por efecto de la inseminación artificial y monta controlada en ovinos en comunidades de Oruro y La Paz

95

controlada en ovinos en comunidades de...							
Raza	Depto.	Técnica reproductiva	Presencia de celo (%)	Fertilidad (%)	Parición (%)	Prolificidad (%)	Peso al nacimiento (kg)
Hampshire Down	La Paz	Monta controlada	83	68.83	72.34	106.54	3.9
		Inseminación artificial	87	57.65	57.65	100	3.7
	Oruro	Monta controlada	81	74.65	75.69	101.73	4.8
		Inseminación artificial	72	61.01	63.78	106.14	4.7
	La Paz	Monta controlada	76	73.57	74.88	102.72	4
		Inseminación artificial	79	55.79	55.79	100	3.7
Corr	Oruro	Monta controlada	78	76.74	77.83	101.73	4.8
		Inseminación artificial	73	59.99	59.99	100	4.8
	Promedio		78.62	66.02	67.24	102.35	4.3

Fuente: Elaboración propia, 2018.

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

95

Esto también se puede deber al tamaño de los animales, ya que en La Paz son ligeramente más pequeñas que los de Oruro, por lo mismo el efecto de las dosis empleadas en la sincronización de celo pudo haber influido.

La fertilidad (%) fue 66.02, con un CV de 9.45%. Animales de 2 y 8 dientes con 64.63 y 61.57 fueron inferiores a los de 6 dientes, con 71.5 pero similares a los de 4 dientes con 66.4, esto se atribuye a la menor experiencia de parte de los animales de menor edad y el cansancio de las hembras de boca llena. Animales inseminados artificialmente tuvieron 58.61, inferior a los animales con monta controlada (73.44).

La parición (%) fue 67.24, con un CV de 8.34%. Animales de 2 y 8 dientes con 64.63 y 62.76 fueron inferiores a los de 6 dientes con 73.11 y similares a los de 4 dientes con 68.48. Por similares características para fertilidad, en La Paz fue 65.16, inferior a Oruro 69.32, debido a que en Oruro se encuentran especies forrajeras de mayor calidad, asimismo la mayoría de las familias cuentan con riego y esta condición alimenticia pudo influir.

La prolificidad (%) fue 102.35, con un CV de 4.18%, no habiendo diferencias significativas para los factores de estudio planteados.

Para peso al nacimiento, éste en promedio fue de 4.3 kg, con un CV de 3.86%, para corderos de madres de 2 dientes fue 3.92 kg, inferior a los corderos de madres de 8, 6 y 4 dientes con 4.38 kg, 4.45 kg y 4.46 kg, respectivamente, debido al tamaño del vientre de las hembras.

En La Paz se tuvo 3.81 kg, inferior a Oruro 4.79 kg, esto se atribuye a la

alimentación recibida por las hembras en la gestación. Corderos nacidos por inseminación artificial tuvieron una media de 4.23 kg, valor inferior a la media de corderos nacidos por monta controlada 4.37 kg, se espera que la genética de los padres se manifieste en la ganancia de peso y pesos al destete y canal.

4. DISCUSIONES

Respecto a la presencia de celo, según Canqui *et al.* (2011), en Oruro al aplicar esponjas intravaginales para sincronización de celo, se encuentra una presencia de celo del 70%. Asimismo Magno (2015), reporta 94.74% y 100% de borregas Corriedale, que entraron en celo con la utilización de eCG. Los resultados encontrados en la presente investigación son similares a lo encontrado por Canqui *et al.* (2011) e inferiores a los encontrados por Magno (2015), debido a que las actividades fueron realizadas a nivel de campo.

En cuanto a la fertilidad, existieron diferencias entre las hembras que se realizaron inseminación artificial y monta controlada, diferencia que se atribuye a la mayor presencia de los machos con las hembras, ya que a la repetición del celo de las hembras, los machos tuvieron la ventaja de volver a montar en más ocasiones, frente a la inseminación artificial que se realizó una sola vez a las hembras que volvieron a presentar celo.

En la parición las hembras inseminadas artificialmente tuvieron 59.30, inferior a con monta controlada 75.19, lo cual se atribuye a la mayor presencia de los machos con el rebaño a diferencia de la inseminación artificial. Según Brebion (2005), la tasa de natalidad en

ovinos Corriedale es mayor al 90% y está directamente relacionada con el momento de servicio y manejo. Ortega, (2017) reporta en un estudio en la estación experimental Choquenaira, valores de parición de 55.56% y 66.57%, obtenidos mediante la inseminación artificial con semen fresco; en la localidad de Pan de Azúcar encontró 77.78%, dichos datos son similares a los encontrados en el presente trabajo de investigación.

Al respecto, de la prolificidad, Canaza (2017) obtuvo en ovinos de la raza Assaf valores de 130.8% y 128.6% de prolificidad con dosis de 250 y 350 UI de eCG, en Ayaviri, distrito Umachiri en Puno, Perú, mostrando valores superiores a los del presente trabajo; esta superioridad se atribuye a la metodología experimental realizada, considerando que el presente trabajo se desarrolló a nivel de campo. Así mismo Cruz (2018) reporta una prolificidad de 102% en ovino criollo de la provincia Abancay del Departamento de Apurímac en el Perú, datos que son similares al presente trabajo.

Los valores encontrados en el peso al nacimiento son similares y ligeramente superiores a los registrados por Isidro (2015), quién encontró pesos al nacimiento de ovinos mestizos Corriedale de 3.87 kg, 4.04 kg y 3.95 kg en tres comunidades del municipio de Santa Cruz de Callapa provincia Pacajes de Ica. Esto se atribuye a que en la presente investigación se utilizaron machos de pedigree. Así mismo, Amari (2019), encontró en la raza Corriedale un peso de 3.87 kg y 4.01 kg en hembras y machos respectivamente en la estación experimental Chuquibambilla, Perú, dichos resultados son similares a los

encontrados en el trabajo realizado, por las condiciones del animal y el pastizal en que se lo pastorea, que también son similares.

5. CONCLUSIONES

La monta controlada, se destaca frente a la inseminación artificial, si acaso la primera técnica se realiza de manera adecuada, aplicando sincronización de celo, correcta detección de celo con presencia de buen número de retajos y seguimiento del servicio de monta. Consecuentemente esta técnica es mucho más eficiente que el manejo reproductivo que realizan las familias de productores, ofreciendo así mayores índices reproductivos y mayores ingresos económicos.

La inseminación artificial, como una técnica al alcance de cualquier productor, es sin duda una buena alternativa por las ventajas que ofrece, ya que además de las conocidas, implica ahorro por el mantenimiento de machos reproductores, limita la presencia de enfermedades y anula los costos de adquisición de machos reproductores. Por ello esta técnica debiera ser adoptada por las familias con lo que se incrementaría la ganancia genética de sus rebaños.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Brebion P. Baril G., Chesné P. 2005. Manual de formación práctica para el transplante de embriones en ovejas y cabras. ONU - FAO. Roma, Italia. pp. 1-68.
- Canaza A. 2017. Evaluación de la fertilidad y natalidad en borregos de raza Assaf sincronizadas e inseminadas a inicios de época

- reproductiva. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Canqui J., Mollo J., Perez M. 2011. Sincronización de celo con prostaglandina y esponjas vaginales en vientres criollas de Lajma y Corriedale del CEAC en dos épocas. Revista Científica de Investigaciones en Ovinos. Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia.
- Instituto Nacional de Estadística. 2015. Censo Agropecuario 2013 Bolivia.
- Cruz J. 2018. Determinación de los parámetros productivos y reproductivos del ovino criollo en centros poblados de la provincia de Abancay - 2017. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Isidro W. 2015. Características de manejo y potencial productivo en ovinos Criollos (*Ovis aries*) en tres comunidades del municipio de Santiago de Callapa, provincia Pacajes. Tesina de grado. UMSA. La Paz, Bolivia.
- Magno R. 2015. Efecto de diferentes niveles de eCG sobre la fertilidad de borregas Corriedale inseminadas en época reproductiva. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- Mamani G. 2019. Estimación del coeficiente de consanguinidad y su efecto sobre peso al nacimiento en ovinos de la raza Corriedale. Tesis de grado. Universidad Nacional del Altiplano Puno, Perú.
- MDRyT, 2016. Inseminación artificial en ovinos. La Paz, Bolivia.
- Ortega G. 2017. Inseminación artificial con semen fresco en ovinos Corriedale en la estación experimental Choquenaira y comunidad Pan de Azúcar. Tesis para el grado de Lic. Ing. Agr. La Paz Bolivia. UMSA.

Diseño y construcción de una jaula de tres niveles para la producción tecnificada de cuyes (*Cavia porcellus* L.)

Design and construction of a three-level cage for the technical production of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.)

Machicado Gomez Richard Max¹, Quispe Mamani Nilo Gustavo² y Machicado Gomez Rodrigo³

¹Docente, Asignatura Producción de Cuyes y Conejos, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto.

²Arquitecto, carrera de Arquitectura, Universidad Mayor de San Andrés.

³Ingeniero Civil, carrera de Ingeniería Civil, Universidad Mayor de San Andrés.

¹Email address: machicado.gomez.richard@gmail.com

RESUMEN

El Cuy (*Cavia porcellus*), es una especie originaria de la zona andina de Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador, en Bolivia se localiza principalmente en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Oruro donde su crianza es una actividad completamente importante en la economía del campesino. Las instalaciones deben proteger a los cuyes del frío y calor excesivos, lluvia y corrientes de aire, tener buena iluminación y buena ventilación; para lograr este propósito es necesario hacer una selección correcta del lugar donde se van a ubicar las instalaciones y de los materiales que deben usarse para su construcción, se planteó el trabajo con el objetivo de Diseñar y desarrollar una jaula de tres niveles para la producción intensiva de cuyes (*Cavia porcellus* L.). En el Modulo de producción de la Carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria - UPEA. La infraestructura desarrollada tiene un área de 1.35 m², altura mayor 1.60 m, largo de la infraestructura 1.50 m, ancho de la infraestructura 0.90 m, esta infraestructura de tres niveles tiene la capacidad de albergar a un total de 33 cuyes y cada nivel alberga 10 cuyes hembras y 1 macho de manera cómoda. En conclusión el diseño es el resultado de las inquietudes y necesidades que tienen los productores de cuyes para ganar espacios e incrementar su población, el cual es considerado en un sistema de producción intensiva y adoptable por el productor, además los costos de su construcción son accesible para el hermano productor.

Palabras clave: Cuyes, diseño de jaula, costos.

ABS:

The Cuy (*Cavia porcellus*), is a species native to the Andean zone of Bolivia, Peru, Colombia and Ecuador, in Bolivia it is located mainly in the departments of Cochabamba, La Paz and Oruro

where its breeding is a completely important activity in the economy of the peasant. The facilities must protect guinea pigs from excessive heat and cold, rain and drafts, have good lighting and good ventilation; To achieve this purpose, it is necessary to make a correct selection of the place where the facilities will be located and the materials that must be used for their construction, the work was proposed with the objective of Designing and developing a three-level cage for the intensive production of guinea pigs (*Cavia porcellus* L.). In the Production Module of the Animal Science and Livestock Engineering Career - UPEA. The infrastructure developed has an area of 1.35 m², greater height 1.60 m, length of the infrastructure 1.50 m, width of the infrastructure 0.90 m, this three-level infrastructure has the capacity to house a total of 33 guinea pigs and each level houses 10 female guinea pigs and 1 male comfortably. In conclusion, the design is the result of the concerns and needs that guinea pig producers have to gain space and increase their population, which must be considered in an intensive production system that can be adopted by the producer, and the costs of its construction are accessible to the producer brother.

Keywords: Guinea pigs, cage design, costs.

1. INTRODUCCIÓN

El Cuy (*Cavia porcellus*), es una especie originaria de la zona andina de Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador, es un producto alimenticio nativo, de alto valor nutritivo y bajo costo de producción, que contribuye a la seguridad alimentaria de la población rural de escasos recursos.

Teniendo en cuenta que el cuy es una especie precoz, prolífica, de ciclos reproductivos cortos y de fácil manejo, su crianza técnica puede representar una importante fuente de alimento para familias de escasos recursos, así como también una excelente alternativa de negocio con altos ingresos (FAO, 1997).

A diferencia de la crianza familiar, un manejo técnico del cuy puede llegar a triplicar la producción a partir de una mejora en la fertilidad de las reproductoras, una mayor supervivencia de las crías y una mejora en la alimentación para un rápido crecimiento y engorde.

En Bolivia la crianza de cuyes bajo

criterios técnicos, tiene un proceso aproximado de 24 años, la crianza se localiza principalmente en las regiones del Valle, Altiplano y Trópico de los departamentos de: Cochabamba, Sucre, Tarija, La Paz, Oruro y Potosí en los cuales es una actividad completamente importante en la economía y estrategia de producción del campesino. Así mismo el cuy está ligado directamente a la dieta alimenticia de los sectores de menores ingresos del país (Rico y Rivas, 2011).

Para la instalación de una granja de cuyes debe hacerse un análisis previo del medio ambiente que rodea el área elegido. Considerar el clima, disponibilidad de forraje, cercanía al mercado, entre otros factores.

Cualquiera sea el nivel de producción, antes de instalar una granja deben tomarse en cuenta aspectos como clima, disponibilidad de recursos alimentarios y de mano de obra especializada, disponibilidad de reproductores de buena calidad, potencialidades del

mercado y facilidades de acceso para la comercialización (Enríquez y Rojas, 2004).

Las instalaciones deben proteger a los cuyes del frío y calor excesivos, lluvia y corrientes de aire, tener buena iluminación y buena ventilación; para lograr este propósito es necesario hacer una selección correcta del lugar donde se van a ubicar las instalaciones y de los materiales que deben usarse para su construcción. Al seleccionar el lugar correcto debe tenerse en cuenta la cercanía a las vías de acceso, donde no se produzcan inundaciones y que permita futuras ampliaciones. La ubicación de las pozas dentro del galpón debe dejar corredores para facilitar el manejo, la distribución de alimento y la limpieza (Esquivel, 1994).

La mayor parte de la literatura registra que la temperatura óptima está en la gama de 18 a 24°C. Cuando las temperaturas son superiores a 34°C, se presenta postración por calor. Exponiendo los cuyes a la acción directa de los rayos del sol se presentan daños irreversibles y sobreviene la muerte en no más de 20 minutos. Las más susceptibles son las hembras con preñez avanzada. Las altas temperaturas ambientales afectan la fertilidad en los cuyes machos. Debe considerarse que el número de animales por grupo y por ambiente modifican la temperatura interna variando muchas veces la temperatura óptima planteada (Chauca, 1997).

Las pozas son divisiones dentro de los galpones en las que se mantienen los animales separados en grupos similares en edad sexo y clase. El sistema de pozas constituye la base del manejo de una explotación tecnificada ya que elimina el

concepto del manejo de los animales en colonias en el cuál se mantienen juntos todos los animales.

Normalmente las pozas se asientan sobre el piso del galpón. En algunas zonas de clima cálido y húmedo, se utilizan pozas elevadas con piso de malla o con piso de tiras de madera, de manera que los excrementos y la orina caigan al piso a través de la malla. Las pozas evita la competencia de crías y adultos por el alimento porque no se crían juntos (Esquivel, 1994).

Las instalaciones con jaulas requieren de una mano de obra calificada en la construcción de jaulas, ya que deben tener sistemas adicionales de drenaje y evacuación de desechos, sistemas de alimentación, esto es: bebederos y comederos (FAO, 2010).

Jaula de varios pisos, su principal ventaja es el mejor aprovechamiento del espacio en el galpón de crianza. Higiene y sanidad que se realiza con mayor eficiencia. (Esquivel, 1994)

Es por ello que el objetivo del presente estudio fue Diseñar y desarrollar una jaula de tres niveles para la producción intensiva de cuyes (*Cavia porcellus* L.). En el Módulo de producción de la Carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria - UPEA.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo fue desarrollado en los predios de la sede Académica de Kallutaca en el área de la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria de la Universidad Pública de El Alto.

Diseño de la jaula. El diseño de las jaulas intensivas verticales se desarrolló

mediante el programa de AUTOCAD Versión 2015.

- Jaula de tres niveles de 1.5 x 0.9 x 1.6 (Largo x Ancho x Altura total).

Compra de materiales. Una vez aprobado el diseño se procedió a realizar la cotización y compra de materiales de construcción, que consistió en:

- 8 Barras de fierro de 1/2 Pulgadas
- 5 Barras de fierro de 1/8 Pulgadas
- 3 Barras de fierro de 1/4 Pulgadas
- 1 Barra de fierro de tipo Angular
- 1 Equipo Amoladora
- 1 Equipo de soldar
- 4 kg de Electrodo de soldar
- 1 Bote de pintura de 1.5 litros
- 10 Metros lineales de Calamina Plana
- Se Realizó el corte de las mallas cuadriculadas según las medidas indicadas en el plano de construcción realizados por Quispe N.G. y Machicado R.E. y procedio a unirlos con alambre galvanizado para sujetar la malla con la estructura metálica.
- Utilizando calamina plana se elaboró las bandejas de metal para las estercoleras y orina de los cuyes.
- Concluido el armado de la



102

Elaboración de la jaula.

- Se realizó el corte los fierros según las medidas indicadas en los planos de construcción realizados por Quispe N.G. y Machicado R.E.
- Unión de las barras de fierro mediante soldadura, cuatro puntos por uniones, con la finalidad de asegurar perfectamente las uniones.



102

infraestructura se procedió al pintado utilizando pintura al aceite, que recubre al metal evitando la oxidación por efecto de la orina de cuyes.

- Por último se realizó la conexión de chupones para el uso eficiente del agua.



Análisis estadístico. Así mismos estos análisis se realizaron de manera descriptiva.

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Estos planos son la representación gráfica del proyecto Diseño y construcción de una jaula de tres niveles para la producción tecnificada de cuyes (*Cavia porcellus* L.) y comprende una serie de dibujos, esquemas y figuras que es la perspectiva necesaria para llegar a una comprensión visual del diseño. En los planos están implícitos los resultados de los cálculos y diseño propio, bajo la hipótesis manejada, de que los cuyes se adaptan muy bien a las nuevas infraestructuras adoptadas en el Altiplano

Este diseño planteado se refleja en los planos elaborados bajo el programa AutoCad Ver. 2015.

La infraestructura desarrollada tiene

un área de 1.35 m², altura mayor 1.60 m, largo de la infraestructura 1.50 m, ancho de la infraestructura 0.90 m, esta infraestructura de tres niveles tiene la capacidad de albergar a un total de 33 cuyes y cada nivel alberga 10 cuyes hembras y 1 macho de manera cómoda.

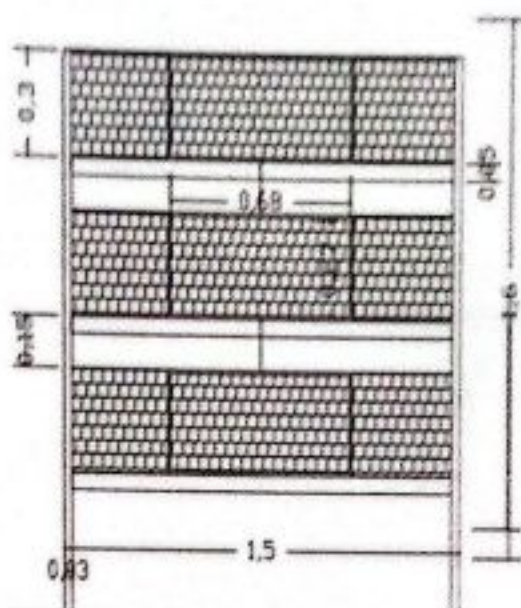


Figura 1. Vista frontal jaula de tres niveles para cuyes

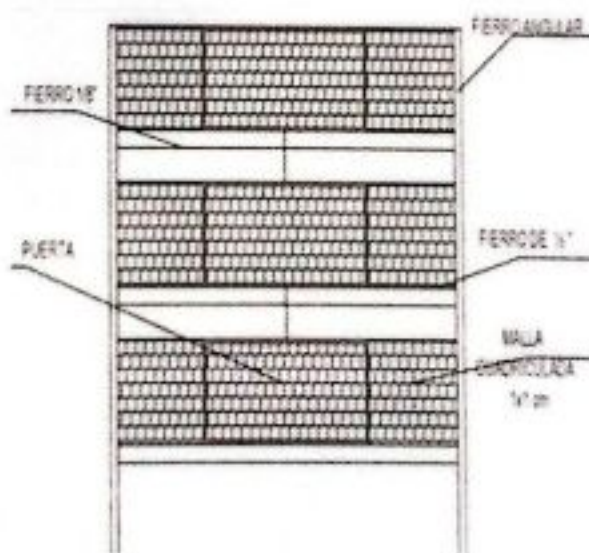


Figura 2. Detalles jaula de tres niveles para cuyes

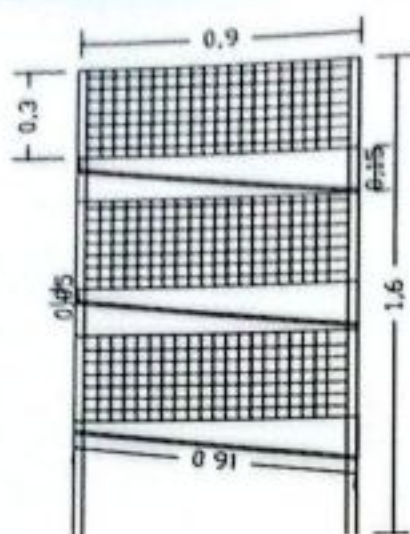


Figura 3. Vista lateral jaula de tres niveles para cuyes

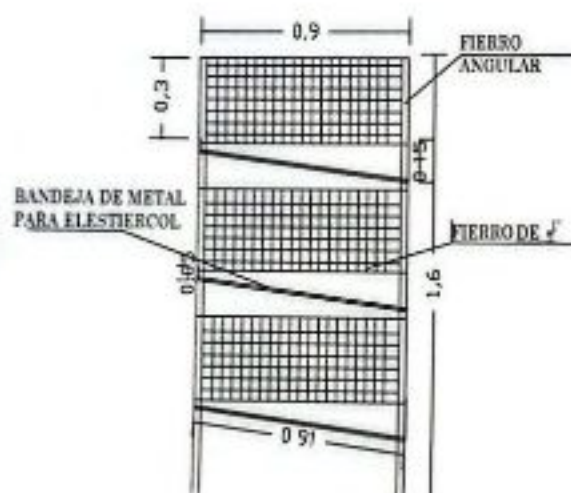


Figura 4. Detalles vista lateral jaula de tres niveles para cuyes (Quispe Machicado, 2017)

Cuadro 1. Detalles costos jaula de tres niveles para cuyes (Bs)

DESCRIPCION	CANTIDAD	P/U (Bs)	TOTAL (Bs)
BARRAS DE 1/2	8	55	440
BARRAS DE 3/8	5	34,5	172,5
ANGULARES	2	39,5	79
MALLA CUADRICULADA	30	25	750
KG DIODO	3	24	72
KG ALAMBRA GALBANIZADO	4	17	68
PARES DE VISAGRAS	7	3	21
Total			1602,5

Fuente: Machicado R. (2017)

Observando el cuadro 1, sobre costos de infraestructura diseñada observamos que los costos son inferiores a los del mercado, que llegan a costas has 2500 Bs.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente ensayo se concluye:

Los planos de construcción de jaulas de tres niveles puedan ser utilizados por las familias productoras de cuyes.

Esta infraestructura es para que sea adoptada por las familias campesinas, para mejorar el manejo productivo y reproductivo en cuyes.

Mejorar los aspectos sanitarios por la fácil limpieza de la batería de producción de cuyes.

ÁREA DE ALIMENTOS, INDUSTRIA Y TECNOLOGÍA

Método de modelación de áreas descanso para camélidos (*Lama glama*; *Vicugna pacos*) para diseño de qarwa utas

Modeling method of rest areas for camelids (*Lama glama*; *Vicugna pacos*) for designing qarwa utas

Flores Lopes Francisco¹, Vera Tola Rubén² y Cachi Maria Eugenia³

¹Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto.

²Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto.

³Estudiante, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria, Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: franc_zoot@hotmail.com

RESUMEN

Las construcciones para protección de los camélidos son denominados "Qarwa utas" protegen y reduce la mortalidad y gasto de energía, favorece la economía del criador, en Bolivia instituciones implementaron infraestructura de forma empírica respecto a las medidas necesarias por animal, por esta razón el objetivo fue modelar áreas descanso para camélidos para diseño de qarwa utas. El trabajo se realizó en MIPP - Kallutaca, se trabajó con llamas de IZIP en Kallutaca - La Paz a los cuales se hizo la medición de la longitud mayor con el cuello extendido y en ancho mayor, peso vivo, para encontrar el área ocupada se aplicó tres métodos, biometría, ecuación y relación peso/área. Se pudo evidenciar que existe una similitud en cuanto al área necesaria por animal en m², entre los tres métodos, animales grandes, demandan 1.49, 1.64, 1.73 animales medianos 1, 1.20, 1.57 y animales pequeños 0.59, 0.56, 0.51 entre los tres métodos (biometría, ecuación y relación peso/área) respectivamente, estos valores son de referencia para futuras construcciones tomando en cuenta las medidas de los animales.

Palabras claves: Áreas para camélidos, descanso, modelación.

ABSTRACT

The constructions for the protection of camelids are called "Qarwa utas", they protect and reduce mortality and energy expenditure, it favors the economy of the breeder, in Bolivia institutions have empirically implemented infrastructure regarding the necessary measures per animal, for this reason the objective was modeling resting areas for camelids for qarwa utas design. The work was carried out in MIPP - Kallutaca, it was worked with llamas from IZIP in Kallutaca - La Paz to which the measurement of the greater length was made with the neck extended and

in greater width, live weight, to find the occupied area was applied three methods, biometrics, equation and weight / area ratio. It was possible to show that there is a similarity in terms of the necessary area per animal in m², between the three methods, large animals, demand 1.49, 1.64, 1.73 medium animals 1, 1.20, 1.57 and animals small 0.59, 0.56, 0.51 among the three methods (biometry, equation and weight / area ratio) respectively, these values are a reference for future constructions taking into account the measurements of the animals.

Keywords: Areas for camelids, modeling, rest.

1. INTRODUCCIÓN

Las Qarwa utas, construcciones para los camélidos; tienen por finalidad proteger a los mismos de las inclemencias climáticas como: lluvias, granizadas, nevadas y heladas, para mitigar o reducir mortalidad en animales adultos y principalmente en las crías. Mejorando las condiciones de crianza y reducir el desgaste de energía metabólica. Toda vez que, al reducir la mortalidad de los animales, se generan mayores ingresos económicos para el criador de camélidos (Arquiñeva y Pacci, 2014). Sobre la relación del medio ambiente y funciones vitales, se conoce que el consumo voluntario de los camélidos por unidad de peso metabólico, y es menor que los demás rumiantes, y también tienen disminuido el gasto calórico, el requerimiento de energía metabolizable para mantenimiento y el gasto calórico en ayuno que los rumiantes (Valenzuela 2018). Por lo antecedido, también se ha visto que en los distintos sitios del país, muchos proyectos inherentes a camélidos, implementaron infraestructura y fueron contruidos de forma empírica sin tomar en cuenta los tamaños reales o por edad de estos ejemplares, o la población familiar, es por eso que el objetivo de este trabajo es, modelar áreas descanso para camélidos (*Lama glama*; *Vicugna pacos*) para diseño de qarwa utas, mismos que puede ser un modelo a seguir y mejorar

para construir la infraestructura llamera o alpaquera.

Área de estudio

El trabajo se realizó en los Módulos de Investigación y Producción Pecuaria MIPP-Kallutaca, pertenecientes a la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria (IZIP) de la universidad Pública de El Alto (UPEA), ubicada en la carretera a Desaguadero, Municipio de Laja.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Biometría en posición de reposo

Se trabajaron con los camélidos pertenecientes a la carrera IZIP de la universidad Pública de El Alto-UPEA, conformados por distintas edades y sexos.

Se ha empleado la biometrización (Butron, 2012) empleando un camelímetro para realizar las distintas mediciones corporales

- Se ha modelado según la posición natural que adoptan los animales en reposo
- Para evitar su movimiento, se aplicó la técnica de la "winkulla".
- Se realizó la medición de la

4. RESULTADOS

Cuadro 1. Longitud mayor y ancho corporal para estimar el área demandada por las llamas

Longitud Mayor (m)	Ancho mayor (m)	Área básica (m ²)	Área libre (m ²)	Área final (m ²)
2.58	0.5	1.29	0.2	1.49
2.27	0.46	1.04	0.2	1.24
2.02	0.43	0.87	0.2	1.07
1.95	0.41	0.80	0.2	1.00
1.94	0.42	0.81	0.2	1.01
1.92	0.41	0.79	0.2	0.99
1.69	0.38	0.64	0.2	0.84
1.57	0.36	0.57	0.2	0.77
1.23	0.32	0.39	0.2	0.59

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro 1, se describen las distintas longitudes que adoptaron las llamas, tanto longitud como el ancho, por lo que los resultados muestran el área final. Entre los más destacables, se tiene que animales grandes, demandan 1.49 m², y un animal de talla media, demanda 1 m² y finalmente un animal pequeño demanda de 0.59 m². Estos resultados, son similares al indicado por la FAO-Bolivia (2009), que indica que el área para llamas hembras adultas, debe ser de 1.5 m²/animal y que un área de 45 m² (5 m x 9 m) puede alojar 40 animales.

Relación actual área por pesos vivos.

Una vez logrados resultados anteriores, se ha dividido el área total con el peso de cada uno de los animales para poder generar una relación área/peso, de esta manera tener información fidedigna, así como se observa en la siguiente tabla:

Cuadro 2. Relación peso vivo/área en el módulo camélidos de IZIP

Peso (kg)	Área (m ²)
107.2	1.73
100	1.61
98.8	1.59
97.6	1.57
74	1.19
65	1.04
32	0.51

Fuente: Elaboración propia

Considerando que estos datos son reales, es evidente que ocupan más espacio a comparación de otros resultados, cabe recalcar que hubo espacios holgados, el cual implicaría mayor comodidad ergonómica para los animales o por el contrario, implicaría desperdicio de espacio, considerando que en las áreas rurales, existen mayor población de animales.

Considerando las conceptualizaciones de Arquíñe y Pacci (2014), dicen que la función de la infraestructura es:

- Reducir la mortalidad de crías hasta un 20%.
- Atenuar las temperaturas bajas que se presenta en las zonas alto andinas en los meses de mayo a agosto.
- Reducir la posibilidad de que se presente neumonías en crías y adultos.
- Sirve como infraestructura para realizar el empadre controlado.
- Proteger crías de los animales de depredadores como el zorro, entre otros

Entonces justifica el realizar este tipo de análisis, considerando que en el área ganadera camélida, existe poca infraestructura de esta naturaleza, por lo que coadyuvará en la mejora de la productividad llamera-alpaquera.

Estimación del área demandada empleando ecuación matemática

Una vez desarrollado y reemplazado los pesos vivos a la ecuación, se tiene los siguientes datos:

Cuadro 3. Áreas obtenidas mediante el empleo de la ecuación.

factor A	Peso Vivo	X exponente	m ²
0.055	160	0.67	1.64
0.055	130	0.67	1.43
0.055	107.2	0.67	1.26
0.055	100	0.67	1.20
0.055	98.8	0.67	1.19
0.055	97.6	0.67	1.18
0.055	74	0.67	0.98
0.055	65	0.67	0.90
0.055	32	0.67	0.56

Fuente: Elaboración propia

El cuadro 3, muestra los resultados empleando la ecuación, donde animales con 160 kg de peso, muestran la necesidad de 1.64 m²; el animal con 100 kg de peso vivo, demanda 1.2 m² y una cría que tiene 32 kg de peso vivo, demanda 0.56 m²; entre los valores más importantes.

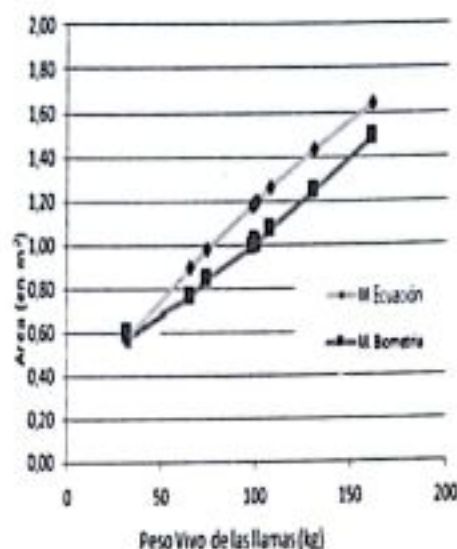


Figura 2. Comparación de áreas según los dos modelos

La figura 2, describe que el método biométrico con la ecuación ajustada, tienen la misma tendencia en la demanda de área según los diferentes pesos de los animales; los cuales difieren con las áreas reales de los espacios que ocupan los camélidos en los módulos productivos del IZIP. Las diferencias, posiblemente favorezcan la comodidad ergonómica de los animales o afecte la ineficiencia del empleo de la superficie dentro el interior de un cobertizo o qarwa uta. Entonces, así como lo asevera Care (2016), estas dimensiones permitirán a la infraestructura productiva proteger de forma eficiente contra los fenómenos climáticos adversos; bajas temperaturas (helada), vientos fuertes, granizadas o nevadas, fuertes lluvias, sequía, etc., que afectan directamente a la salud y producción del ganado.

4. DISCUSIONES

Dado los constantes cambios climáticos que se ha estado manifestando en los últimos años, muchas instancias gubernamentales como privadas, fueron apoyando el la construcción de estas infraestructuras, pero la capacidad de estos cobertizos no tiene un sustento matemático, pese a que en otras áreas de las ciencias se maneja apropiadamente la biometría, más que todo el peso vivo, de esta manera los resultados mostrados pretenden dar a los dedicados a la ganadería camélida una propuesta técnica que pueda incluso separar según grupos de animales como ser adultos como juveniles, sin embargo, será importante realizar validaciones para precisar su empleo. De esta manera cumplir con los verdaderos propósitos que tiene una "qarwa uta", así lo menciona Care (2016), protegiendo a los animales de los efectos negativos del clima, que va empeorando cada vez más con el pasar del tiempo, debido a la contaminación acelerada y los efectos del cambio climático. Frente a esta adversidad, la población rural debe estar preparada, por ello debe buscar alternativas que permitan la adaptación a estos cambios para reducir el riesgo por exposición y salvar la producción.

Es importante destacar que no se contempla patios, y corrales, que también son importantes para suplementar alimentos, hacer manejo de revisión rutinaria, sanitaria, de selección entre otros, para el cual también se debería de considerar otros criterios como área de ejercicios, comederos, bebederos, estercoleros entre otros., incluso en el diseño de la altura de las paredes, es importante aplicar la biometría del animal, así evitar la fuga de animales por salto que pudieran realizar.

Según Dillon y Juan Grigera (2011), mencionan que los animales no se estresan por si mismos, es el humano el que provoca el disconfort animal porque los somete a distintos sistemas de producción comercial. Para entender mejor las áreas donde trabajar, es bueno tener en cuenta el comportamiento normal de los animales su comportamiento natural, así como se ha realizado la biometría con adecuados espacios, minimizando la competencia, el miedo y el dolor.

5. CONCLUSIONES

Se ha modelado o determinado tres formas de calcular el área de reposo de los camélidos para el diseño de cobertizos o "qarwa utas", el cual es un modelo a seguir para futuras construcciones para la protección de principalmente las inclemencias climáticas, mismo que debe de ser validado con pruebas piloto en el comportamiento productivo y reproductivo.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Arquiñeva P. W., Pacci L. y Oliver G. 2014. Cobertizo Climatizado Como Cobijo Nocturno De Alpacas en el Distrito de Santa Ana, Provincia de Castrovirreyna-Huancavelica (tesis de grado). Universidad Nacional De Huancavelica. Facultad De Ingeniería Electrónica. Huancavelica, Perú.
- Boada F. (s/f). Zoometría de los Camélidos. Universidad Técnica de Ambato. Medicina Veterinaria y Zootecnia. Ecuador.
- Butrón J. 2012. Caracterización de los Parámetros Biométricos en Llamas (Lama Glama) Variedad Kara en la Comunidad de Botijlaca, Cantón Zongo del Departamento de La Paz

- Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía Ingeniería
Agronómica (Tesis de Grado) La Paz
- Bolivia.
- Care. 2016. Construcción y uso de
Mini-Establos con confort térmico
para ganado vacuno. Proyecto:
Ramis Resiliente, OFICINA
DEPARTAMENTAL PUNO. Perú.
- Dillon J. y Grigera J. 2011. HABLANDO
DE BIENESTAR-CONFORT
ANIMAL Producir XXI, Bs. As.,
19(235):37-44. *Servicio Técnico de
Nutralmix SRL. Sitio Argentino de
Producción Animal.
- FAO-Bolivia. 2009. Guía de construcción
de un cobertizo para llamas. Proyecto
de emergencia para agricultores de
subsistencia y productores de llamas
afectadas por las olas de fríos en las
tierras alto andinas de Bolivia.
- Manteca X. y Ruíz de la Torre J. L. 2004.
Necesidades de espacio en cebo.
Obtenido de: https://www.3tres3.com/articulos/11-necesidades-de-espacio-en-cebo_8020/
- Leyva V. y Falcón N. 2007.
EVALUACIÓN DE MEDIDAS
CORPORALES PARA LA
SELECCIÓN DE LLAMAS
MADRES Y CRÍAS Rev Inv Vet
Perú 2007; 18 (1): 18-29.
- Valenzuela S. 2018. Efecto del
Chaleco y Cobertizo en Maternidad
en la Ganancia de Peso Vivo y
Supervivencia de Crías de Alpaca
(*Vicugna Pacos*) en Iscahuaca,
Apurímac. Universidad Nacional
Micaela Bastidas de Apurímac. (Tesis
De Grado) Abancay - Perú.

Procesamiento de harina hidrolizada a partir de residuos de trucha de la especie arco iris

Processing of hydrolyzed flour from waste rainbow trout

Saire Kantuta William Nazario¹, López Blanco Noemi² y López Mamani Reynaldo³

¹Químico Industrial, Universidad Politécnica de Valencia. Docente, carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Estudiante, carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

³Estudiante, carrera Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: wsairekantutawilliam@gmail.com

RESUMEN

La investigación tiene el propósito de buscar nuevas fuentes de proteína que tengan un bajo costo de elaboración y con un contenido importante de aporte proteínico; el objetivo es elaborar harina hidrolizada a partir de vísceras de trucha y obtener un producto con alto valor proteico, utilizando ácido fórmico como agente de obtención de aminoácidos esenciales de fácil digestión. La harina de vísceras obtenida contiene un 61% de proteína y con un contenido de humedad del 13%. Por lo tanto, se demuestra que es posible obtener buena fuente de proteínas en las vísceras de la trucha arco iris, factible para la incorporación de la misma en raciones alimenticias para diferentes especies animales.

Palabras clave: subproductos, harina, pescado, hidrolizado, desechos, vísceras.

ABSTRACT

The purpose of the research is to search for new sources of protein that have a low manufacturing cost and a significant protein content; The objective is to make hydrolyzed flour from trout viscera and obtain a product with a high protein value, using formic acid as an agent for obtaining easily digestible essential amino acids. The viscera meal obtained contains 61% protein and a moisture content of 13%. Therefore, it is shown that it is possible to obtain a good source of protein in the viscera of rainbow trout, feasible for its incorporation in food rations for different animal species.

Keywords: by-products, flour, fish, hydrolyzate, waste, organ meats.

117

1. INTRODUCCIÓN

Las vísceras representan alrededor del 10% del peso de los peces de agua

dulce, en promedio, detalla. En esa línea, tomando como referencia la venta diaria

de trucha en los mercados de Bolivia, y con énfasis en las ciudades de La Paz y El Alto, en los últimos cinco años se habrían vertido 355 toneladas de este residuo a los depósitos de basura aumentando así, el problema de generación diaria de residuos orgánicos en Bolivia.

Antecedentes

Si asumimos que en la actualidad el consumo total de pescado en Bolivia proveniente de la pesca comercial y de la acuicultura es de 10.250 TM y el consumo per cápita actual sería de 1.24 kg (INE, 2014). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2014), la acuicultura sigue creciendo más rápidamente que cualquier otro sector de producción de alimentos de origen animal, con un incremento promedio anual del 8%.

118

Otro tipo de usos industriales para los hidrolizados enzimáticos, es su uso en la elaboración de alimentos para peces y especies avícolas. En los últimos años estudios han demostrado que este tipo de compuestos mejoran parámetros productivos en cultivos de peces, los cuales han sido alimentados con proteína de hidrolizados de proteína presente en subproductos. Esta mejora o valor agregado se debe a la presencia de compuestos bio activos (péptidos) capaces de interactuar con el metabolismo de los organismos que los consumen desencadenando reacciones o estimulaciones benéficas para el desarrollo y crecimiento (Benhabiles *et al.*, 2012; Goosen, de Wet, & Görgens, 2014). En resumen, los hidrolizados enzimáticos se han usado y se pueden usar como alternativa para el uso de harina de pescado en dietas para nutrición animal, como suplemento o aditivo por su alta digestibilidad y contenido

de aminoácidos libres, o bien en la formulación de alimentos funcionales (Goosen, de Wet, Görgens, Jacobs, & de Bruyn, 2014).

Las ventajas del hidrolizado enzimático se evidencian en costos de producción más bajos y un proceso amigable con el medio ambiente. Además, diferentes investigaciones han reportado mejora en parámetros productivos cuando este tipo de hidrolizados son incluidos en alimentación de especies acuáticas (Halldorsdottir, Sveinsdottir, Gudmundsdottir, Thorkelsson, & Kristinsson, 2014). Las propiedades de los hidrolizados enzimáticos han llevado a usar este tipo de productos como aditivos alimentarios, debido a que mejoran propiedades 20 funcionales como la capacidad espumante, emulsificante y mejora de la viscosidad, además, contienen un alto porcentaje de aminoácidos libres, que logran un producto con alta digestibilidad (Vidotti *et al.*, 2003).

Harina de pescado

La harina de pescado proporciona una fuente concentrada de proteína de alta calidad y una grasa rica en ácidos grasos omega-3, DHA y EPA. Los principales minerales que aporta son el calcio, fósforo y elementos vestigiales. Entre las vitaminas de mayor aporte se encuentran las del complejo B incluyendo la colina y la vitamina 812; también aporta vitaminas A y D (Castro y Chirinos, 2002). Es por esta razón que en la actualidad se encuentra en el mercado internacional y nacional la harina de pescado Super Prime con 68-70% de proteína, seguida de la harina Prime con 67-70% de proteína y la harina Estándar (tradicional) con 64-68% de proteína.

La harina de pescado contiene los siguientes nutrientes en promedio:

- Proteína: 60% - 72% min.
- Humedad: 14% máx.
- Grasa: 10% - 20% máx.
- Ceniza: 5% - 12% máx.

Fuente: Sánchez (2009).

Windsor y Barlow (1984), en sus análisis microbiológicos realizados a carcasas y vísceras no arrojaron presencia de *E. Coli* en ninguna de las muestras; los análisis bromatológicos fueron: humedad, 2.1%; grasa, 34.2%; cenizas, 17.3%; proteína, 17.2%; un valor calorimétrico de 5414,4 cal/g para carcasas y un valor de 6068,01 cal/g para vísceras. (Carlos A. David-Ruales, 2014).

Objetivos

Obtener harina hidrolizada a partir de vísceras de trucha de la especie arco iris.

Realizar hidrólisis ácida a las vísceras de trucha, utilizando ácido fórmico para dicho fin.

Realizar secado intensivo mediante el sistema de baño maría controlado.

Hipótesis

La elaboración de harina de pescado por hidrólisis ácida, permite la obtención de elevado contenido proteico, aspecto muy beneficioso para la incorporación en dietas alimenticias para animales.

Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria de la Universidad Pública de El Alto.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de residuos del beneficio de trucha arco iris

Las vísceras y las carcasas de trucha arco iris fueron suministradas por vendedoras de trucha fresca del mercado Rodríguez de la Ciudad de La Paz, con una temperatura promedio de 9°C.

Cocción de vísceras

Se realizó la cocción de las vísceras incluyendo las espinas, aletas y parte de la piel en un recipiente de acero por 20 minutos a temperatura de 87°C.

Molienda de vísceras cocidas

Se realizó la molienda de las vísceras, utilizando un procesador de alimentos hasta obtener una desintegración total de ellas.

Hidrolización de la pasta molida

Un proceso de hidrólisis es más efectivo cuando se logra romper la mayor cantidad de enlaces peptídicos posibles, a esta propiedad se le conoce como grado de hidrólisis. Un grado de hidrólisis (GH) bajo, es decir, entre el 1% y el 10% mejora las propiedades funcionales de los productos alimenticios como la solubilidad, el poder espumante y el emulsificante (Graü, Marval & Zerpa, 2007). Se adiciono un 2.5% en relación al peso de vísceras molidas, hasta llegar a un pH de 2.8 a 3.0; y luego se homogenizo la pasta húmeda.

Secado de la pasta molida

La pasta se depositó en un recipiente de acero y este al mismo tiempo en un sistema de baño maría, calentando la pasta a una temperatura de 68 a 70°C, el tiempo de eliminación de la humedad

en exceso tomo un tiempo de 7 horas (Benhabiles *et al.*, 2012).

Análisis estadístico

Las medias obtenidas de las mediciones por triplicado se compararon utilizando pruebas t-student (análisis de pares) o ANOVA (análisis de grupos), con un test de comparación múltiple de Newmal-Keuls, considerando estadísticamente significativas las diferencias con este valor.

3. RESULTADOS

El rendimiento de obtención de la harina de residuos de trucha arco iris es de 35.73% de producto siendo lo restante agua eliminada por evaporación.

El proceso de hidrolizado ácido fue realizado exitosamente, ya que no se

presentaron microorganismos patógenos en ninguna de los productos obtenidos, principalmente de E coli.

El tiempo de eliminación de la humedad en exceso tomo un tiempo de 7 horas.

El contenido proteico obtenido es del 61% y la humedad es del 13%, que permite que la harina obtenida pueda almacenarse por espacio de 2 a 3 meses sin sufrir alteraciones en su composición y este sea estable.

Respecto a los costos de producción vs precio actual en el mercado el análisis preliminar nos muestra que el costo de producción es bajo y ventajoso con relación al precio del mercado, ver cuadro 1, adjunto para una producción de 100 kg de harina hidrolizada.

120

Cuadro 1. Detalle de los costos de producción del proceso de hidrolización

ITEMS	Bs
Mano de obra	100
Recolección de materia prima e insumos	55
Prod. Quím. HCOOH	80
Energía/combustible	22.5
Costo ventas (envases, etiquetas, publicidad, etc.)	12.5
TOTAL	270

Fuente: Elaboración propia.

El Precio actual de harina de pescado en el mercado peruano es de 1.49 \$us equivalentes a 10.37 Bs. La estimación

de costos para la producción de 100 kg de harina de residuos de trucha es de 270 Bs. Esto que significa que el costo de

producción y comercialización de 1 kg de harina de residuos es de 2.7 Bs. Por lo tanto, la relación de ganancia es:

$10.37/2.70 = 3.84$ es decir una ganancia de 384%

4. DISCUSIONES

Los productos elaborados a base de residuos de pescado representan una de las fuentes alimentarias proteicas más completas. En la alimentación de animales de abasto, por ejemplo, las harinas de pescado han sido ampliamente utilizadas debido a su elevado contenido proteico (por encima del 65%) y a su completa composición de aminoácidos esenciales, siendo inferior solo a la proteína de la leche y los huevos, y muy superior a la de cualquier otro producto vegetal fuente de proteínas (Grau, Marval & Zerpa, 2007).

Los subproductos de las industrias de transformación de los animales, por lo tanto, son una fuente prometedora de péptidos bioactivos de gran interés para el cuidado y la alimentación de los animales, siempre dentro del marco de la legislación vigente (Martínez-Álvarez, Chamorro & Brenes, 2015).

Los hidrolizados de pescado han tenido un mejor efecto en las dietas suministradas a cerdos, comparadas con alimentos tradicionales a base de soya y de harina de pescado, mostrando que no existen diferencias sobre la ganancia de peso entre las dietas, pero aumentando el consumo entre un 12% y 14% por porción (Norgaard, Blaabjerg & Poulsen, 2012), por lo tanto, podrían ser efectivas para aumentar el apetito de los cerdos y por ende aumentar su masa muscular y rendimiento en la canal.

Las condiciones de pH y temperatura establecidas en el proceso activan las 15 enzimas proteolíticas endógenas (pepsinas), generando que éstas fraccionen la proteína presente en las vísceras. En el proceso se determinó que pasadas 88 horas de reacción enzimática mediante hidrólisis se obtienen la mayor capacidad antioxidante y una importante capacidad antimicrobiana. (Vidotti, Viegas, & Carneiro, 2003).

5. CONCLUSIONES

Con los resultados expuestos en la presente investigación observamos que, de un peso total de 750 g de vísceras de trucha, se obtuvieron 268 g de harina de vísceras de pescado con un promedio de rendimiento de 35.73% de harina de trucha siendo lo restante agua.

El contenido proteico de la harina hidrolizada obtenida es del 61%, y de fácil asimilación en la alimentación del animal.

La humedad final obtenida fue del 13%, que permite que la harina obtenida pueda almacenarse por espacio de 2 a 3 meses sin sufrir alteraciones en su composición y tenga valores estables.

El porcentaje aplicado de ácido fórmico para la hidrolización de la harina fue de 2.5% en peso respecto al peso total de vísceras molidas, obteniéndose un pH de 2.8, a 3 al final del proceso.

El costo estimado de producción vs costo de la harina en el mercado es de 384%.

Agradecimientos al equipo de trabajo M. Sc. William Saire Kantuta, Univ. Reynaldo López y Univ. Noemi López, ya que este Proyecto fue enteramente autofinanciado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Benhabiles *et al.*, 2012. Método de obtención de harina proteica hidrolizada de vísceras de trucha con capacidad antioxidante y antimicrobiana.
- Castro J.; Chirinos, D. 2007. Nutrición Animal. Industria Gráfica Edición. Huancayo. Perú.
- Chalamaiah M Dinesh kumar D, Hemalatha R, Jyothirmayi T. 2012. Fish protein hydrolysates: Proximate composition, amino acid composition, antioxidant activities and applications: A review. Food Chem. 135:2020-38.
- Contreras, G. 1996. Rendimiento en canal de trucha arco iris (*Salmo gairdneri*) cultivada en el norte de México. Programa Especial de Investigación (Tesina). Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México, 58 p.
- García, J.A., C. Prieto & MA. L. Maynez. 1999. Producción de trucha arco iris en el Estado de Chihuahua. Manual de la Demostración anual de investigación y transferencia tecnológica 1999. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, Chihuahua, México, 4 p.
- Goosen, de Wet, Görgens, Jacobs, & de Bruyn, 2014. Aceite de ensilaje de pescado procedente de residuos del procesamiento de trucha arcoíris como alternativa al aceite de pescado convencional en dietas formuladas para la tilapia de Mozambique *Oreochromis mossambicus*. Ciencia y tecnología de la alimentación animal 188, 74-84.
- Grafi, Marval & Zerpa, 2007. Utilización de la harina de pescado en la formulación de alimentos para crecimiento y engorde animal. INIA Divulga, 10, 93 - 95.
- Halldorsdottir, Sveinsdottir, Gudmundsdottir, Thorkelsson, & Kristinsson, 2014. Hidrolizados de proteína de pescado de alta calidad preparados a partir de subproductos con extracto de *Fucus vesiculosus*. Revista de alimentos funcionales volumen 9, páginas 10-17.
- Martínez-Álvarez, Chamorro & Brenes, 2015. Hidrolizados de pescado - producción, beneficios y nuevos avances en la industria. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
- Norgaard, Blaabjerg & Poulsen, 2012. Salmón proteína hidrolizado como una proteína fuente en alimentar para joven cerdos. Departamento de Ciencia Animal, Aarhus Universidad Foulum, Dinamarca.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2014. El estado mundial de la pesca y la acuicultura. Departamento de pesca y Acuicultura de la FAO. Roma: FAO.

**ÁREA DE MEDIO
AMBIENTE Y
FAUNA SILVESTRE**

Efecto del sexo, edad y sitio de pastoreo sobre los indicadores productivos de fibra de vicuña (*Vicugna vicugna*) en el municipio de San Andrés de Machaca - La Paz

Effect of sex, age and grazing site on the productive indicators of vicuña fiber (*Vicugna vicugna*) in the municipality of San Andrés de Machaca - La Paz

Gonzales Vargas Jhonn¹, Mamani Mayta Maria Eugenia² y Quispe Paxipati Cesar Humberto³

¹Ingeniero Zootecnista. Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

²Ingeniera Zootecnista, Investigadora Independiente. Universidad Católica Boliviana.

³Docente, carrera de Ingeniería en Zootecnia e Industria Pecuaria. Universidad Pública de El Alto.

¹Email address: jhonngonzalesvargas@gmail.com

125

RESUMEN

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es un recurso estratégico de uso y aprovechamiento sostenible para la comunidades que poseen la especie. El presente trabajo se realizó en el Municipio de San Andrés de Machaca La Paz, Bolivia, con el objetivo de evaluar el efecto del sexo, edad y sitio de pastoreo sobre los indicadores productivos de la fibra de vicuña de vida silvestre. El método empleado fue la captura de vicuñas, el registro de peso vivo, longitud de mecha, muestreo de fibra de la región costillar medio y el pesaje de vellón luego de la esquila; las muestras de fibras fueron evaluadas en laboratorio para determinar el rendimiento vellón y la finura de la fibra se utilizó el proyector tipo Richter. Los resultados obtenidos para finura de fibra fueron $12.50 \pm 1.26 \mu\text{m}$, el rendimiento vellón promedio fue $89.9 \pm 2.75 \%$, la longitud de mecha promedio fue $3.05 \pm 0.67 \text{ cm}$, el peso vellón promedio fue de $152.20 \pm 41 \text{ g}$; el peso vivo promedio fue de $37.23 \pm 9.66 \text{ kg}$. Este estudio demostró que los factores categoría dentaria y sitios de pastoreo determinan las características productivas de la fibra de vicuña. El factor sexo afecta en la determinación de la finura de fibra, rendimiento vellón y longitud de mecha y no en las características de peso vivo y peso vellón.

Palabras clave: Vicuña, San Andrés de Machaca, Calidad de la fibra.

ABSTRACT

The vicuña (*Vicugna vicugna*) is a strategic resource for sustainable use and exploitation for the communities that own the species. The present work was carried out in the Municipality of San

Andrés de Machaca La Paz, Bolivia, with the objective of evaluating the effect of sex, age and grazing site on the productive indicators of the fiber of wild life vicuña. The method used was the capture of vicuñas, the record of live weight, wick length, fiber sampling from the middle rib region and fleece weighing after shearing; The fiber samples were evaluated in the laboratory to determine the fleece performance and the fineness of the fiber, the Richter type projector was used. The results obtained for fiber fineness were $12.50 \pm 1.26 \mu\text{m}$, the average fleece yield was $89.9 \pm 2.75\%$, the average wick length was $3.05 \pm 0.67 \text{ cm}$, the average fleece weight was $152.20 \pm 41 \text{ g}$; the average live weight was $37.23 \pm 9.66 \text{ kg}$. This study demonstrated that the factors of the dental category and grazing sites determine the productive characteristics of vicuña fiber. The sex factor affects the determination of fiber fineness, fleece yield and wick length and not on the characteristics of live weight and fleece weight.

Keywords: Vicuña, San Andrés de Machaca, Fiber quality.

1. INTRODUCCIÓN

En Bolivia, la Vicuña (*Vicugna vicugna*) es una especie de mucha importancia dentro de la actividad económica en las comunidades que poseen esta especie, llegando a ser un recurso silvestre de uso y aprovechamiento sostenible. El aprovechamiento y manejo sostenible de esta especie consiste en la esquila del animal vivo, evitando de esta manera su extinción. Se puede considerar a esta fibra como un recurso con potencial económico, la que es un bien escaso y altamente demandado por la industria textil, además de ser la fibra animal natural más fina (10 a 12 micras) y cotizado del mundo (Pacomarca, 2008).

La investigación se inscribe dentro de la problemática macro del aprovechamiento y manejo sostenible de la biodiversidad y de manera específica, de la *Vicugna vicugna*, especie silvestre que está protegida.

A nivel nacional y especialmente en el contexto regional de San Andrés de Machaca, el potencial existente de vicuñas carece de datos técnicos científicos, específicamente sobre las características físicas del producto (fibra), lo que ha permitido que

las actividades técnicas de esquila, procesamiento y comercialización se realice de manera empírica y sin un respaldo técnico científico que certifique el manejo y aprovechamiento sostenible de esta especie.

La investigación que se plantea, desarrollará resultados tangibles sobre la calidad y cantidad real del producto a ofrecerse a los compradores, permitiendo desarrollar el manejo y aprovechamiento sostenible de la vicuña en la región de San Andrés. En consecuencia esta debe generar beneficios económicos tangibles y directos hacia los comunarios de la región.

La presente investigación permitirá proporcionar un mayor valor agregado a la fibra de vicuña ya que contarán con datos técnicos científicos que respalden su calidad. Conociendo estas características de la fibra de vicuña se podrá ofertar el producto en varios países del mundo sin que se requiera de envío previo de muestras físicas de fibra.

Área de estudio

El estudio se realizó en el Municipio de San Andrés de Machaca, quinta sección

de la Provincia Ingavi del departamento de La Paz; geográficamente está a una altitud de 3810 a 4.292 m.; el Municipio está comprendida por dos parcialidades originarias denominadas Aransaya y Urinsaya, cada una comprendida de tres Ayllus dentro su territorio.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se trabajó con los seis ayllus (Alto Achacana, Levita, Collana, Bajo Achacana y Yaru. Bajo Achacana y Yaru) de la Marka San Andrés de Machaca, llegando a detallar cada ayllu según su fisiografía y tipo de pradera.

Para la captura de las vicuñas y toma de datos se realizó la siguiente metodología:

Monitoreo de las vicuñas. El monitoreo consistió en la identificación de zonas concentración de vicuñas y se observó la dinámica de las mismas (horario de pastoreo, toma de agua, rutas de escape, etc) con fines de captura.

Instalación de la infraestructura para la captura. Actividad que se realizó uno o dos días antes de la captura, después de definir la ubicación, orientación, radio y distancia de los brazos de la manga.

Organización del arreo. Se procedió a la organización y planificación del arreo, organizando los grupos de arreo, designando a los líderes comunales y la hora de concentración de acuerdo a la estrategia elaborada.

Arreo y Captura de vicuñas. El arreo, se procedió al posicionamiento de las personas (rodeo) para cerrar el radio determinado dirigiéndolas hacia los corrales y tranquilizar a las vicuñas.

Formación de grupos de trabajo para el manejo de vicuñas. Los grupos de

trabajo de acuerdo a las habilidades y destrezas realizaron el manejo de las vicuñas.

Criterios de discriminación. Se realizó la selección de los animales que no serán esquilados de acuerdo a parámetros zootécnicos establecidos.

Sujeción de vicuñas. La sujeción de las vicuñas, se realizó con dos personas; una persona sujeta la parte anterior y otra la posterior del animal.

Determinación de la edad e identificación de la vicuña. La determinación de la edad aproximada se realizó mediante la categorización dentaria, clasificando a las vicuñas en dientes de leche (DL), dos dientes (2D), cuatro dientes (4D) y boca llena (BLL). La identificación de vicuñas se realizó con caravanas plásticas codificadas, en machos se aplicó en la oreja derecha y en hembras en la izquierda del animal.

Determinación de peso vivo. Se determinó con una balanza tipo reloj con una capacidad de 100 kg, utilizando un arnés para alzar a la vicuña sin causarle ningún daño.

Toma de muestra y medición de longitud de mecha. La toma de muestra se realizó antes de iniciar la esquila y cuando la vicuña se encuentra en posición de parado; primero se midió la longitud de mecha con la ayuda de la regla metálica y seguidamente se muestreó un mechón de fibra y se introdujo está en un sobre previamente identificado; este procedimiento se efectuó en la región del costillar medio derecho de cada vicuña.

Esquila. Cada animal fue derribado sobre una lona plástica para evitar que se ensucie el vellón, luego se inicia con el corte de la fibra en la región inferior del

costillar izquierdo y se continua hacia la región del dorso; luego se procedió con la esquila en forma paralela desde la extremidad anterior hacia la cola para culminar en la región del costillar derecho.

Clasificación y envellonado. Obteniendo el vellón, se realizó la limpieza y clasificado de la fibra separando la braga; el cual se acumuló en una sola bolsa y luego procedió al envellonado (tipo tambor) de la fibra, para finalmente introducirlo en una bolsa con su respectiva ficha de *identificación del vellón, peso y registro*. Con ayuda de una balanza digital, se procedió al pesado del vellón y la braga, identificando cada bolsa con sus fichas de registro (Código, Fecha, N° arete, peso del vellón).

128

Determinación del rendimiento vellón. Este estudio se realizó en el laboratorio de fibras especiales de la Unidad Académica Campesina Tiahuanacu, el procedimiento detallado a continuación:

Inicialmente se pesó la muestra sucia en una balanza de precisión de una capacidad de 50 g, luego se colocó cada muestra en bolsas de tela fina permeable con fichas debidamente identificadas, seguidamente se realizó el lavado de muestras utilizando cuatro bañadores plásticos (Tinas) dispuestas unas al lado de otras con capacidad de 10 litros de agua a una temperatura de 55 a 60 °C con las siguientes características:

- La 1ra. Tina con 125 g de detergente en polvo (surf).
- La 2da. Tina con 120 g de detergente en polvo más 12.5 ml de detergente líquido (sinperonic).

- La 3ra. Tina con 3.8 ml de detergente líquido (sinperonic).

- La 4ta. Tina solamente con 10 litros agua para el enjuague.

El tiempo de permanencia en cada tina fue de 8 a 10 minutos, realizando movimientos lentos dentro de cada tina y finalmente se procedió al oreado y secado de las muestras en una estufa a 60°C por un tiempo de 12 horas.

Teniendo las muestras limpias secas, se procedió al pesado en la balanza de precisión, registrando los datos para determinar el rendimiento con la fórmula siguiente:

$$\text{Rdto. vellón (\%)} = \frac{\text{Peso de muestra limpia}}{\text{Peso de muestra sucia}} \times 100$$

Determinación del diámetro o finura de fibra. Para determinar el diámetro de la fibra, se utilizó el método neozelandés de micro proyección el cual es la modificación al método micro proyección establecido por el ASTM D-419-1958; para lo cual se utilizó el micro proyector tipo Richter, con los siguientes pasos:

- De la muestra limpia, se tomó una porción de la mecha descordado para el llenado de la ranura que posee la platina modificada como micrómetro; donde inicialmente se realiza 2 cortes transversales utilizando una hoja de corte, con la finalidad de homogenizar la muestra con la ranura de la platina.

- La muestra en la platina modificada como micrómetro, fue cortado en un tamaño de 300

micras, el mismo que fue llevado a una lámina porta objetos para ser homogenizado en parafina líquida con la ayuda de una barrilla fina de madera y luego se cubrió con una lámina cubre objetos.

- La muestra en la lámina, fue llevado al microproyector para la medición y lectura del diámetro de fibra a un aumento de 500 X; midiendo de 120 a 150 fibras por muestra, registrando en planillas debidamente preparadas para determinar la finura de fibra.

El análisis estadístico utilizado fue un diseño completamente al azar con arreglo factorial de tres factores sitio de pastoreo o ayllu (Levita, Choque, Collana, Alto Achacana Bajo Achacana y Yaru), sexo (macho y hembra), edad (Dientes de leche-DL, Dos dientes-2D, Cuatro dientes-4D, Boca llena-BLL), a un nivel de significancia del 5%, y para las comparaciones de medias se realizó la prueba de medias de Duncan.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de finura de fibra promedio para vicuñas fue de $12.50 \pm 1.26 \mu\text{m}$ (cuadro 1) de los seis ayllus

del Municipio de San Andrés Machaca, el rendimiento vellón fue de $89.91 \pm 2.75\%$, longitud de mecha fue de $3.14 \pm 0.75 \text{ cm}$, peso vellón fue de $152.72 \pm 41.74 \text{ g}$, peso vivo fue de $37.39 \pm 9.56 \text{ kg}$. La variable rendimiento vellón no fue influenciado ($p>0.05$) para el factor ayllu o sitio de pastoreo, por lo tanto los sitios de pastoreo muestran resultados similares; para las variables finura de fibra, longitud de mecha, peso vellón, peso vivo muestran una diferencia altamente significativo ($p<0.01$). Mientras para el factor sexo muestran diferencias altamente significativas en las variables finura de fibra y rendimiento vellón y en las demás variables no fueron influenciados por el factor sexo. Así mismo para la variable rendimiento vellón no fue influenciado por la edad; pero las variables finura de fibra, longitud de mecha, peso vellón, peso vivo muestran una diferencia altamente significativas.

NS: No significativo ($P>0.05$); **: Altamente Significativo ($P<0.01$); FF: Finura de fibra; RV: Rendimiento vellón; CVDF: LM: Longitud de mecha; PVe: Peso vellón; PV: Peso vivo.

De acuerdo al análisis de varianza

Cuadro 1. Influencia de los principales factores y parámetros estadísticos que afectan a la finura de fibra, Rendimiento vellón, Longitud de mecha, Peso vellón y peso vivo

Factores	FF (μm)	RV (%)	LM (cm)	Pe (g)	PV (kg)
Ayllu o sitio de pastoreo	**	NS	**	**	**
Sexo	**	**	NS	NS	NS
Edad	**	NS	**	**	**
Promedio general	12.50	89.91	3.14	152.72	37.39
Desvió estándar	1.26	2.75	0.75	41.74	9.56
Coefficiente de variación	6.35	2.48	19.08	24.44	14.68
Valor mínimo	15	98.2	5	372	56
Valor máximo	10	76.5	1	69	10

realizado por variable de respuesta y la diferencias significancia en cada factor:

Finura de fibra. La finura de fibra promedio de vicuñas es superior en el ayllu Alto Achacana con $12.59 \mu\text{m}$ seguido de Levita y Collana con 12.57 y $12.53 \mu\text{m}$ respectivamente. El ayllu Choque con un promedio de $12.41 \mu\text{m}$ es similar a los ayllus Alto Achacana, Levita, Collana, Bajo Achacana y Yaru. Bajo Achacana y Yaru con un promedio de 12.29 y $12.28 \mu\text{m}$ presentan resultados estadísticamente similares e inferiores a Alto Achacana, Levita y Collana. El promedio de vicuñas machos estadísticamente fueron superiores con $12.59 \mu\text{m}$ respecto a las hembras con $12.44 \mu\text{m}$. En las edades BLL, 4D, 2D y DL es de 13.36 , 12.78 , 11.61 y $11.01 \mu\text{m}$ respectivamente, estos estadísticamente diferentes, siendo superior el promedio de la categoría BLL en relación 4D, 2D y DL.

Rendimiento vellón. El factor sexo influye en la variable rendimiento vellón en vicuñas hembras estadísticamente fueron superiores con 91.15% respecto a los machos con 87.94% , las otras factores no fueron influenciados en el rendimiento vellón.

Longitud de mecha. En el factor sitio de pastoreo o ayllu muestra que las vicuñas del ayllu Alto Achacana, presentan una longitud de mecha promedio de 3.22 cm, es superior a los demás ayllus; el ayllu Levita con 3.13 cm es similar a Alto Achacana y a la vez similar a Bajo Achacana y Choque con 3.05 y 2.99 cm respectivamente. Choque es similar a Collana y Yaru con 2.86 y 2.83 cm respectivamente, siendo estos últimos similares e inferiores a los demás.

La longitud de mecha de vicuñas para las edades; la DL con 3.61 cm, tiene un promedio superior a las demás; la 2D con 2.97 cm es superior a la BLL con 2.82 cm y similar a la 4D con 2.94 cm; esta última es superior y similar a la BLL.

Peso vellón. En el factor sitio de pastoreo o ayllu el ayllu Bajo Achacana con 181.42 g seguido de Alto Achacana, Levita y Choque con 162.34 , 156.19 y 153.2 g respectivamente y estos similares estadísticamente. El peso vellón de las vicuñas de los ayllus Collana y Yaru con 132.52 y 131.56 g son similares y e inferiores a los demás ayllus.

El peso vellón de vicuñas, para las edades BLL y 4D con 162.67 y 155.78 g son similares y superiores a las demás. La edad de 2D con 141.95 g es inferior a la BLL y 4D y superior a la DL con 125.71 g, este último es inferior a las demás.

Peso vivo. En el factor sitio de pastoreo o ayllu, es superior en el ayllu Choque con 39.5 kg, asimismo es similar a Yaru y Collana con 39.1 y 38.13 kg; Yaru similar a Collana y Alto Achacana, este último con 37.53 kg, asimismo Collana, Alto Achacana y Bajo Achacana son similares; este último con 36.65 kg. Alto Achacana, Bajo Achacana y Yaru con 38.13 kg son similares estadísticamente e inferiores a los demás.

El peso vivo de vicuñas para las edades BLL, 4D, 2D y DL con 43.04 , 40.99 , 37.97 y 23.67 kg respectivamente, son diferentes; siendo superior el promedio de la edad de BLL en relación a las edades 4D, 2D y DL.

4. DISCUSIONES

Finura de fibra. Los ayllus Levita, Alto Achacana y Collana muestran una

finura de fibra para vicuñas superior a los demás, posiblemente debido al consumo de nutrientes que contienen las especies de las praderas nativas del tipo gramadal, pajonal y t'olar (arbustos que permiten establecer otras especies de estrato bajo), los mismos que favorecen el desarrollo de células en la región germinativa del bulbo y determinan el diámetro de la fibra. En cambio Bajo Achacana y Yaru presentan suelos arcillosos e inundadizos en época de lluvias y sus praderas nativas presentan en su mayoría una cobertura vegetal de tipo pajonal (*Festuca orthophylla* y *Festuca dolichophylla*) y kayllar (*Tetraglochin cristatum*), ofreciendo bajos nutrientes en la dieta de estos animales, el cual contribuye al desarrollo de fibras con características de menor diámetro (Bustinza, 2001).

Yapura (2006), reporta promedios de finura de fibra de $11.07 \mu\text{m}$ para hembras y $12.07 \mu\text{m}$ para machos; Quizaya (2007) encuentra $12.11 \mu\text{m}$ para hembras y $11.84 \mu\text{m}$ para machos, los datos anteriormente mencionados fueron resultados de trabajos de investigación realizados en el Parque Nacional Sajama, ambos datos son inferiores a los resultados obtenidos en el presente estudio, probablemente debido a las características de las praderas nativas compuestos por bofedales, los mismos que deben ser compartidos con especies domésticas y presentan una carga animal superior respecto a los ayllus de San Andrés de Machaca, disminuyendo así la cantidad de pastos que requieren las vicuñas para satisfacer su dieta y consecuentemente disminuye el diámetro de la fibra.

Tarqui (2008), reportó promedios de finura de fibra con $13.74 \mu\text{m}$ en vicuñas hembras y $13.82 \mu\text{m}$ en machos,

probablemente se deba a que la finura de fibra de las vicuñas fueron evaluadas cuando estas se encontraban en cautiverio y consumían pastos cultivados, los cuales aportaban suficientes nutrientes para el mayor desarrollo del bulbo y el folículo de la fibra, incrementando así el diámetro de fibra (Franco *et al.*, 2006).

En el factor edad de las vicuñas indican que la finura de fibra va en aumento a medida que pasan los años (Bustinza 2001), esta diferencia se puede atribuir a los factores de desarrollo anatómico y fisiológico del folículo y el bulbo de la fibra.

Rendimiento vellón. Vilcanqui (2005), que obtuvo para hembras un 81% de rendimiento y para machos 84%. Probablemente debido al sistema al sistema de manejo (semicautiverio), asimismo las diferencias encontradas en el presente estudio probablemente se deban a factores ambientales (vientos, lluvias, etc.) y al comportamiento característico de las hembras que conviven dentro de un grupo social familiar (territorial y un instinto gregario guiado por el macho líder del grupo).

El bajo rendimiento vellón encontrado en las vicuñas de sexo macho, probablemente se deba al comportamiento diario dentro de su grupo social (tropilla de machos) que se caracteriza por la migración y peleas constantes que llevan, estas actividades permiten dar un grado de contaminación con impurezas (tierra, arena, materiales vegetales, semillas, parásitos externos, heces, orina, impurezas, sudor y escamas de la piel).

Longitud de mecha. Los ayllus Alto Achacana y Levita muestran una longitud de mecha para vicuñas superior

a los demás ayllus, posiblemente debido al consumo de nutrientes que contienen las especies de las praderas nativas con predominancia de gramadales y pajonales (*Muhlenbergia fastigiata*, *Deyeuxia* sp. y *Festuca dolichophylla*), los mismos favorecen aún mayor desarrollo de la fibra de vicuña, esto por la mayor división celular existiendo una queratinización eficiente para luego ser expulsadas del folículo como fibra (San Martín, 2007). También Alto Achacana y Levita presentan una fisiografía amplia a comparación de los demás y tienen una superficie plana, lo que hace que las vicuñas vivan en lugares con temperaturas bajas, que por la misma reacción del cuerpo del animal existe un mayor desarrollo de la fibra.

Los ayllus Bajo Achacana, Choque, Collana y Yaru con praderas nativas presentan en su mayoría t'olares (*Baccharis incarum* y *Parastrephia lepidophylla*), kaillar (*Tetraglochin cristatum*), añawaya pampa (*Adesmia occulta*), ofreciendo bajos nutrientes en la dieta de las vicuñas, el cual no contribuye al desarrollo de la fibra.

La edad DL, presenta una longitud de mecha superior debido a que su metabolismo celular es superior respecto a los animales adultos, esta característica de los animales jóvenes va acompañado con su desarrollo fisiológico natural de su organismo, asimismo este proceso va acompañado con una absorción eficiente de nutrientes durante la alimentación por el consumo de pastos suaves y palatables que aceleran el crecimiento de la fibra.

Peso vellón. El ayllu Bajo Achacana muestra un peso vellón para vicuñas superior a los demás, posiblemente debido a que la esquila se realizó con

más eficacia, obteniendo vellones bien esquilados, además el número de vicuñas capturadas fue inferior a las otras zonas, hecho que permitió realizar la esquila en un mayor tiempo.

Los ayllus Alto Achacana, Levita y Choque presentan promedios similares debido a que en estas ya cuentan con experiencia en esquila de vicuñas, asimismo estos presentan características de buenas praderas nativas con pastos más palatables y nutritivos predominancia de gramadales y pajonales (*Deyeuxia* spp, *Muhlenbergia fastigiata* y *Festuca dolichophylla*) los que favorecen aun mayor desarrollo de la fibra de vicuña y mayor densidad para el mayor incremento de peso vellón.

Para el factor edad estos resultados probablemente se deben a que los animales de 4D y BLL tienen mayor densidad folicular y de fibra, además de presentar un área corporal mayor en comparación a los animales jóvenes (Bustinza, 2001).

Peso vivo. Las diferencias de peso vivo probablemente se deban a las zonas que tienen mayor vegetación que consumen los animales, expresándose reservan energías en forma de masa muscular y la condición corporal.

Bustinza (2001), quienes indican que el desarrollo y el aumento de peso vivo de los camélidos es influenciado por la edad, así en los primeros estadios de vida incrementan rápidamente, continua significativamente hasta los 4 años y a partir de esta edad los incrementos de peso vivo disminuye.

La disminución de peso es edad adulta (> a 4 años) probablemente sea por la competencia con machos jóvenes que

son más fuertes, porque los adultos débiles son alejados de su grupo y por ende de su sitio de pastoreo.

5. CONCLUSIONES

La finura de fibra de vicuñas del Municipio de San Andrés de Machaca es más fina en los ayllus Alto Achacana, Levita y Collana; y en hembras presentan una finura de fibra más fina, en comparación de los machos, asimismo la edad DL presenta un diámetro inferior a las edades 2D, 4D y BLL.

Los vellones de vicuñas hembras producidos en la regional de San Andrés de Machaca presentan un menor grado de impurezas, respecto a los vellones de vicuñas machos. Asimismo, no presentan diferencias significativas entre ayllus y categorías dentarias.

La longitud de mecha y el peso vellón de vicuñas son superiores en los ayllus Alto Achacana, Bajo Achacana, Levita y en las vicuñas de la edad DL; y no presenta diferencias entre sexos.

El peso vivo muestra diferencias de acuerdo al crecimiento de las vicuñas, no teniendo diferencias entre sexos y en ayllus muestran la ganancia de peso de acuerdo a la disponibilidad de pastos nativos.

Los sitios de pastoreo que tienen buena cobertura vegetal y especies nutritivas para la alimentación de la vicuña, permiten el desarrollo de fibras de mayor grosor, mayor peso vellón y longitud de mecha en comparación a los sitios que carecen de buenas condiciones ambientales.

El diámetro de fibra, peso vellón y peso vivo se incrementan a medida que avanza la edad de las vicuñas.

Los animales jóvenes (edades DL y 2D) presentan una mejor longitud de mecha en comparación a los animales adultos.

La presencia de impurezas en el vellón depende de los sitios de pastoreo (ayllu) donde estos se alimentan y viven.

6. BIBLIOGRAFÍA

Bustinza V. 2001. La Alpaca, crianza, manejo y mejoramiento. Oficina de Recursos del Aprendizaje, Se. Publicaciones UNA Puno. Primera Ed. Puno, Perú. p 45.

Franco F; San Martín F. 2006. Efecto del nivel alimenticio sobre el rendimiento y calidad de fibra de alpacas. Sistema de Revisiones en Investigaciones Veterinarias de San Marcos (SIRIVS). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. http://www.unmsm.edu.pe/veterinaria/lista_produccion_animal.html.

Quizaya F. 2007. Estudio de la influencia del sexo y edad, en la calidad de fibra pre-descerdado en vicuñas (*Vicugna vicugna*) del Parque Nacional de Sajama. La Paz, Bolivia. Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. 111 p.

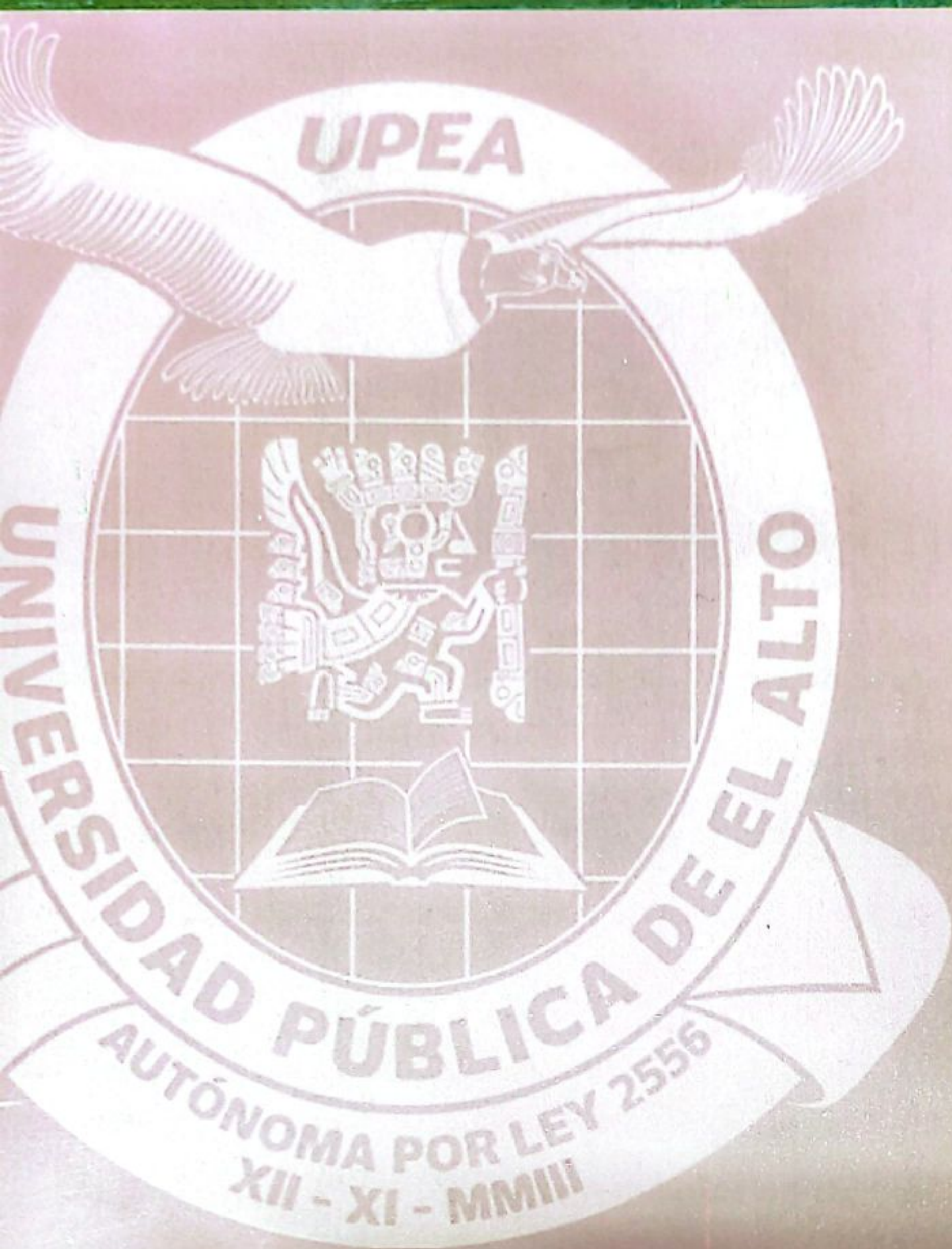
Pacomarca. 2008. (En línea) consultado miércoles 03 de diciembre de 2008. Disponible en <http://www.pacomarca.com/htm>.

Tarqui N. 2008. Evaluación de la calidad y rendimiento de la fibra clasificada y descerdado de vicuña (*Vicugna vicugna*) criada en condiciones de semicautiverio en Patacamaya La Paz, Bolivia.

Tesis Lic. Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía 74 p.

Vilcanqui H. 2005. Efecto de la edad y el sexo en el rendimiento de fibra de vicuña en la comunidad de Cajamarca, Provincia de Castrovirreyna-Huancavelica. Manejo sostenible de Camélidos Silvestres (Proyecto MACS). Macaulay Institute, U.K. Universidad de Valencia, España. Giessen University, Alemania. Oslo University, Norway. CONOPA, Perú. Universidad de Lujan, Argentina. Universidad Católica, Chile.

Yapura V; Copa S; Mamani E. 2006. Estudio de la calidad de fibra de Vicuña (*Vicugna vicugna*) de vida silvestre en el Parque Nacional Sajama. Bolivia. In IV Congreso mundial sobre Camélidos Sudamericanos 2006, Santa María-Catamarca, Argentina. Resúmenes y trabajos. Eds: Olvera D; Miragaya M; Puig S. p 51.



Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología

Dirección:
Av. Sucre (Villa Esperanza) s/n
Tel: (591-2) 2844177
Fax: (591-2) 2845800
Sitio Web: www.upea.edu.bo