



RPCA

Revista Peruana de Ciencia Animal
Peruvian Journal of Animal Science



Volumen 01. Número 1. Enero - Junio. 2023
Volume 01. Issue 1. January - June. 2023

<https://revistas.unh.edu.pe/index.php/rpca>

**REVISTA PERUANA DE
CIENCIA ANIMAL (RPCA)**

Director:

Ph.D. Rufino PAUCAR CHANCA

Editor:

Ph.D. Rufino PAUCAR CHANCA

Portada:

Vicuña (*Vicugna vicugna*)

COMITÉ CONSULTIVO

Ph.D. Jesús Piedrafita Arilla

Universidad Autónoma de Barcelona, España

Ph.D. María José Milán Sendra

Universidad Autónoma de Barcelona, España

Ph.D. Jordi Bartolomé Filella

Universidad Autónoma de Barcelona, España

Ph.D. Leopoldo Alfonso Ruiz

Universidad Pública de Navarra, España

Ph.D. Juan Pablo Gutiérrez García

Universidad Complutense de Madrid, España

Ph.D. Cristián Bonacic

Pontificia Universidad Católica de Chile

Ph.D. André Víctor Rubio Carrasco

Universidad de Chile

Ph.D. Diego Mariano Sacchero

INTA – Bariloche, Argentina

Ph.D. Edgar Carlos Quispe Peña

Natural Fibers Tech, Perú

Dr. Gilmar Edgardo Mendoza Ordoñez

Universidad Nacional de Trujillo, Perú

Revista Peruana de Ciencia Animal

Vol. 1, No 1, Enero – Junio 2023

Publicación Semestral

Universidad Nacional de Huancavelica

Escuela Profesional de Zootecnia – Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG)

Av. Agricultura No 319-321. Sector – Paturpampa, Huancavelica – Perú

Deposito Legal No 202309122

ISSN: -----(En línea)

EDITORIAL

La comunicación científica es muy importante, pues es una herramienta que permite la socialización de los resultados de los trabajos de investigación, realizados en las universidades, institutos de investigación, empresas, centros de innovación y desarrollo tecnológico, entre otros, por los académicos, estudiantes de pre y posgrado, investigadores y científicos en general.

En ese sentido, las revistas científicas permiten la publicación de los resultados de los diferentes trabajos de investigación, luego de una minuciosa evaluación que realiza el jefe editor, editor asociado y los revisores (“peer review”), guardando, cautelando y asegurando una rigurosidad científica. De este modo los hallazgos científicos, van incorporándose dentro del conocimiento científico, para luego constituirse parte de la ciencia. De este modo, los autores de los artículos científicos, puedan ser merecidamente llamados “científicos”.

Existen miles de revistas científicas a nivel mundial, y existen muchos tipos de clasificación, que pueden ser de acuerdo al área de investigación, al cuartil donde pertenecen, al grado de impacto, entre otros; sin embargo, todas pasan por diferentes canales de evaluación para su posicionamiento, y como todo proceso, también las revistas científicas van escalando de nivel de acuerdo al grado de exigencia, tiempo de existencia y rigurosidad científica, lo que hace que tengan una buena o regular reputación científica.

Dentro de este contexto, nace la Revista Peruana de Ciencia Animal (RPCA), creada por iniciativa del Ph.D. Rufino Paucar Chanca, bajo el patrocinio del Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG) de la Universidad Nacional de Huancavelica, teniendo como finalidad promover la publicación de trabajos de investigación realizados específicamente en el campo de la Ciencia Animal.

La RPCA nace con un Editor y Cuerpo de Editorial, conformado por investigadores de reconocida trayectoria, que estoy seguro conducirán acertadamente el desarrollo y escalamiento de dicha revista, que en poco tiempo logrará ocupar una buena reputación científica.

Asimismo, insto a los investigadores del campo de la ciencia animal, a enviar sus contribuciones, lo cual serán merecidamente evaluados, teniendo como pauta principal la rigurosidad científica, que asegurará una buen marketing y reputación de los autores a nivel nacional e internacional.

Con justa razón van mis felicitaciones al Ph.D. Rufino Paucar Chanca, quien con gran entusiasmo y responsabilidad vienen iniciando esta ardua tarea, en beneficio de la comunidad científica, que obviamente complementará en el logro de un mejor posicionamiento de la Universidad Nacional de Huancavelica, del que formé parte de su equipo académico, científico y administrativo alrededor de 20 años, donde tuve la dicha de ver el inicio y desarrollo de destacados académicos e investigadores, del cual estoy muy agradecido.

Sin duda no puedo culminar esta presentación, sin antes agradecer al Jefe Editor de la Revista Peruana de Ciencia Animal por permitirme escribir esta primera editorial, lo cual considero como un enorme privilegio, y por tanto expreso mi compromiso de apoyo y colaboración.

Ph.D. Edgar Carlos QUISPE PEÑA

ÍNDICE

Comparación de dos métodos de extracción de ADN en parásitos (<i>Sarcoptes scabiei</i>) de alpacas Huacaya de la provincia de Huancavelica -----	06
Evaluación de sistemas de alimentación y cantidad de alimento sobre parámetros productivos de cuyes (<i>Cavia porcellus</i>) -----	13
Evaluación de parámetros productivos y químicos de tres variedades de avena forrajera asociadas con vicia -----	25
Variabilidad genética en dos poblaciones de llamas (<i>Lama glama</i>) en Huancavelica -- -----	36
Características tecnológicas de la fibra de llamas (<i>Lama glama</i>) antes y después del descordado -----	44

COMPARACIÓN DE DOS MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE ADN EN PARÁSITOS (*Sarcoptes scabiei*) DE ALPACAS HUACAYA DE LA PROVINCIA DE HUANCAVELICA

COMPARISON OF TWO METHODS OF DNA EXTRACTION IN PARASITES (*Sarcoptes scabiei*) OF HUACAYA ALPACAS FROM THE PROVINCE OF HUANCAVELICA

Requena Angy¹  y Paucar-Chanca Rufino^{1@} 

¹ Laboratorio de Mejoramiento Genético – Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. Perú.
rufino.paucar@unh.edu.pe

Recepción: 15 de enero de 2023

Aprobación: 18 de marzo de 2023

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue comparar dos métodos de extracción de ADN (Fenol – Cloroformo y Quick-DNA™ 96 Plus Kit) en parásitos (*Sarcoptes scabiei*) de alpacas Huacaya en cuanto a cantidad y calidad (pureza e integridad). Para ello se seleccionaron 18 alpacas, de las cuales se extrajo muestras de las lesiones de la piel producto de la sarna. Posteriormente se realizó el aislamiento de los parásitos y la extracción de ADN con los dos métodos de extracción mencionados. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva y la Prueba U de Mann-Whitney, utilizando el programa estadístico R. Obteniendo los siguientes resultados: la cantidad de ADN para el método Fenol – Cloroformo (F-C) fue de 6.4 ± 1.2 ng/ul y para el método del Kit Quick-DNA™ 96 Plus (Quick) fue de 6.4 ± 1.6 ng/ul, no encontrándose diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$), en cuanto al rango del índice de pureza del ADN (A260/A280), estuvo entre 1.8 ± 0.1 nm y 1.9 ± 0.1 nm para el método F-C y el método Quick respectivamente, no encontrándose diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$); respecto a la integridad, se observaron integridades regulares en ambos métodos. La cantidad de ADN obtenido con los dos métodos de extracción es poca, pero útil para estudios moleculares. En cuanto a calidad, está dentro del rango óptimo. Ambos métodos de extracción son similares con respecto a la cantidad y calidad del ADN.

Palabras clave: alpaca; ADN; *Sarcoptes scabiei*

Summary

The objective of this work was to compare two DNA extraction methods (Phenol – Chloroform and Quick-DNA™ 96 Plus Kit) in parasites (*Sarcoptes scabiei*) of Huacaya alpacas in terms of quantity and quality (purity and integrity). For this, 18 alpacas were selected, from which samples of the skin lesions caused by scabies were extracted. Subsequently, the isolation of the parasites and the extraction of DNA were carried out with the two extraction methods mentioned. For data analysis, descriptive statistics and the Mann-Whitney U Test were used, using the R statistical program. Obtaining the following results: the amount of DNA for the Phenol – Chloroform (F-C) method was 6.4 ± 1.2 ng/ ul and for the Quick-DNA™ 96 Plus Kit (Quick) method it was 6.4 ± 1.6 ng/ul, not finding significant statistical differences ($P>0.05$), regarding the range of the DNA purity index (A_{260}/A_{280}), was between 1.8 ± 0.1 nm and 1.9 ± 0.1 nm for the F-C method and the Quick method respectively, not finding significant statistical differences ($P>0.05$); Regarding completeness, regular completenesses were observed in both methods. The amount of DNA obtained with the two extraction methods is small, but useful for molecular studies. As for quality, it is within the optimal range. Both extraction methods are similar with respect to the quantity and quality of the DNA.

Keywords: alpaca; DNA; *Sarcoptes scabiei*

Introducción

Los Camélidos Sudamericanos (CSA) constituyen un recurso zoogenético importante para las poblaciones altoandinas. Bajo el término CSA se incluyen dos especies domésticas, la alpaca (*Vicugna pacos*) y la llama (*Lama glama*), y a dos silvestres, la vicuña (*Vicugna vicugna*) y el guanaco (*Lama guanicoe*) (FAO, 2005). Perú, es el primer productor de camélidos sudamericanos del mundo, con una población total de 4,288,231 unidades (Brenes *et al.*, 2001).

La crianza de CSA domésticos (alpacas y llamas) constituyen el principal medio de subsistencia para más de un millón de pequeños productores de los andes centrales de Sudamérica (Quispe *et al.*, 2009); en el caso del Perú según la FAO (2005), las alpacas y llamas constituyen el principal medio de subsistencia de un gran sector de la población de las zonas altoandinas, a través del aporte de fibra, carne, energía de trabajo y otros subproductos. Destacándose su eficiencia en el uso de la tierra en un ambiente adverso como lo son las frágiles praderas de los páramos andinos.

Uno de los factores limitantes en la producción de CSA es la presencia de enfermedades parasitarias, que afectan la salud del animal y en consecuencia disminuyen el rendimiento productivo de la

fibra y la carne. Dentro de los problemas parasitarios más comunes en los camélidos sudamericanos se encuentra la sarna. Esta enfermedad causa pérdidas cuantiosas para los productores disminuyendo la calidad y el peso del vellón. Actualmente, el tratamiento de la sarna se realiza de manera tradicional, utilizando principalmente productos naturales (aceite quemado, grasa de cerdo, etc.) y la ivermectina. Para el tratamiento y diagnóstico desde un enfoque molecular todavía no se han desarrollado estudios, lo cual aportaría mucho para un control más eficaz de esta enfermedad. Para desarrollar estudios respecto al diagnóstico y tratamiento de una enfermedad desde un enfoque molecular, el primer paso es optimizar un protocolo de extracción de ADN. Por ello, la finalidad del presente trabajo fue comparar dos métodos de extracción de ADN en parásitos (*Sarcoptes scabiei*) de alpacas respecto a cantidad y calidad, con el fin de optimizar un protocolo de extracción de ADN como base para futuros estudios en el campo molecular.

Material y métodos

Muestras

Se trabajó con muestras de las lesiones de la piel de 18 alpacas enfermas con sarna de la provincia de Huancavelica, obtenidas por muestreo de tipo no probabilístico intencionado. Las muestras fueron

transportadas en un cooler y confirmadas por microscopía en el Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG) de la Universidad Nacional de Huancavelica, luego fueron almacenadas a -20 °C hasta su proceso.

Aislamiento de los parásitos

En una placa Petri se colocó una pequeña porción de la muestra de piel con sarna (costra), luego se le añadió etanol al 80% y se examinó con un estereoscopio, y con la ayuda de una micropipeta se absorbieron los ácaros que se iban desprendiendo de la muestra de piel.

Extracción de ADN

La extracción de ADN se realizó a través del método Fenol-Cloroformo (Sambrook y Russell, 2006) y el protocolo del kit comercial Quick-DNA™ 96 Plus Kit.

Cuantificación de ADN

La concentración y pureza de las muestras de ADN extraídas, se midió mediante espectrofotometría. Las muestras fueron cuantificadas con un nanofotómetro (P-

Class – Implen), de igual manera la calidad del ADN se evaluó con el mismo equipo, por la proporción entre las absorbancias 260 nm / 280 nm para cada método de extracción de ADN.

Electroforesis

La integridad (calidad) del ADN extraído, se analizó con la técnica de electroforesis en gel de agarosa al 1%.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva y la Prueba U de Mann-Whitney, utilizando el programa estadístico R (The R Project for Statistical Computing).

Resultados y discusión

De acuerdo a la Tabla 01, los resultados obtenidos para el método Fenol – Cloroformo, muestra una concentración media de ADN de 6.4 ± 1.2 ng/ul y para el método Quick-DNA™ 96 Plus Kit una concentración media de ADN de 6.4 ± 1.6 ng/ul.

Tabla 01. Concentración (ng/ul) de ADN en los dos métodos de extracción.

Métodos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
F-C	9	4.5	8.0	6.4 ^a	± 1.2
Quick	9	4.0	8.5	6.4 ^a	± 1.6

* Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$)

En la Tabla 02 observamos los valores de pureza, los cuales fueron de 1.8 ± 0.1 nm y 1.9 ± 0.01 para el método Fenol –

Cloroformo y Quick-DNA™ 96 Plus Kit respectivamente.

Tabla 02. Pureza (A260/A280 nm) de ADN en los dos métodos de extracción.

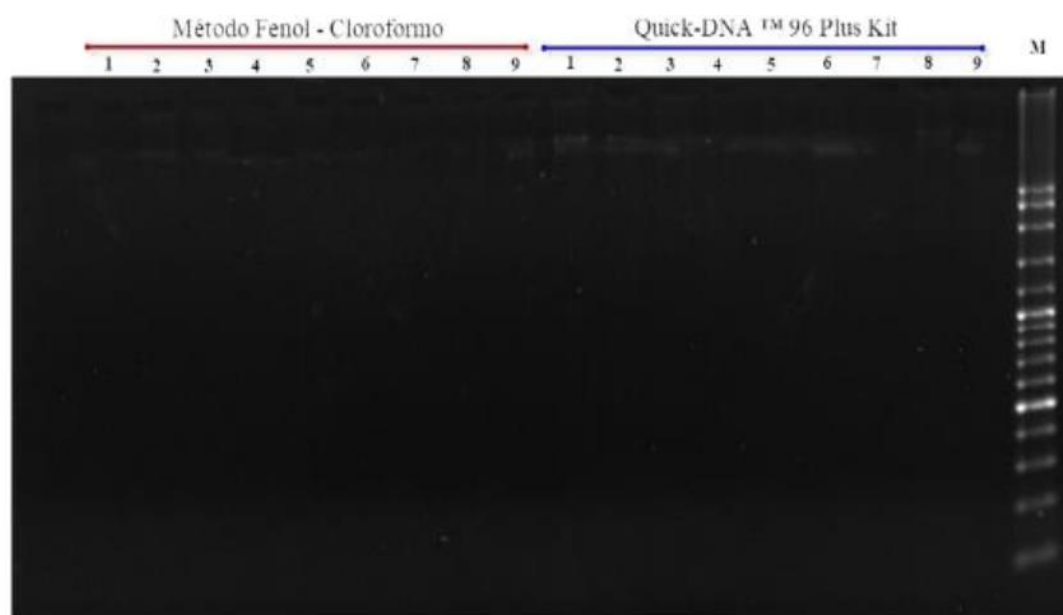
Métodos	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
F-C	9	1.7	2.0	1.8 ^a	± 0.1
Quick	9	1.6	2.0	1.9 ^a	± 0.1

* Letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencias estadísticas significativas (P>0.05)

En la Imagen 01 se observa la migración de ADN, utilizando la técnica de electroforesis. Donde se puede apreciar y ratificar en primer lugar la baja

concentración de ADN obtenido con los dos métodos de extracción de ADN, también se observa una regular integridad del ADN en ambos métodos de extracción de ADN.

Imagen 01. Integridad del ADN en los dos métodos de extracción.



Los resultados respecto a cantidad y calidad de ADN son similares a los reportados por Dedhia *et al.* (2007) y Anon (2008). Por otro lado, los resultados respecto a la concentración de ADN son inferiores a los obtenidos por Díaz-Cano y Brady (1997) y Fowler (2011) quienes extrajeron ADN en otros parásitos (*Cyclospora cayetanensis* y

Trypanosoma cruzi), estas diferencias probablemente se deben al tipo de parásito, cantidad de parásitos para la extracción y método de extracción. Respecto a la calidad de ADN tanto en pureza e integridad son similares a lo reportados por varios autores (Khokhar *et al.* (2012), Lehmann y Kreipe (2001), Mahaisavariya *et al.* (2005), Sato *et*

al. (2001) y Rivero *et al.* (2006)). Cabe resaltar que estudios de extracción de ADN exclusivamente en *Sarcoptes scabiei* en alpacas no se han reportado hasta la fecha.

Conclusiones

La cantidad (6.4 ± 1.2 y 6.4 ± 1.6 ng/ul.) de ADN obtenido con los dos métodos de extracción es poca, pero útil para realizar estudios moleculares. En cuanto a la calidad respecto a la pureza (1.8 ± 0.1 y 1.9 ± 0.1 nm) del ADN se encuentra dentro del rango óptimo y respecto a la integridad estas presentan integridades regulares. Ambos métodos de extracción son similares respecto a la cantidad y calidad de ADN.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico y logístico del Programa Presupuestal 0066 de la Universidad Nacional de Huancavelica, que fomenta la investigación formativa.

Bibliografía

Anon, (2008). Northern Ireland disease surveillance october to december, 2007. *Vet.Rec.* 162, 393-396.

Brenes, E. R., Madrigal, K., Pérez, F., & Valladares, K. (2001). El cluster de los camélidos en Perú: diagnóstico competitivo y recomendaciones estratégicas. Instituto Centroamericano de Administración de Empresas.

Dedhia, P., Tarale, S., Dhongde, G., Khadapkar, R., y Das, B. (2007). Evaluation of DNA extraction methods and real time PCR optimization on formalin-fixed paraffin-embedded tissues. *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, 8(1), 55-59. https://journal.waocp.org/article_24559_of31e7de3594e2e8805a5a50350ce5b3.pdf.

Díaz-Cano, S. J., & Brady, S. P. (1997). Limiting Step for Retrieval of High-quality DNA. *Diagn Mol Pathol*, 6(6), 342-346.

FAO (2005). Global forest cover mapping for the United Nations Food and Agriculture Organization forest resources assessment 2000 program. *Forest science*, 49(3), 369-380.

Fowler, M. (2011). *Medicine and surgery of camelids*. John Wiley & Sons.

Khokhar, S. K., Mitui, M., Leos, N. K., Rogers, B. B., & Park, J. Y. (2012). Evaluation of Maxwell® 16 for automated DNA extraction from whole blood and formalin-fixed paraffin embedded (FFPE) tissue. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, 50(2), 267-272.

Lehmann, U., & Kreipe, H. (2001). Real-time PCR analysis of DNA and RNA extracted from formalin-fixed and paraffin-embedded biopsies. *Methods*, 25(4), 409-418.

Mahaisavariya, P., Chaiprasert, A., Manonukul, J., Khemngern, S., & Tingtoy, N. (2005). Detection and identification of Mycobacterium species by polymerase chain reaction (PCR) from paraffin-embedded tissue compare to AFB staining in pathological sections. *J Med Assoc Thai*, 88(1), 108-13

Quispe, E. C., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 45, 1-14.

Rivero, E. R., Neves, A. C., Silva-Valenzuela, M. G., Sousa, S. O., & Nunes,

F. D. (2006). Simple salting-out method for DNA extraction from formalin-fixed, paraffin-embedded tissues. *Pathology-Research and Practice*, 202(7), 523-529.

Sambrook, J., & Russell, D. W. (2006). The condensed protocols from molecular cloning: a laboratory manual. Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Sato, Y., Sugie, R., Tsuchiya, B., Kameya, T., Natori, M., & Mukai, K. (2001). Comparison of the DNA extraction methods for polymerase chain reaction amplification from formalin-fixed and paraffin-embedded tissues. *Diagnostic Molecular Pathology*, 10(4), 265-271.

EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN Y CANTIDAD DE ALIMENTO SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS DE CUYES (*Cavia porcellus*)

EVALUATION OF FEEDING SYSTEMS AND QUANTITY OF FOOD ON PRODUCTIVE PARAMETERS OF GUINEA PIGS (*Cavia porcellus*)

Caso-Huamani Luz Eliana¹ 

¹ Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias de Ingeniería – Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. Perú.

luzcasoh@gmail.com

Recepción: 17 de enero de 2023

Aprobación: 25 de marzo de 2023

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar sistemas de alimentación y cantidad de alimento sobre los parámetros productivos de cuyes (*Cavia porcellus*). Para ello se emplearon 90 cuyes machos destetados de la raza Perú, distribuidos aleatoriamente en nueve tratamientos. Se determinó la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. La ganancia de peso respecto a los sistemas de alimentación fue de: 663.97 g para la alimentación mixta, 412.66 g para la alimentación a base de solo forraje verde hidropónico (FVH) de avena - vicia y 398.48 g para la alimentación a base de alimento balanceado; los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre sistemas, registrándose la mayor ganancia de peso en el sistema mixto. La ganancia de peso respecto a la cantidad de alimento fue de: 669.52 g, 527.46 g y 278.13 g para C1 (*ad libitum*), C2 (250 g de FVH de avena - vicia y 50 g de alimento balanceado) y C3 (200 g de FVH de avena - vicia y 20 g de alimento balanceado) respectivamente; los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre cantidades de alimento, obteniendo la mayor ganancia de peso con la C1. El consumo de alimento respecto a los sistemas de alimentación de los cuyes fue de: 3,864.07 g para la alimentación mixta, 3,500.72 g para la alimentación a base de solo FVH de avena - vicia y 1,698.65 g para la alimentación a base de balanceado; los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre sistemas, registrándose el mayor consumo de alimento en el sistema mixto. El consumo de alimento

respecto a la cantidad de alimento fue de: 4,114.57 g, 2,941.25 g y 2,007.63 g para C1, C2 y C3 respectivamente; los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre cantidades de alimento, registrándose el mayor consumo de alimento en la C1. La conversión alimenticia respecto a los sistemas de alimentación fue de: 5.22 para la alimentación a base de balanceado, 5.81 para la alimentación mixta, y 9.79 para la alimentación a base de solo FVH de avena – vicia; los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre sistemas, registrándose la mejor conversión alimenticia en el sistema balanceado. La conversión alimenticia respecto a la cantidad de alimento fue de: 5.53, 6.33 y 8.96 para C2, C1 y C3 respectivamente; los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P<0.05$) entre cantidades de alimento, obteniéndose las mejores conversiones alimenticias en la C2 y C1. Los sistemas de alimentación y las cantidades de alimento tienen efecto sobre los parámetros productivos de cuyes de la raza Perú.

Palabras clave: cuy; peso; consumo; conversión alimenticia; sistemas de alimentación

Summary

The objective of this work was to evaluate feeding systems and amount of food on the productive parameters of guinea pigs (*Cavia porcellus*). For this, 90 weaned male guinea pigs of the Peru breed were used, randomly distributed in nine treatments. Weight gain, feed intake and feed conversion were determined. The weight gain with respect to the feeding systems was: 663.97 g for the mixed feeding, 412.66 g for the feeding based on only hydroponic green fodder (FVH) of oats - vetch and 398.48 g for the feeding based on balanced food ; The results of the statistical analysis present significant statistical differences ($P<0.05$) between systems, registering the highest weight gain in the mixed system. The weight gain with respect to the amount of food was: 669.52 g, 527.46 g and 278.13 g for C1 (ad libitum), C2 (250 g of FVH of oats - vetch and 50 g of balanced food) and C3 (200 g of FVH of oats - vetch and 20 g of balanced food) respectively; The results of the statistical analysis present significant statistical differences ($P<0.05$) between amounts of food, obtaining the highest weight gain with C1. The food consumption regarding the feeding systems of the guinea pigs was: 3,864.07 g for the mixed feeding, 3,500.72 g for the feeding based on only oat-vetch FVH and 1,698.65 g for the balanced feeding; The results of the statistical analysis present significant statistical differences ($P<0.05$) between systems, registering the highest food consumption in the mixed system. The food consumption regarding the amount of food was: 4,114.57 g, 2,941.25 g and 2,007.63 g for C1, C2 and C3 respectively; The results of the statistical analysis present significant statistical differences ($P<0.05$) between amounts of food, registering the highest food consumption in C1. The feed conversion regarding the feeding systems was: 5.22 for the feed based on balanced feed, 5.81 for the mixed feed, and 9.79 for the feed based on only FVH of oats - vetch; The results of the statistical analysis present significant statistical differences ($P<0.05$) between systems, registering the best feed conversion in the balanced system. The feed conversion with respect to the amount of food was: 5.53, 6.33 and 8.96 for C2, C1 and C3 respectively; The results of the statistical analysis show significant statistical differences ($P<0.05$) between amounts of feed, obtaining the best feed conversions in C2 and C1. The feeding systems and the amounts of food have an effect on the productive parameters of guinea pigs of the Peru breed.

Keywords: guinea pig; weight; consumption; feed conversion; feeding systems

Introducción

El cuy como animal nativo de los Andes constituye una importante fuente de proteína animal para el poblador andino. Su relativa facilidad de crianza y la demanda local y regional en continuo incremento lo ponen en ventaja frente a otras especies pecuarias (Rico y Rivas, 2003).

El objetivo principal que persigue la crianza de cuyes es “producir más carne al menor costo y en el menor tiempo posible.” Para lograrlo, el manejo de los animales juega un papel importante debido a que se deben controlar varios factores tales como sanidad, reproducción, mejora genética y alimentación.

En los diferentes tipos de crianza de cuyes se utilizan diversos alimentos y de igual manera diferentes cantidades, de los que se desconoce su incidencia sobre los parámetros productivos, pero si se sabe que el manejo de la alimentación es uno de los factores de mayor importancia en el proceso productivo, que representa más del 70 % de los costos totales de la crianza. Bajo estas condiciones, se puede apreciar que existe escasa información respecto al desempeño de los sistemas de alimentación y cantidad de alimento sobre los parámetros productivos. Por ello, es necesario realizar estudios en este campo ya que ello

contribuirá a la mejora de las producciones en esta especie.

Por lo mencionado líneas arriba el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de los sistemas de alimentación y la cantidad de alimento sobre los parámetros productivos en cuyes (*Cavia porcellus*) de recría, con la finalidad de encontrar la mejor ración que permita obtener las mejores producciones.

Material y métodos

Muestra

La muestra estuvo conformada por 90 cuyes machos destetados de la raza Perú, provenientes del Programa de Mejoramiento Genético de Cuyes (PMGC) de la Universidad Nacional de Huancavelica. Los cuales fueron extraídos cuidando de que sean de un peso y tamaño homogéneo. Posteriormente los cuyes fueron distribuidos de manera aleatoria en los nueve tratamientos.

Pesado de animales

Los pesos fueron tomados al inicio del experimento y luego semanalmente hasta completar el experimento (60 días de edad de los cuyes).

Variables

Para calcular las variables del estudio se emplearon las siguientes expresiones:

Incremento de peso (g) = Peso vivo final (60 días de edad) – Peso vivo inicial (inicio del experimento).

Consumo de alimento (g) = Alimento ofrecido - Residuo del día.

Conversión alimenticia = Cantidad de alimento seco consumido / Peso vivo ganado durante el periodo (g)

Tratamientos

Se evaluaron 3 sistemas de alimentación y 3 cantidades de alimento cuyas combinaciones constituyeron los tratamientos del estudio, los cuales se detalla a continuación:

T1 = FVH de avena - vicia (*ad libitum*)

T2 = FVH de avena - vicia (250 g)

T3 = FVH de avena - vicia (200 g)

T4 = Alimento balanceado (*ad libitum*)

T5 = Alimento balanceado (50 g)

T6 = Alimento balanceado (20 g)

T7 = Alimento mixto (balanceado *ad libitum* + FVH de avena - vicia 200 g)

T8 = Alimento mixto (balanceado 50 g + FVH de avena - vicia 200 g)

T9 = Alimento mixto (balanceado 20 g + FVH de avena - vicia 200 g)

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva y un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial 3 x 3, a través de la opción lm (*linear model*) del programa estadístico R. En los casos que se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las medias, se comparó dos a dos mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Resultados y discusión

Ganancia de peso

La ganancia de peso promedio con respecto a los sistemas de alimentación fue de 663.97 g para la alimentación mixta, 412.66 g para la alimentación a base de FVH de avena - vicia y 398.48 g para la alimentación a base de alimento balanceado. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre sistemas de alimentación, registrándose la mayor ganancia de peso en el sistema mixto y no se encontró diferencias estadísticas entre el sistema de alimentación balanceado y el sistema de alimentación a base de FVH de avena - vicia (Tabla 01).

Tabla 01. Efecto del sistema de alimentación sobre la ganancia de peso.

Sistemas de alimentación	N	Media	Error estándar
Balanceado	30	398.48 ^b	45,23
FVH de avena - vicia	30	412.66 ^b	33.54
Mixto	30	663.97 ^a	16.29

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

La ganancia de peso promedio con respecto a la cantidad de alimento fue de 669.52 g, 527.46 g y 278.13 g para C1, C2 y C3 respectivamente. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre cantidades de alimento, registrándose la mayor ganancia de peso con la C1 (Tabla 02).

Tabla 02. Efecto de la cantidad de alimento sobre la ganancia de peso.

Cantidad	N	Media	Error estándar
C1	30	669.52 ^a	13.20
C2	30	527,46 ^b	28.00
C3	30	278.13 ^c	36.18

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

En la Tabla 03 se puede observar que la ganancia de peso promedio con respecto a los tratamientos fue de: 723.67 g, 720.08 g, 707.35 g, 577.53 g, 548.17 g, 494.86 g, 367.44 g, 165.59 g y 120.64 g para el T7, T8, T4, T1, T9, T2, T5, T3 y T6 respectivamente. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, registrándose las mayores ganancias de peso en el T7, T8 y T4.

Los resultados del presente estudio son diferentes a los reportados por Huamani *et al.* (2016), quien reportó valores superiores en 14.33 g, 194.8 g y 3.54 g para el sistema de alimentación mixta, alimentación de solo forraje y alimentación a base de balanceado, respectivamente. Pero, concuerdan al

obtener efectos significativos y valores superiores del tratamiento compuesto por FVH de avena - vicia y alimento balanceado. La diferencia en la ganancia de peso se podría atribuir a la ubicación geográfica, puesto que el mencionado trabajo se desarrolló en la región Lima; como se sabe el clima es un factor muy influyente sobre los parámetros productivos.

Por otro lado, los resultados del presente estudio en relación a la ganancia de peso con alimentación mixta (FVH de avena - vicia y balanceado) y solo FVH de avena - vicia son superiores en 188.08 g y 152 g, respectivamente, respecto a los reportados por Tarrillo *et al.* (2018). La superioridad de los datos del presente trabajo de

investigación posiblemente se deba a la calidad genética de los cuyes con que se

trabajó, ya que pertenecen a un programa de mejora genética.

Tabla 03. Efecto de los tratamientos sobre la ganancia de peso.

Tratamiento	Nº	Media	Error estándar
T1	10	577.53 ^b	7.45
T2	10	494.86 ^c	13.88
T3	10	165.59 ^e	8.68
T4	10	707.35 ^a	12.33
T5	10	367.44 ^d	10.29
T6	10	120.64 ^e	15.22
T7	10	723.67 ^a	7.27
T8	10	720.08 ^a	14.00
T9	10	548.17 ^b	8.91

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

Con respecto a lo reportado por Quintana *et al.* (2013), la ganancia de peso con la alimentación a base de forraje verde y alimento balanceado, son inferiores en 6.34 g y 133.52 g, respectivamente. Estas diferencias se deberían al tipo de forraje verde suministrado, puesto que Quintana *et al.* (2013) suministraron alfalfa y en el presente estudio se suministró FVH de avena - vicia.

Las ganancias de peso con las diferentes cantidades de alimento suministrado, concuerdan con los publicados por Carbajal (2015), quien también determinó que los cuyes alimentados con dietas *ad libitum* ganan más peso que los animales con dietas específicas. Sin embargo, al momento de comparar los valores de los estudios, los resultados del presente estudio son inferiores en ganancia de peso diaria. Estas diferencias posiblemente se deban al tipo de

forraje ofrecido (FVH de avena - vicia vs alfalfa), al tipo de concentrado (Corina vs La Molina) y al lugar donde se desarrolló el experimento (sierra vs costa).

Los resultados respecto a la ganancia de peso en relación con los tratamientos, los valores del presente estudio alcanzados por el T7 (alimento balanceado *ad libitum* + 200 g de forraje verde) son superiores en 134.77 g, con respecto a los reportados por Acosta (2008) quien alimentó a los cuyes a base de 30% de forraje más 70% de dieta formulada. La superioridad se debería a que en nuestro trabajo el alimento balanceado fue *ad libitum*, mientras en el otro estudio fue controlado.

De igual modo, los resultados del T9 (20g de alimento balanceado + 200g de forraje verde hidropónico) del presente trabajo son superiores (226.28g) a los reportados por Ccente y Juño (2016) quienes encontraron

resultados menores al del presente trabajo en sus diferentes tratamientos. La superioridad posiblemente se deba a la cantidad y tipo de forraje verde suministrado, puesto que estos autores utilizaron forrajes de avena, trigo y cebada y en el presente estudio únicamente FVH de avena – vicia; también se puede atribuir a la constitución genética de los cuyes utilizados (en el presente estudio provienen de un programa de mejora genética). Del mismo modo, los resultados del presente estudio son superiores en sus diferentes tratamientos a los reportados por Punina (2015).

Consumo de alimentos

El consumo de alimento promedio con respecto a los sistemas de alimentación de los cuyes fue 3,864.07 g para la alimentación mixta, 3,500.72 g para la alimentación a base de solo FVH de avena - vicia y 1,698.65 g para la alimentación a base de balanceado. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre sistemas de alimentación, registrándose el mayor consumo de alimento con el sistema mixto (Tabla 04).

Tabla 04. Efecto del sistema de alimentación sobre el consumo de alimento.

Sistema de alimentación	Nº	Media	Error estándar
Balanceado	30	1,698.65 ^c	143.56
FVH de avena - vicia	30	3,500.72 ^b	240.19
Mixto	30	3,864.07 ^a	115.06

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

El consumo de alimento promedio con respecto a la cantidad de alimento fue: 4114.57 g, 2941.25 g y 2007.63 g para C1, C2 y C3 respectivamente. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias

estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre cantidades de alimento, registrándose el mayor consumo de alimento en la C1 (Tabla 05).

Tabla 05. Efecto de la cantidad de alimento sobre el consumo de alimento.

Cantidad	Nº	Media	Error estándar
C1	30	4114.57 ^a	211.18
C2	30	2941.25 ^b	174.90
C3	30	2007.63 ^c	179.51

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

En la Tabla 06 se puede apreciar que el consumo de alimento promedio con

respecto a los tratamientos fue de: 5,297.65 g, 4,463.31 g, 4,116.39 g, 3,012.52 g,

2,896.73 g, 2,582.76 g, 2,307.79 g, 1,810.63 g y 702.57 g para los tratamientos T1, T7, T8, T9, T2, T4, T3, T5 y T6 respectivamente. Los resultados al análisis

estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, registrándose el mayor consumo de alimento en el T1.

Tabla 06. Efecto de los tratamientos sobre el consumo de alimento.

Tratamiento	Nº	Media	Error estándar
T1	10	5,297.65 ^a	15.79
T2	10	2,896.73 ^e	3.04
T3	10	2,307.79 ^g	4.11
T4	10	2,582.76 ^f	27.00
T5	10	1,810.63 ^h	1.16
T6	10	702.57 ⁱ	0.86
T7	10	4,463.31 ^b	19.87
T8	10	4,116.39 ^c	3.54
T9	10	3,012.52 ^d	4.22

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

El consumo de alimento respecto al sistema de alimentación y cantidad de alimento suministrado, coincide con los reportados por Quintana *et al.* (2013) y Carbajal (2015), para quienes también el consumo fue mayor en el sistema de alimentación mixto y en la cantidad *ad libitum*. Por otro lado, no coinciden con los publicados por Acosta (2008), para quien el mayor consumo fue cuando se les suministró 100% de pasto kudzu.

Conversión alimenticia

La conversión alimenticia promedio con respecto a los sistemas de alimentación de los cuyes fueron 5.22 para la alimentación a base de balanceado, 5.81 para la alimentación mixta y 9.79 para la alimentación a base de solo FVH de avena - vicia. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre sistemas, registrándose la mejor conversión alimenticia en el sistema balanceado (Tabla 07).

Tabla 07. Efecto del sistema de alimentación sobre la conversión alimenticia.

Sistema de alimentación	Nº	Media	Error estándar
Balanceado	30	5.22 ^b	0.46
FVH de avena - vicia	30	9.79 ^a	0.70
Mixto	30	5.81 ^a	0.07

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

La conversión alimenticia promedio con respecto a la cantidad de alimento fueron: 5.53, 6.33 y 8.96 para C2, C1 y C3 respectivamente. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias

estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre cantidades de alimento, registrándose las mejores conversiones alimenticias en C2 y C1 (Tabla 08).

Tabla 08. Efecto de la cantidad de alimento sobre la conversión alimenticia.

Cantidad	Nº	Media	Error estándar
C1	30	6.33 ^b	0.42
C2	30	5.53 ^b	0.11
C3	30	8.96 ^a	0.85

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

En la Tabla 09 se puede observar que la conversión alimenticia promedio con respecto a los tratamientos fueron 3.64, 4.97, 5.51, 5.74, 5.89, 6.17, 7.05, 9.18 y 14.31 para el tratamiento T4, T5, T9, T8,

T2, T7, T6, T1 y T3 respectivamente. Los resultados al análisis estadístico presentan diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, registrándose la mejor conversión alimenticia en el T4.

Tabla 09. Efecto de los tratamientos sobre la conversión alimenticia.

Tratamiento	Nº	Media	Error estándar
T1	10	9.18 ^b	0.12
T2	10	5.89 ^c	0.16
T3	10	14.31 ^a	0.83
T4	10	3.64 ^d	0.07
T5	10	4.97 ^{cd}	0.14
T6	10	7.05 ^{bc}	1.16
T7	10	6.17 ^c	0.07
T8	10	5.74 ^{cd}	0.11
T9	10	5.51 ^{cd}	0.10

* Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)

Los resultados con respecto a la conversión alimenticia, difieren en 1.92 de los reportados por Tarrillo *et al.* (2018), para quienes las mejores conversiones fueron alcanzadas por los tratamientos a base de alimentación mixta en sus diferentes proporciones. Pero, concuerdan al afirmar que existe una baja conversión cuando los

cuyes son alimentados a base de forraje verde.

Del mismo modo, los resultados concuerdan con los reportados por Huamani *et al.* (2016), donde las mejores conversiones alimenticias fueron alcanzadas cuando los cuyes fueron alimentados con solo alimento balanceado,

aunque los valores de la conversión fueron menores en 1.2.

El resultado obtenido en el T4 (alimento balanceado *ad libitum*) fue mejor en comparación a lo reportado por Mesa *et al.* (2018), quien reportó una conversión de 5.38, mientras que en el presente trabajo fue de 3.64, ello se podría atribuir a la constitución genética de los animales utilizados.

Los resultados encontrados en el presente estudio fueron superiores a los reportados por Ccente y Juño (2016) y Punina (2015), quienes encontraron valores de conversión alimenticia de 2.10 y 2.53 respectivamente.

Conclusiones

Los sistemas de alimentación y la cantidad de alimento influyen sobre los parámetros productivos (ganancia de peso, consumo y conversión alimenticia) en cuyes de cría.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto “ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS DE CARACTERES DE IMPORTANCIA ECONÓMICA EN CUYES (*Cavia porcellus*)” por brindarnos todos los recursos y herramientas que fueron necesarios para llevar a cabo la presente investigación.

Bibliografía

Acosta Puneño, Y. (2008). Diferentes sistemas de alimentación en cuyes (*Cavia porcellus*) de engorde con la utilización de insumos alimenticios producidos en la selva central. [Trabajo de fin de grado]. Universidad Nacional del Centro de Perú.

Carbajal Chávez, C. (2015). Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (*Cavia porcellus*) en acabado en el Valle del Mantaro. [Trabajo de fin de grado]. Universidad Nacional Agraria la Molina.

Ccente Espinoza, J. y Juño Lima, R. (2016). Efecto del forraje verde hidropónico de Avena. Cebada y Trigo en el crecimiento y engorde de Cuyes (*cavia porcellus*). [Trabajo de fin de grado]. Universidad Nacional de Huancavelica.

Huamaní, G., Zea, O., Gutiérrez, G. y Vílchez, C. (2016). Efecto de tres sistemas de alimentación sobre el comportamiento productivo y perfil de ácidos grasos de carcasa de cuyes (*Cavia porcellus*). Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 27(3), 486-494. <http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i3.12004>.

Mesa, A., Cabrera, R., Morán, J., Cabrera, C., Mielles, E. y Meza, G. (2018). Producción y rentabilidad de cuyes alimentados con arbustivas forrajeras tropicales en zona rural de Quevedo,

Ecuador. Cienc Tecn UTEQ (2018) 11(2) p 1-7.

<https://doi.org/10.18779/cyt.v11i2.255>.

Punina Á. (2015). Análisis económico-financiero en el engorde de cuyes utilizando tres tipos de forraje verde hidropónico (cebada, avena y maíz) en la comunidad Tamboloma de la parroquia Pilahuin Cantón Ambato. [Trabajo de fin de grado]. Universidad Nacional de Loja.

Quintana, E., Jiménez, R., Carcelén, F., San Martín, F., y Ara, M. (2013). Efecto de dietas de alfalfa verde, harina de cebada y bloque mineral sobre la eficiencia productiva de cuyes. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú,

24(4), 425-432.

<http://www.scielo.org.pe/pdf/rivep/v24n4/a03v24n4.pdf>.

Rico, E. y Rivas, C. (2003). Manual sobre el manejo de cuyes. EEUU: Benson Agriculture and Food Institute. <https://docplayer.es/4237144-Manual-sobre-el-manejo-de-cuyes.html>

Tarrillo, B., Mirez, K. y Bernal, W. (2018). Uso de alimento peletizado en crecimiento–engorde de cuyes mejorados (*Cavia porcellus*) en Chota. Revista Ciencia Norandina, 1(2), 94-103. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v1n2p94>.

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y QUÍMICOS DE TRES VARIEDADES DE AVENA FORRAJERA ASOCIADAS CON VICIA

EVALUATION OF PRODUCTIVE AND CHEMICAL PARAMETERS OF THREE VARIETIES OF FORAGE OATS ASSOCIATED WITH VICIA

Aroni Yedy Ruth¹, Ramos Yola Victoria² y Caso-Huamani Luz Eliana¹

¹ Laboratorio de Mejoramiento Genético – Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. Perú.

² Escuela de Zootecnia - Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. Perú.

yaroniq@hotmail.com

Recepción: 25 de enero de 2023

Aprobación: 04 de abril de 2023

Resumen

El presente estudio fue realizado con el objetivo de evaluar los parámetros productivos (Altura de Planta "AP", N° de Plantas por m² "NPM2", Rendimiento de Materia Verde "RMV" y Rendimiento de Materia Seca "RMS") y químicos (Materia Seca "MS", Proteína Cruda "PC", Extracto Etéreo "EE", Fibra Detergente Neutro "FDN", Fibra Detergente Ácido "FDA" y Ceniza "C") de tres variedades de avena forrajera asociadas con *Vicia sativa* en dos tipos de siembra. Para evaluar los parámetros productivos se utilizó un Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial 3x2 (siendo los factores evaluados variedades de avena y tipos de siembra) y para evaluar los parámetros químicos se utilizó un Diseño Completamente al Azar (siendo el factor evaluado únicamente variedades de avena); los tratamientos para evaluar los parámetros productivos constituyeron las siguientes combinaciones: *Avena mantaro* 15 + *Vicia sativa* en surcos (T1), *Avena mantaro* 15 + *Vicia sativa* en voleo (T2), *Avena strigosa* + *Vicia sativa* en surcos (T3), *Avena strigosa* + *Vicia sativa* en voleo (T4), *Avena cayuse* + *Vicia sativa* en surcos (T5) y *Avena cayuse* + *Vicia sativa* en voleo (T6). No hubo interacción significativa entre el factor variedad de avena y tipo de siembra respecto a los parámetros productivos; el factor variedad influyó significativamente ($P < 0.05$) únicamente en AP de avena y vicia; de la misma manera el tipo de siembra influyó significativamente ($P < 0.05$) únicamente en NPM2 de vicia; por otra parte, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) en RMV y RMS respecto a variedad y tipo de siembra. Finalmente, no se encontraron diferencias

estadísticas significativas ($P>0.05$) en ninguno de los parámetros químicos (MS, PC, EE, FDN, FDA y C) respecto a variedad de avena.

Palabras clave: *Avena sativa*; *Vicia sativa*; parámetros productivos y químicos

Summary

The present study was carried out with the objective of evaluating the productive (Plant Height "AP", N° of Plants per m² "NPM2", Green Matter Yield "RMV" and Dry Matter Yield "RMS") and chemicals (Dry Matter "DM", Crude Protein "PC", Ethereal Extract "EE", Neutral Detergent Fiber "NDF", Acid Detergent Fiber "FDA" and Ash "C") of three varieties of fodder oats associated with *Vicia sativa* in two types of sowing. To evaluate the productive parameters, a Completely Random Design with a 3x2 Factorial Arrangement was used (being the factors evaluated varieties of oats and types of sowing) and to evaluate the chemical parameters a Completely Random Design was used (being the factor evaluated only varieties of oats); The treatments to evaluate the productive parameters constituted the following combinations: Avena mantaro 15 + *Vicia sativa* in rows (T1), Avena mantaro 15 + *Vicia sativa* in broadcast (T2), Avena strigosa + *Vicia sativa* in rows (T3), Avena strigosa + *Vicia sativa* in broadcast (T4), Avena cayuse + *Vicia sativa* in rows (T5) and Avena cayuse + *Vicia sativa* in broadcast (T6). There was no significant interaction between the oat variety factor and the type of sowing regarding the productive parameters; the variety factor had a significant influence ($P < 0.05$) only in AP of oats and vetch; In the same way, the type of planting had a significant influence ($P < 0.05$) only on Vetch NPM2; on the other hand, no significant statistical differences ($P > 0.05$) were found in RMV and RMS with respect to variety and type of planting. Finally, no significant statistical differences ($P > 0.05$) were found in any of the chemical parameters (DM, PC, EE, NDF, FDA and C) with respect to the oat variety.

Keywords: *Avena sativa*; *Vicia sativa*; productive and chemical parameters.

Introducción

La crianza de alpacas es una actividad económica importante para muchos productores de la región altoandina. Sin embargo, existe una gran preocupación en cuanto a su alimentación, debido a que éstas especies dependen totalmente de las praderas naturales; las cuales presentan un alto grado de degradación y se ven afectados debido a los drásticos cambios climáticos (calentamiento global), uso inadecuado, presión de pastoreo alto, corta época de crecimiento, desarrollo y producción; ya que la sierra peruana presenta dos épocas bien marcadas que son las temporadas de lluvias, en la que el ganado obtiene una alimentación adecuada a sus requerimientos nutricionales y la época seca y fría, donde la oferta forrajera desciende considerablemente en cantidad y calidad nutricional, exponiendo a los animales a enfrentar serios problemas de diversa índole, afectando los rendimientos de producción de fibra y carne. Ante esta situación se busca emplear innovaciones tecnológicas (siembra de pastos anuales asociados) que ya existen pero que aún no son aplicados en zonas altoandinas. Como por ejemplo la instalación de pastos cultivados anuales, que soporten los cambios bruscos del clima (fuertes lluvias, granizadas y heladas), tengan una buena producción y calidad nutritiva; la cual

puede ser utilizado en fresco y conservado como ensilado o heno. Entre las especies forrajeras anuales que cuentan con estas características tenemos a la avena forrajera (gramínea) y a la vicia (leguminosa) que al asociarlas se convierten en un forraje de buena calidad nutricional. Actualmente se desconoce los parámetros productivos de la avena forrajera y la vicia en zonas altoandinas. Por esta razón, el presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar los parámetros productivos y químicos de tres variedades de avena forrajera asociadas con *Vicia sativa* en dos tipos de siembra en una zona altoandina.

Material y métodos

Muestra

El presente trabajo se llevo a cabo en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica. El área total del experimento fue de 300 m² que fue dividida en 24 sub parcelas experimentales de 3.5 x 3.5 m², en las cuales se sembraron las variedades de avena (mantaro¹⁵, strigosa y cayuse) todas asociadas con *Vicia sativa*, en dos tipos de siembra (surco y voleo) cada una con cuatro repeticiones, las semillas fueron distribuidas al azar. Para la recolección de muestras se tomó en cuenta el efecto borde

(Castro *et al.*, 2013); quedando así parcelas experimentales netas de 3 x 3 m, muestreadas aleatoriamente.

Variables

Variedades de avena asociadas con *Vicia sativa*

- *Avena mantaro* 15 (60%) + *Vicia sativa* común (40%)
- *Avena strigosa* (60%) + *Vicia sativa* común (40%)
- *Avena cayuse* (60%) + *Vicia sativa* común (40%)

Tipo de siembra

- Surco
- Voleo

Altura de planta

Con una cinta métrica se midió la altura (cm) de 10 plantas/parcelas tomadas al azar, hallando el promedio de éstas se obtuvo un solo dato por repetición. Estos datos fueron tomados cada 30 días desde el primer mes de siembra hasta la cosecha (120 días)

Número de plantas/m²

Para el muestreo se utilizó un marco de 0.0625 m² para la siembra al voleo y para la siembra en surcos en 0.25 m lineales y luego con la ayuda de un pico se tuvo que sacar desde la raíz todas las plantas contenidas en el marco y metro lineal para finalmente ser contadas. Posteriormente

todos los datos obtenidos fueron llevados a m².

Rendimiento de biomasa en materia verde y materia seca

La toma de muestras para rendimiento se realizó al momento de la cosecha del cultivo (120 días). Para la obtención de muestras de materia verde se utilizó el cuadrante de 0.25 m² para el tipo de siembra al voleo y 0.50 m lineal para surcos (Mayhua *et al.*, 2008); finalmente este parámetro fue expresado en m² procediendo a cortar el pasto, luego de ponerlas en bolsas de papel fueron pesadas en una balanza y rotuladas. Posteriormente éstas muestras fueron llevadas al laboratorio y colocadas en una estufa a 65° por 72 horas para luego ser pesadas así obtener la materia seca parcial del asociado avena-vicia de cada parcela en estudio, posteriormente éstas muestras fueron colocadas nuevamente en la estufa a 105° por 6 horas y finalmente fueron pesadas para obtener los datos de materia seca (A.O.A.C., 1990).

Parámetros Químicos

Las muestras fueron tomadas al momento de la cosecha y fueron evaluadas utilizando los siguientes métodos: el método de la A.O.A.C. (1990) para el análisis de materia seca y ceniza. Mientras que las evaluaciones de proteína cruda, extracto etéreo, fibra detergente neutro (FDN) y

fibra detergente ácido (FDA) fueron determinados por los métodos propuestos por la A.O.A.C. (2005) y Van Soest *et al* (1991).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos en las parcelas y en el laboratorio fueron ordenados con el programa Microsoft Excel y analizados con el programa estadístico R, para lo cual se utilizó dos diseños estadísticos: el Diseño Completamente al Azar con Arreglo Factorial 3 x 2 para parámetros productivos

y el Diseño Completamente al Azar para parámetros químicos.

Resultados y discusión

Parámetros productivos

En la Tabla 01, se exponen los resultados de significancia del análisis de varianza de los efectos principales de cada uno de los parámetros productivos evaluados (debido a que no se encontró interacción entre los factores variedad y tipo de siembra en ninguno de los casos). Así mismo se muestran las comparaciones de medias y desviaciones estándar.

Tabla 01. Medias y desviaciones estándar de los parámetros productivos de tres variedades de avena forrajera asociadas con *Vicia sativa* en dos tipos de siembra.

Tratamiento	Altura de planta (cm)		N° de plantas/m ²		Rendimiento de MV (Kg/Ha)	Rendimiento de MS (Kg/Ha)
	Avena	Vicia	Avena	Vicia	Asociado	Asociado
T1	35.8 ^a ± 4.54	17.2 ^a ± 2.64	188 ^a ± 7.30	34 ^a ± 17.74	7,056.3 ^a ± 2,927.52	1,369.8 ^a ± 484.58
T2	34.6 ^a ± 1.18	17.1 ^a ± 0.49	141 ^a ± 15.10	23 ^b ± 8.25	6,262.2 ^a ± 2,432.25	1,154.4 ^a ± 510.21
T3	38.8 ^a ± 2.82	17.1 ^a ± 3.16	144 ^a ± 66.53	27 ^a ± 14.38	9,292.7 ^a ± 3,863.30	1,667.7 ^a ± 562.07
T4	36.9 ^a ± 3.90	17.7 ^a ± 1.11	106 ^a ± 23.21	13 ^b ± 3.83	7,060.6 ^a ± 2,852.98	1,190.9 ^a ± 409.89
T5	30.8 ^b ± 1.16	14.0 ^b ± 0.33	144 ^a ± 33.14	27 ^a ± 10.52	5,466.4 ^a ± 1,899.0	1,044.99 ^a ± 280.55
T6	31.4 ^b ± 3.81	14.4 ^b ± 1.31	158 ^a ± 19.18	18 ^b ± 12.44	7,257.3 ^a ± 985.07	1,226.0 ^a ± 103.48
Variedad	0.001**	0.002**	0.096 NS	0.334 NS	0.365 NS	0.402 NS
Tipo de siembra	0.512 NS	0.696 NS	0.113 NS	0.025*	0.710 NS	0.340 NS

Letras diferentes en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas (P<0.05)

* y ** Indican que existe diferencias estadísticas significativas (P<0.05 y P<0.01 respectivamente)

NS Indican que no existe diferencias estadísticas significativas (P>0.05)

Altura de planta

El análisis de varianza de efectos principales revela que no existen

diferencias estadísticas (P>0.05) entre tipos de siembra; pero si entre las variedades de avena asociadas con *Vicia sativa* (P<0.05), respecto al parámetro de altura de planta,

tanto en avena como en vicia; obteniendo mejores resultados en las variedades de avena strigosa y mantaro 15 a diferencia de la variedad cayuse (Tabla 01).

Estudios realizados por Argote y Halanoca (2007), en avena como monocultivo (3800 m.s.n.m.) reportan resultados significativos ($P<0.05$) en altura de planta (estado fenológico de encañado), logrando mejores resultados las líneas de Avena INIA 2000 con 62.7 cm de altura e INIA Santa Ana con 57.7 cm.; mientras que la línea Avena mantaro 15, cayuse y negra local alcanzaron alturas de 54.8, 52.1 y 44.1 cm. respectivamente.

Así mismo Treviño y Caballero (1972), reportan datos de altura de planta de *Vicia sativa* como monocultivo en estado de crecimiento vegetativo entre 25 y 40 cm. Dichos resultados difieren con los datos obtenidos por el presente estudio (en los mismos estados fenológicos tanto de avena como de vicia); reportando mejores resultados los tratamientos: T3 = 38.8 cm. de avena y 17.1 cm. de vicia; T4 = 36.9 cm. de avena y 17.2 cm. de vicia; seguidos del T1 = 35.8 cm. de avena y 17.2 cm. de vicia y T2 = 34.6 cm. avena y 17.1 cm de vicia; con respecto a los T6 = 31.4 cm de avena y 14.4 cm. de vicia y T5 = 30.8 cm. de avena y 14.0 cm. de vicia; que presentaron valores menores en altura de planta en ambas especies. Por tal motivo se deduce que el

crecimiento y desarrollo fenológico de las especies avena y vicia probablemente se vieron afectadas por los factores climáticos, altitud y fechas tardías de siembra, alterando de esta manera el desarrollo normal de los cultivos.

Población (número de plantas /m²)

Para avena no se encontró diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$) para el número de plantas por m², tanto en variedades como en tipo de siembra; pero si de vicia donde influyó ($P<0.05$) el tipo de siembra; obteniendo así el mayor número de plantas de vicia en los tratamientos T1 = 34, T3 = 27 y T5 = 27 plantas por m² que corresponden al tipo de siembra en surcos. Con la proporción de siembra avena-vicia (60:40), se obtuvo resultados entre 106 y 188 plantas de avena y entre 13 y 34 plantas de vicia logradas/m² a los 120 días de cosecha, similares a los reportes de Renzi y Cantamutto (2007) quienes sembraron la asociación avena-vicia en una proporción parecida (67:33) obteniendo 88 plantas de avena y 33 plantas de vicia logradas/m² a los 90 días de cosecha, llegando a la conclusión de que el rendimiento del forraje respondió al número de plantas logradas/m²; lo cual no ocurrió con el presente estudio.

Rendimiento de materia verde y materia seca

Las labores de cosecha para la toma de muestras fueron a los 120 días. Y al realizar el ANVA, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los rendimientos de materia verde y materia seca para ninguno de los factores en estudio, coincidiendo con Ramírez *et al.* (2013), quienes manifiestan que no se observó relación entre el sistema de siembra y las variedades de avena en cuanto al rendimiento de forraje; sin embargo, cabe resaltar que este estudio reporta mejores resultados de MV en la asociación *Avena strigosa* - *Vicia sativa* con un rendimiento total de 9.29 ton/ha de MV y 1.66 ton/ha de MS, seguido de la asociación *Avena mantaro 15*- *Vicia sativa* con 7.06 ton/ha de MV y 1.37 ton/ha de MS ambas sembradas en surcos.; los cuales fueron similares a los de Doberti (1972), quien concluye que la siembra asociada avena-vicia tiende hacia un mayor rendimiento forrajero en comparación con la siembra de avena sola, reportando los siguientes resultados: 12.64, 11,52 y 12.65 ton/ha de MV y 3.49, 3.59 y 3,36 de MS para los tratamientos 25%, 50% y 75% de avena asociados a la vicia y valores de 6.49 ton/ha de MV y 1.55 ton/ha de MS en vicia; 11.17 ton/ha de MV y 3.36 ton/ha de MS en avena. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los estados fenológicos al momento de la cosecha en

ambos estudios no fueron similares, lo cual ocasiona una ligera diferencia en el rendimiento.

De la misma manera Argote y Halanoca (2007), reportaron que el rendimiento de forraje en monocultivo de la línea cayuse e INIA 2000 fueron sobresalientes estadísticamente frente a las otras líneas de avena donde incluye también la variedad mantaro 15; sin embargo, los resultados del presente estudio (Tabla 01), reporta a las variedades mantaro 15 y strigosa asociadas con *Vicia sativa* con valores semejantes al de la variedad cayuse; estos resultados difieren además con los obtenidos por Mamani (2001), quién al evaluar el comportamiento agronómico de 6 variedades de avena obtuvo un alto grado de significancia ($P < 0.05$) en cuanto al rendimiento de forraje, mientras que en las modalidades de siembra (puras y asociadas), no mostraron diferencias significativas ($P > 0.05$), es decir que los cultivos responden de manera similar a las dos modalidades de siembra. Finalmente, Pedraza *et al.* (2014), recomiendan proporciones de asociado de 22V:78A y 33A:67V que son las proporciones más equilibradas en cuanto a rendimiento y contenido de proteína.

Tabla 02. Promedios de los parámetros químicos de tres variedades de avena asociadas con *Vicia sativa*.

Tratamientos	MS (%)	PC (%)	EE (%)	FDN (%)	FDA (%)	Ceniza (%)
T1	20.61 ^a ± 1.56	19.29 ^a ± 1.89	5.54 ^a ± 0.34	31.22 ^a ± 1.53	16.10 ^a ± 1.37	13.52 ^a ± 0.84
T2	19.19 ^a ± 0.76	20.16 ^a ± 2.00	4.34 ^a ± 0.32	32.92 ^a ± 2.70	17.04 ^a ± 1.57	12.18 ^a ± 1.13
T3	19.04 ^a ± 1.92	19.61 ^a ± 2.73	5.65 ^a ± 0.53	29.72 ^a ± 1.21	15.06 ^a ± 1.02	11.89 ^a ± 1.28
Variedad	0.420 NS	0.891 NS	0.651 NS	0.206 NS	0.201 NS	0.235 NS

Letras iguales en la misma columna indican que existe diferencias estadísticas significativas (P>0.05)

NS Indican que no existe diferencias estadísticas significativas (P>0.05)

Parámetros Químicos

En la evaluación de parámetros químicos (Tabla 02) se consideró como factor en estudio las variedades de avena asociadas con *Vicia sativa* sembradas en surcos; debido a que la variedad si influye significativamente (P<0.05) en algunos parámetros productivos estudiados y se eligió el tipo de siembra en surcos porque presentó mejores resultados en porcentaje de materia seca y rendimiento; aunque no fueron estadísticamente diferentes al tipo de siembra en voleo. Sin embargo, al realizar el análisis de varianza no se encontraron diferencias estadísticas significativas (P>0.05) en ninguno de los parámetros químicos evaluados (MS, PC, EE, FDN, FDA y CZ).

En el presente estudio al asociar 3 variedades de avena con *Vicia sativa* en una proporción 60:40, al momento de la cosecha (120 días), se ha observado una diferencia en el estado fenológico de las especies, la avena se encontró a inicios de encañado y la vicia ya presentaba algunos botones florales, lo que significa que las condiciones

climáticas de las zonas altoandinas hacen que la avena retarde su crecimiento y desarrollo normal, mientras que la vicia a pesar de no haber alcanzado una altura de planta adecuada acelera su desarrollo vegetativo. Lo cual es corroborado por el estudio de Doberti (1972), donde menciona que la baja adaptación de la vicia a las condiciones ambientales desfavorables, determinan que esta leguminosa acelere la etapa final de su desarrollo vegetativo, haciéndose más notorio en siembras como monocultivo. Mientras que al asociarlas con avena (*Avena peragold-Vicia atropurpurea*), éstas le brindan protección lo que le permite prolongar su periodo vegetativo, alcanzando un mayor desarrollo. Este grado de protección varía según sea el porcentaje de avena en la mezcla, alcanzando su punto óptimo en los porcentajes 50 y 75 lo que se refleja en la composición química al momento de la cosecha alcanzando entre un 14.97 y 10.33% de proteína.

El desarrollo vegetativo de ambas especies mejoró los aportes de proteína del forraje en fresco obteniendo así valores entre 19 y 20%, que pueden ser adecuados para cubrir los requerimientos nutricionales de alpacas hembras en lactación que necesitan hasta un 16% de proteína en su dieta, Long (1998) citado por Bustinza (2001), mientras que en MS se reportan valores menores entre 19.04% y 20.61%, debido al estado de madurez de la planta (inicios de encañado en avena e inicios de floración en vicia).

Por otro lado, los resultados de composición química del asociado avena-vicia reportan valores similares a los análisis químicos de la *Vicia sativa* realizados por Treviño y Caballero (1972), en su estudio comparado entre *Vicia sativa* y *Vicia vilfosa*; el cual difiere con Gutiérrez y Mercado (2007) quienes mencionan que en el cultivo de avena el efecto de la leguminosa no tuvo mayor incidencia ya que tanto en cultivo puro o asociado, el porcentaje de proteína es similar. En cuanto a los resultados de FDN y FDA, también se muestran valores bajos (Tabla 02), los cuales se deben al estado de madurez y grado de asociación de las plantas, sobre todo los valores de FDN reportados entre 29.72% y 32.92%, se asumen que estos valores bajaron debido al porcentaje de vicia (40%).

Conclusiones

El factor variedad de avena forrajera sólo influye significativamente en el parámetro de altura de planta tanto de avena como de vicia, siendo las variedades strigosa y mantaro 15 las cuales presentaron mejores resultados. El tipo de siembra en surcos tuvo influencia significativa sólo sobre la población de plantas de vicia. La variedad de avena asociada con *Vicia sativa* que presentó mejores resultados tanto en parámetros productivos como químicos es la *Avena strigosa* sembrada en surcos, sin embargo, ésta no fue diferente estadísticamente a las otras variedades y tipo de siembra al voleo.

Bibliografía

- Argote, G. y Halanoca, M. (2007). Evaluación y selección de gramíneas forrajeras tolerantes a condiciones climáticas del altiplano Puno. Sitio Argentino de Producción Animal.
- Bustinza, V. (2001). La alpaca, conocimiento del gran potencial andino. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú, 493.
- Castro, R., Morejón, R., Díaz, S., y Álvarez, G. (2013). Efecto de borde y la validez de los muestreos en el cultivo del arroz. Cultivos Tropicales, 34(2), 70-75.
- Doberti, H. (1971). Asociación avena-vicia como forraje suplementario en Magallanes. Agricultura técnica. 32(1) p. 20-22.

Gutiérrez, F y Mercado, R. (2007). Cereales menores en asociación con leguminosas forrajeras anuales para producción de materia seca en el valle central de Cochabamba. Revista Forrajes y Semillas Forrajeras. v 11.

Mamani, T. 2001. Cultivares de avena (*Avena Sativa*) en siembras puras y asociadas con veza común (*Vicia sativa*) para producción de forraje en condiciones de altura. Oruro.

Mayhua, P., Quispe, E., Contreras, J., Ramos, Y. y Guillén, H. (2008). Instalación y conservación de pastos cultivados en altura. INCAGRO. Huancavelica.

Official methods of analysis (A.O.A.C) (2005). Cereal foods chapter. 32, p 27.

Official methods of analysis (A.O.A.C). (1990). 15th Ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C., USA. 500 pp.

Pedraza, V., Perea, F., Saavedra, M., Fuentes, M. y Alcántara, C. (2014). Comportamiento de la Mezcla Forrajera Avena Strigosa y Vicia Narbonensis en la Campiña Andaluza: Determinación de la dosis óptima de siembra y su influencia en la calidad. 53ª Reunión Científica de la SEEP (9-12 junio 2014).

Ramírez, S., Domínguez, D., Salmerón, J., Villalobos, G. y Ortega, J. (2013).

Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. Revista fitotecnia mexicana, 36(4), 395-403.

Renzi, J. P., & Cantamutto, M. A. (2007). Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de forraje de Vicia sativa L. y Vicia villosa Roth consociada con Avena sativa L.. In Congreso Argentino de Producción Animal. 30. 2007 10 03-05, 3 al 5 de octubre de 2007. Santiago del Estero. AR.

Treviño, J. y Caballero, R. (1973). Estudio comparado de los rendimientos, composición químico-bromatológica y digestibilidad de las especies *Vicia sativa* L. y *Vicia villosa* Roth. Pastos, 3(2), 248-256.

Van Soest, P., Robertson, J. y Lewis, B. (1991). Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Journal of dairy science, 74(10), 3583-3597.

VARIABILIDAD GENÉTICA EN DOS POBLACIONES DE LLAMAS (*Lama glama*) EN HUANCATELICA

GENETIC VARIABILITY IN TWO POPULATIONS OF LLAMAS (*Lama glama*) IN HUANCATELICA

Rojas-Salvatierra Joel¹ , Quispe Jonathan¹ , Serrano Luis¹  y Paucar-Chanca Rufino¹ 

¹ Laboratorio de Mejoramiento Genético – Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. Perú.
rufino.paucar@unh.edu.pe

Recepción: 26 de enero de 2023

Aprobación: 07 de abril de 2023

Resumen

El presente estudio se realizó con la finalidad de sentar las bases para emprender un programa de mejoramiento genético o conservación de llamas, por tal razón el objetivo fue determinar la variabilidad genética en dos poblaciones de llamas de la región Huancavelica. Para lo cual, se estudió muestras de ADN de 44 llamas elegidas al azar. Estas muestras fueron procesadas utilizando un panel de 14 marcadores microsatélites fluoromarcados, estos fueron posteriormente amplificados y luego separados por electroforesis capilar con el secuenciador automático ABI 3130XL. Se encontraron en total 172 alelos en las poblaciones en estudio. En la población del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos – Lachocc (CIDCS – Lachocc), el número de alelos por locus (N_a) fue de 90 en total, en un rango de 3 a 11 alelos, el número efectivo de alelos (N_e) fue de 46.9 en total, con rangos de 1.62 a 5.38; la heterocigosidad observada (H_o) y la esperada (H_e) con rangos de 0.88 a 0.29 y 0.81 a 0.39, respectivamente. En la población de Lircay, el N_a fue de 82 en total, en un rango de 3 a 8 alelos, el N_e fue de 43.51 en total, con rangos de 1.23 a 5.16; la H_o y la H_e con rangos de 0.95 a 0.2 y 0.81 a 0.19, respectivamente. El contenido de información polimórfica (PIC) promedio para las dos poblaciones fue de 0.65, con rangos de 0.39 a 0.80. El coeficiente de consanguinidad (F_{is}) para el CIDCS – Lachocc mostró niveles bajos de consanguinidad (-0.0075) de la misma forma para la población de Lircay (-0.0145). Los valores de F_{st} fueron de 0.074 y F_{it} de 0.064 que indican una diferenciación genética moderada. Concluyendo que existe una moderada variabilidad genética en estas poblaciones.

Palabras clave: *Lama glama*; variabilidad genética; heterocigosidad; consanguinidad

Summary

The present study was carried out with the purpose of laying the foundations to undertake a program of genetic improvement or conservation of llamas, for this reason the objective was to determine the genetic variability in two populations of llamas in the Huancavelica region. For which, DNA samples from 44 randomly chosen llamas were studied. These samples were processed using a panel of 14 fluorolabeled microsatellite markers, these were subsequently amplified and then separated by capillary electrophoresis with the ABI 3130XL automatic sequencer. A total of 172 alleles were found in the study populations. In the population of the Center for Research and Development of South American Camelids - Lachocc (CIDCS - Lachocc), the number of alleles per locus (N_a) was 90 in total, in a range of 3 to 11 alleles, the effective number of alleles (N_e) was 46.9 in total, with ranges from 1.62 to 5.38; the observed (H_o) and expected (H_e) heterozygosity with ranges from 0.88 to 0.29 and 0.81 to 0.39, respectively. In the Lircay population, the N_a was 82 in total, in a range of 3 to 8 alleles, the N_e was 43.51 in total, with ranges from 1.23 to 5.16; H_o and H_e with ranges from 0.95 to 0.2 and 0.81 to 0.19, respectively. The average polymorphic information content (PIC) for the two populations was 0.65, with ranges from 0.39 to 0.80. The inbreeding coefficient (F_{is}) for the CIDCS - Lachocc showed low levels of inbreeding (-0.0075) in the same way for the Lircay population (-0.0145). The F_{st} values were 0.074 and F_{it} 0.064, indicating a moderate genetic differentiation. Concluding that there is a moderate genetic variability in these populations.

Keywords: *Lama glama*; genetic variability; heterozygosity; consanguinity

Introducción

La llama (*Lama glama*) es el más grande camélido sudamericano doméstico, que está adaptada mejor a un extenso rango de condiciones ambientales de las zonas altoandinas. Aproximadamente, hace 6,000 años, fue domesticada a partir del guanaco silvestre (*Lama guanicoe*) en los andes peruanos (Wheeler, 1984). El Perú es el segundo país productor de estos animales, que cuenta con 746,269 animales, entre llamas Chaku y Qara. La región Huancavelica, por otro lado, del total de la población nacional posee 17,472 llamas lanudas o Chaku y 37,128 llamas peladas o Qara (Villar y Campos, 2014)

La crianza de este camélido, es una de las actividades con mayor influencia para el desarrollo de la población altoandina, no solo por su adaptación a climas extremos, sino también por su eficiencia en la utilización de los bajos nutrientes que tienen los pastizales altoandinos, ya sea para producir fibra y/o carne. Estos camélidos son utilizados en mayor parte como transporte, medio alimentario y fibra. En nuestro país, la gran parte de los sistemas de crianza se desarrollan en manos de pequeños productores (Huanca, 2011). En los rebaños, se realiza la selección a base de rasgos fenotípicos y, ante esto, se admite por parte de los cuidadores de estos rebaños, la existencia de cruces entre alpacas y

llamas, a veces no se puede reconocer estos animales a base de su fenotipo (Kadwell *et al.*, 2001). La conservación de especies tomó un gran apogeo últimamente, ya que, entre factores distintos, la merma de diversidad genética acorta la capacidad de rescatar especies en peligro de extinción y/o mantener y/o mejorar el rendimiento de otras.

Por ello, es indispensable saber la variabilidad genética y su reparto en las poblaciones, así como reconocer alelos extraños que adviertan la presencia de variantes genéticas (Aranguren *et al.*, 2001). Por consecuente, para desarrollar un programa, ya sea de conservación o de mejoramiento genético, es muy indispensable conocer la variabilidad genética de la especie deseada, en este caso de la llama, ya que esto repercute en los progresos genéticos de estos programas. Por tal motivo, la finalidad del presente trabajo fue determinar la variabilidad genética de llamas en 2 poblaciones de la Región Huancavelica.

Material y métodos

Muestras

Los animales utilizados para el presente estudio fueron 44 llamas, los cuales fueron tomados al azar y provenientes de las poblaciones del Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos –

Lachocc de la Universidad Nacional de Huancavelica y del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, región Huancavelica

Extracción de sangre

La muestra de sangre se obtuvo de la vena yugular de las llamas, utilizando agujas y tubos al vacío, luego la sangre fue depositada en tubos falcón de 15 ml. que contenían etiléndiaminotetraacético (EDTA) al 2%. En cada tubo se rotuló los datos respectivos de cada animal muestreado (población, sexo, edad, arete). Una vez recolectadas, fueron puestas en una caja de tecnopor con bolsas de hielo, para su posterior traslado al Laboratorio de Mejoramiento Genético (LAMG) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Extracción de ADN

La extracción de ADN de las 44 muestras sanguíneas fue utilizando el protocolo de Sambrook y Rusell (2001).

Cuantificación de ADN

Se procedió a cuantificar el ADN por medio de un espectrofotómetro de multiplacas (Epoch); el cual proporciona la lectura de absorbancia a 260nm y 280nm.

Electroforesis

La integridad (calidad) del ADN extraído, se analizó con la técnica de electroforesis en gel de agarosa al 1%.

Análisis genético

Para el análisis de la variabilidad genética (número total de alelos, frecuencias alélicas y alelos efectivos) fueron estimados utilizando el software GenAlEx 6.5 la heterocigosidad observada (H_o), la heterocigosidad esperada (H_e) y el índice de contenido polimórfico (PIC). Por otra parte, utilizando el software CERVUS 3.0.7 fueron estimados el coeficiente de endogamia (F_{is}), el índice de Fijación (F_{st}) y el coeficiente de endogamia general (F_{it}).

Resultados y discusión

Se observaron un total de 172 alelos en las 2 poblaciones en estudio para los 14 loci tipificados, con una variación de alelos entre 3 (YWLL40) a 11 (LCA37 y LCA66), alelos efectivos entre 1.90 (LCA19) a 5.38 (LCA66) para el CIDCS – Lachocc y entre 3 (YWLL40 y YWLL46) a 8 (LCA08, LCA24 y LCA66), alelos efectivos entre 1.23 (LCA19) a 11 (LCA08) para Lircay (Tabla 01).

Tabla 01. Número de alelos por locus y número efectivo de alelos por población.

Población Locus	CIDCS – Lachocc		Lircay	
	Na	Ne	Na	Ne
LCA05	6	2.74	5	1.92
LCA08	7	4.43	8	5.16
LCA19	5	1.90	5	1.23
LCA24	6	3.32	8	4.08
LCA37	11	3.22	7	4.37
LCA56	5	4.43	6	3.08
LCA65	7	3.47	6	2.58
LCA66	11	5.38	8	3.04
LCA94	5	1.97	5	2.37
LCA99	6	2.90	6	2.17
LGU49	7	4.24	7	4.62
YWLL29	6	3.44	5	4.28
YWLL40	3	1.62	3	2.09
YWLL46	5	3.83	3	2.52
Total	90	46.89	82	43.51
Promedio	6.43	3.35	5.86	3.11

En la Tabla 02, se puede apreciar que los valores resultantes de la heterocigosidad observada y heterocigosidad esperada para la población del CIDCS – Lachocc osciló entre 0.29 (YWLL40) a 0.88 (LCA66) y entre 0.39 (YWLL40) a 0.81 (LCA66),

respectivamente. Para la población de Lircay, la heterocigosidad observada y heterocigosidad esperada fluctuó entre 0.2 (LCA19) a 0.95 (LCA08) y entre 0.19 (LCA19) a 0.81 (LCA08), respectivamente.

Tabla 02. Heterocigosidades por locus por población.

Población Locus	CIDCS – Lachocc		Lircay	
	Na	Ne	Na	Ne
LCA05	0.71	0.64	0.45	0.48
LCA08	0.83	0.77	0.95	0.81
LCA19	0.46	0.47	0.20	0.19
LCA24	0.75	0.70	0.80	0.76
LCA37	0.67	0.69	0.85	0.77
LCA56	0.67	0.77	0.55	0.68
LCA65	0.83	0.71	0.70	0.61
LCA66	0.88	0.81	0.55	0.67
LCA94	0.58	0.49	0.65	0.58
LCA99	0.63	0.66	0.65	0.54
LGU49	0.83	0.76	0.85	0.78
YWLL29	0.67	0.71	0.60	0.77
YWLL40	0.29	0.39	0.65	0.52
YWLL46	0.79	0.74	0.65	0.60
Promedio	0.68	0.67	0.65	0.62

En la Tabla 03, se puede observar que para el contenido de información polimórfica se obtuvieron valores entre 0.34 y 0.80.

Tabla 03. Contenido de información polimórfica (PIC) para las 2 poblaciones.

Locus	PIC
LCA05	0.56
LCA08	0.80
LCA19	0.34
LCA24	0.73
LCA37	0.77
LCA56	0.72
LCA65	0.65
LCA66	0.79
LCA94	0.53
LCA99	0.60
LGU49	0.79
YWLL29	0.74
YWLL40	0.39
YWLL46	0.67
Promedio	0.65

En la Tabla 04, se puede apreciar el índice de fijación de Wright, los valores de F_{IS} ,

fueron de -0.0075 y -0.0145 para el CIDCS – Lachocc y Lircay, respectivamente.

Tabla 04. Estadísticos F para las 2 poblaciones.

Población	Fis	Fst	Fit
CIDCS - Lachocc	-0.0075	0.074	0.064
Lircay	-0.0145		

Los resultados con respecto al número de alelos y al número efectivo de alelos, son inferiores, según a lo publicado por Díaz *et al.* (2015) y Yalta (2014), pero similares al reportado por Bustamante *et al.* (2006). La superioridad podría atribuirse al mayor número de ejemplares muestreados y/o a la especie.

Con respecto a los valores heterocigosidad por locus, son inferiores a los reportados por Bustamante *et al.* (2006) y por Yalta (2014), probablemente esto se deba a la estructura poblacional de los rebaños.

En cuanto a los valores del PIC obtenidos, son inferiores a los reportados por Yalta (2014) y Aguilar (2011), posiblemente podría atribuirse a la diferencia de especies.

Con respecto a los valores del Fis y Fit son inferiores a los obtenidos por Bustamante *et al.* (2006), por otra parte, los valores de Fst encontrados son similares, esto debido probablemente al tipo de selección que tienen los rebaños.

Conclusiones

En las 2 poblaciones, la variabilidad alélica obtenida fue moderada, la heterocigosidad esperada fue inferior a la heterocigosidad observada, estos resultados pueden indicar un bajo grado de endogamia. En cuanto al PIC, podemos afirmar que 12 de los 14 marcadores microsatélites utilizados son muy informativos para detectar variabilidad genética, de entre estos marcadores, los marcadores LCA08 y LGU49 son altamente informativos, pero los marcadores microsatélites LCA19 y YWLL40 resultaron medianamente informativos en estas poblaciones. Para los valores de Fis, indican exceso de heterocigotos dentro de cada población, lo cual podría sugerir que se acercan a las condiciones de una población cuyos apareamientos son al azar. Para el valor de Fst, indica que hay exceso de homocigotos. Para el valor de Fit calculado para todos los loci y para las 2 poblaciones, evidenció el 94% de varianza en las frecuencias alélicas obtenidas en ambas poblaciones y sólo un 6% de la varianza se atribuye a desigualdades entre las poblaciones.

Agradecimientos

Al Fondo de Desarrollo Socioeconómico del Proyecto Camisea (FOCAM) de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Bibliografía

Aguilar León, J. (2011). Determinación de la variabilidad genética en tres poblaciones de vicuñas (*Vicugna vicugna mensalis*) en cautiverio a partir de muestras de heces. [Trabajo de fin de grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Aranguren-Méndez, J., Jordana, J. y Gomez, M. (2001). Genetic diversity in Spanish donkey breeds using microsatellite DNA markers. *Genetics Selection Evolution* 33. Article number: 433-442. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-33-4-433>.

Bustamante, A., Maté, M., Lamas, H., Giovambattista, G., Zambelli, A. y Vidal, L. (2006). Análisis de diversidad genética en tres poblaciones de llamas (*Lama glama*) del noroeste argentino. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 175-184. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2006000200004>.

Díaz, E., Gallegos, R., Peso, S., Veli, E. y Vallejo, A. (2015). Diversidad y estructura genética de poblaciones de llama suri en las regiones de Cusco y Puno (Perú), *Rev.*

Invest. Altoandin, 17(3),437-440.
<http://dx.doi.org/10.18271/ria.2015.158>.

Excoffier, L., Smouse, P. y Quattro, J. (1992). Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. *Genetics*, 131(2), 479-491.
<https://doi.org/10.1093/genetics/131.2.479>.

Huanca W. (2011). Los desafíos en el manejo reproductivo de los camélidos sudamericanos, *ALPA*, 21(4), 233-236.
https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_de_camelidos/reproduccion/37-manejo_reproductivo.pdf.

Kadwell, M., Fernandez, M., Stanley, H., Baldi, R., Wheeler, J., Rosadio, R. y Bruford, M. (2001). Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 268(1485), 2575-2584.
<https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1774>.

Sambrook, J. y Rusell, D. (2001). *Molecular cloning: a laboratory manual*. *Quarterly Review of Biology*, 86(3), 248-249.
<https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a111573>.

Villar, V. y Campos, M. (2014). IV Censo Nacional Agropecuario.
<http://repositorio.cultura.gob.pe/handle/CULTURA/47>.

Wheeler, J. (1984). La domesticación de la alpaca (*Lama pacos* L.) y la llama (*Lama glama* L.) y el desarrollo temprano de la ganadería autóctona en los Andes Centrales. *From the journal*. 36, 74-84.
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PE19870000085>.

Yalta Macedo, C. (2014). Variabilidad genética poblacional de alpacas (*Vicugna pacos*) determinada por marcadores microsatelites en el Centro Piloto Munay Paqocha y del Fundo Itita, Puno-Perú. [Trabajo de fin de grado]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DE LA FIBRA DE LLAMAS (*Lama glama*) ANTES Y DESPUÉS DEL DESCERDADO

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LLAMA FIBER (*Lama glama*) BEFORE AND AFTER DEHAIRING

Cárdenas Henry^{1@} , Quispe Jonathan¹  y Serrano Luis¹ 

¹ Laboratorio de Mejoramiento Genético – Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica. Perú.
cardenasmezah@gmail.com

Recepción: 10 de febrero de 2023

Aprobación: 30 de abril de 2023

Resumen

La presente investigación se realizó en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc) y en el Área de Fibras Textiles del Laboratorio de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Huancavelica con el objetivo de evaluar las características tecnológicas de la fibra de llamas Chaku, al descerdao y sin descerdar, las muestras de fibra se obtuvieron del costillar medio de 40 llamas. Para el análisis de las muestras de fibra se utilizó el equipo OFDA 2000, siendo las características estudiadas la media de diámetro de fibra (MDF), el coeficiente de variación de la MDF (CVDMF) y el factor de confort (FC). Los datos fueron procesados utilizando estadística descriptiva y la Prueba T de Student para muestras relacionadas. Los resultados muestran que, al someter las fibras al proceso de descerdao manual, se obtienen fibras finas de buena calidad textil, ya que se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P < 0,05$) entre las características tecnológicas de la fibra antes y después del descerdao; demostrando la disminución de la MDF en $12.03 \mu\text{m}$, el CVDMF en un 16.89 % y aumentando el FC en un 39.73 %. Se concluye que el proceso del descerdao constituye una alternativa para mejorar los aspectos más importantes de las características tecnológicas de la fibra, consiguiendo mayor finura, comodidad y menor variación.

Palabras clave: *Lama glama*; características tecnológicas; descerdao

Summary

The present investigation was carried out at the Center for Research and Development of South American Camelids - Lachocc (CIDCS - Lachocc) and in the Textile Fibers Area of the Genetic Improvement Laboratory of the National University of Huancavelica with the objective of evaluating the technological characteristics of the fiber of Chaku llamas, when dehaired and without dehairing, the fiber samples were obtained from the average rack of 40 llamas. For the analysis of the fiber samples, the OFDA 2000 equipment was used, with the characteristics studied being the average fiber diameter (MDF), the coefficient of variation of the MDF (CVDMF) and the comfort factor (FC). Data were processed using descriptive statistics and Student's T test for related samples. The results show that, by subjecting the fibers to the manual dehairing process, fine fibers of good textile quality are obtained, since statistically significant differences ($P < 0.05$) were found between the technological characteristics of the fiber before and after dehairing; demonstrating the decrease of the MDF by $12.03 \mu\text{m}$, the CVDMF by 16.89% and increasing the FC by 39.73%. It is concluded that the dehairing process is an alternative to improve the most important aspects of the technological characteristics of the fiber, achieving greater fineness, comfort and less variation.

Keywords: *Lama glama*; technological characteristics; dehairing

Introducción

En los Andes de América del Sur, las llamas son primordiales para la seguridad alimentaria de las poblaciones altoandinas (Condori, 2019 y FAO, 2005), puesto que se utilizan con múltiples propósitos como para la producción de carne, fibra (Pinto *et al.*, 2010 y Stemmer, 2015), piel, estiércol, animal de carga-transporte (Germana *et al.*, 2016) y en los últimos años le han dado utilidad ornamental y en el agroecoturismo (Condori, 2019; Mujica, 2009 y Quispe *et al.*, 2009).

Perú es el segundo país productor de llamas a nivel mundial, que cuenta con 746,269 animales, de los cuales 50.54 % son llamas Chaku y lo que resta corresponde a llamas Qara. Por otro lado, la región Huancavelica posee 17,472 llamas lanudas o Chaku y 37,128 llamas peladas o Qara, del total de la población nacional de llamas (INEI, 2012). Sin embargo; el Perú, a pesar de ser el segundo productor de llamas, y donde la fibra es calificada como producto bandera (Germana *et al.*, 2016), la fibra producida por las llamas es subvalorada y poco aprovechada; puesto que más de la mitad del vellón esquilado (Chipa, 2015 y Machaca *et al.*, 2017) contiene cerdas o pelos, además de ser gruesa, áspera, variables en color y diámetro (Quispe *et al.*, 2009), características que dificultan el tratamiento textil.

La poca fibra fina contenida en el vellón se puede aprovechar sometiéndolo al descordado (Frank *et al.*, 2012; Frank *et al.*, 2019 y McGregor, 2011), proceso que consiste en la separación de la fibra gruesa (cerdas o pelos) y la fibra fina (Frank *et al.*, 2019 y Quispe *et al.*, 2015). Después del proceso de descordado, los caracteres indicadores de calidad (diámetro, coeficiente de variación y factor de confort), logran mejores valores (Pinares y Yauri, 2019), traduciéndose en una calidad igual o superior a la fibra de la alpaca (Chipa, 2015; Frank *et al.*, 2019; Pinares, 2014; Quispe *et al.*, 2015 y Vásquez *et al.*, 2015).

En la actualidad es de vital importancia redescubrir el potencial de este recurso zoogenético y explotar las alternativas que existen para el aprovechamiento y posterior venta de su fibra fina; de modo que, el sector de comunidades andinas que se dedican a su crianza, se beneficie económicamente. Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo estudiar y conocer la variación de las características tecnológicas de la fibra de llamas Chaku (fenotipo orientado a la producción de fibra), cuando es sometido al proceso del descordado.

Material y métodos

Muestras

El presente trabajo se desarrolló en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos - Lachocc (CIDCS - Lachocc) y en el área de Fibras Textiles del Laboratorio de Mejoramiento Genético de la Universidad Nacional de Huancavelica.

Para la obtención de muestras se utilizó la técnica del midside, el cual consiste en la obtención de la muestra del costillar medio (McGregor, 2011).

Las características tecnológicas (media de diámetro de fibra, coeficiente de variación y factor de confort) de la fibra antes y después del descordado, se obtuvieron en el Analizador Óptico de Diámetro de Fibra (OFDA 2000), bajo la metodología propuesta por Brims et al. (1999).

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las características tecnológicas que se obtuvieron: media de diámetro de fibra, coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra y factor de confort antes y después del descordado se almacenaron en una base de datos del software Misrosoft

Excel; donde fueron depurados y ordenados.

El análisis estadístico de las características textiles se realizó mediante estadística descriptiva (media, desviación estándar, coeficiente de variabilidad, máximos y mínimos). Para el contraste de la hipótesis del trabajo, se utilizó la prueba de T de Student para muestras relacionadas con la ayuda del Software R. para lo cual previamente se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad (test de Shapiro Wilk) y homocedasticidad (test de Levene).

Resultados y discusión

En la Tabla 01 se observa los promedios $\pm$ el error estándar (E.E.) de las fibras sin descordar, para la media de diámetro de fibra (MDF), coeficiente de variación de la media de diámetro de fibra (CV MDF) y factor de confort (FC) de $36.86 \pm 1.08 \mu\text{m}$, $38.03 \pm 0.78 \%$ y $48.33 \pm 3.12 \%$ respectivamente. Así mismo, la misma tabla muestra promedios $\pm$ error estándar de $24.83 \pm 0.46 \mu\text{m}$, $21.14 \pm 0.37 \%$ y $88.06 \pm 1.16 \%$, respectivamente para cada característica textil, después del descordado.

Tabla 01. Principales estadísticos de las características textiles de la fibra de llama Chaku antes y después de descerदार.

	N	Promedio	E.E.	Mín.	Máy.
Fibras sin descerदार					
MDF (um)	40	36.86 ^a	1.08	22.91	47.09
CV MDF (%)	40	38.03 ^a	0.78	28.00	46.70
FC (%)	40	48.33 ^a	3.12	20.50	88.50
Fibras descerदारadas					
MDF (um)	40	24.83 ^b	0.46	19.70	36.11
CV MDF (%)	40	21.14 ^b	0.37	15.40	26.90
FC (%)	40	88.06 ^b	1.16	70.20	97.70

* Letras diferentes en la misma columna indican que existen diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$)
 E.E., Error estándar; Mín., Mínimo; Máx., Máximo.

La variación al descerदार de la MDF (-12.03), CV MDF (-16.83%) y FC (39.73%), resulta superior a los reportes de otros investigadores como Laime *et al.* (2016), Pinares (2014), Poma (2018), Quispe *et al.* (2015), Stemmer (2015), Brodtmann *et al.* (2018), Cancino *et al.* (2006), Hick *et al.* (2014) y Mancilla (2017); pero inferiores a los reportados por Martínez *et al.* (1997). La superioridad en la variación se debería a la edad, a la zona de ubicación, a la alimentación y al número de esquilas que se realizan a los animales (Siguayro, 2009), puesto que a las llamas de la Universidad Nacional de Huancavelica poco o nada se les esquila. Asimismo, se comprobó que el descerदार tiene efecto significativo en la variación de las características textiles de la fibra, que consecuentemente son respaldados por Brodtmann *et al.* (2018),

Chipa (2015), Frank *et al.* (2011), Mancilla (2017) y Vaca *et al.* (2019) demostrando así, que el proceso del descerदार mejora la calidad textil de la fibra (Pilco y Ayala, 2013).

Por otro lado, nuestros resultados de MDF de las muestras de fibras sin descerदार, son superiores a los reportados por Brodtmann *et al.* (2018), Poma (2018), Mancilla (2017), Laime *et al.* (2016), Stemmer *et al.* (2015), Quispe *et al.* (2015), Hick *et al.* (2014), Pinares (2014), Hick *et al.* (2009) y Cancino *et al.* (2006). Esto demuestra y respaldaría la información sobre el buen potencial que tienen las llamas de la región de Huancavelica en la producción de fibra (Montes *et al.*, 2008).

En cuanto a la CV MDF, los resultados encontrados para la fibra sin descerदार son

superiores en 15.89 % y 15.53 %, a los hallazgos de Laime *et al.* (2016) y Quispe *et al.* (2015), respectivamente; y son inferiores en 6.19 % al reporte de Poma *et al.* (2018). Para el caso de la fibra descordada, los valores que se hallaron son muy similares a las informaciones brindadas por Laime *et al.* (2016) y Quispe, *et al.* (2015) y muy inferior al hallazgo de Poma (2018). Pero, los valores encontrados (21.04 %) es conveniente para la industria textil (Sacchero *et al.*, 2017), puesto que, si serían mayor a 24%, también la finura al hilado tendería a disminuir. El FC de la fibra no descordada, donde los valores encontrados son inferiores en 41.2%, 28.51% y 39.82% a los reportes de Laime *et al.* (2016), Poma (2018) y Quispe (2015), y cuando fueron descordadas arrojaron valores muy similares a los hallazgos de los investigadores antes mencionados. La inferioridad se debería a la edad de los animales en estudio, pues se sabe que esta característica es afectada por el factor edad (Paucar-Chanca *et al.*, 2019). Por tanto; la variación de las principales características textiles cuando la fibra es sometida al descordado, es evidente, puesto que se demostró que este proceso tiene efectos altamente significativos ($P < 0.05$) sobre los caracteres textiles de la fibra de llama, obteniéndose fibras más finas y de mejor calidad, las mismas que se ajustan a los estándares de calidad textil más exigentes.

Conclusiones

Se concluye que el proceso de descordado tiene efecto sobre las características textiles de la fibra de llama mejorando su calidad y haciéndola comparable a las fibras de las alpacas.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo económico y logístico del Programa Presupuestal 0066 de la Universidad Nacional de Huancavelica, que fomenta la investigación formativa.

Bibliografía

- Brodthmann, L. I., Hick, M. H., Castillo, M. F., & Frank, E. N. (2018). Conceptual description of the llama fleece structure and the potential of classing and dehairing. *Textile Research Journal*, 88(12), 1384-1401.
- Cancino, A. K., Rebuffi, G. E., Mueller, J. P., Duga, L., & Rigalt, F. (2006). Parámetros cuali-cuantitativos de la producción de fibra de llamas (Lama glama) machos en la Puna Argentina. In IV Congreso Mundial de Camélidos. Catamarca, Argentina (pp. 11-15).
- Chipa Garcia, L. (2015). Rendimiento al descordado manual de la fibra de llama Ch'aku (lama glama), en siete regiones corporales.

- Condori, C. (2019). Clasificación del recurso zoogenético llama (*Lama glama* Linnaeus) respecto a la aptitud productiva de fibra o carne en el altiplano xerofítico y mesofítico de Bolivia. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 6(1), 57-69.
- FAO (2015). Global forest resources assessment 2015: what, why and how?. *Forest Ecology and Management*, 352, 3-8.
- Frank, E. N., Hick, M. V. H., & Adot, O. G. (2011). Descriptive differential attributes of type of fleeces in llama fibre and its textile consequence. Part 2: Consequences of the dehairing process. *The Journal of The Textile Institute*, 102(1), 41-49.
- Germana, C.C. et al. (2016) “Estudio Socio-económico sobre la Realidad de los Pastores Andinos”.
- Hick, M. V. H., Lamas, H. E., Echenique, J., Prieto, A., Castillo, M. F., & Frank, E. N. (2009). Estudio demográfico de los atributos morfológicos y productivos en poblaciones de llamas (*Lama glama*) de la provincia de Jujuy, Argentina. *Animal Genetic Resources/Resources génétiques animales/Recursos genéticos animales*, 45, 71-78.
- Hick, M. V. H., Frank, E. N., Prieto, A., & Castillo, M. F. (2014). Ethno-zootechnical characterization of the population of fiber bearing llamas from the province of Jujuy, Argentina. *Latin American Archives of Animal Production*, 22(1-2).
- INEI (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012 - Cuadros Estadísticos.
- Laime Huarcaya, F. D. M., Pinares Huamaní, R., Paucara Ocsa, V., Machaca Machaca, V., & Quispe Peña, E. C. (2016). Características tecnológicas de la fibra de llama (*Lama glama*) Chaku antes y después de descordar. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(2), 209-217.
- Machaca Machaca, V., Bustinza Choque, A. V., Corredor Arizapana, F. A., Paucara Ocsa, V., Quispe Peña, E. E., & Machaca Machaca, R. (2017). Fiber characteristics of Huacaya alpaca at Cotaruse, Apurímac, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, 28(4), 843-851.
- Mancilla, W. J. (2017). Características textiles de la fibra de llamas (*Lama glama*) Q'ara y C'hacu en el CIP La Raya UNA-Puno (Doctoral dissertation, Tesis. Universidad Nacional Del Altiplano).
- Martinez, Z., Iniguez, L. C., & Rodríguez, T. (1997). Influence of effects on quality traits and relationships between traits of the llama fleece. *Small Ruminant Research*, 24(3), 203-212.
- McGregor, B. (2011). Improving production efficiency, quality and value-

adding of rare natural animal fibres. Deakin University.

Montes, M., Quicaño, I., Quispe, R., Quispe, E., & Alfonso, L. (2008). Quality characteristics of Huacaya alpaca fibre produced in the Peruvian Andean Plateau region of Huancavelica. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 6(1), 33-38.

Mujica, F. (2009). Diversidad y conservación de los recursos zoogenéticos del país. *Agro Sur*, 37(3), 134-175.

Paucar-Chanca, R., Alfonso-Ruiz, L., Soret-Lafraya, B., Mendoza-Ordoñez, G., & Alvarado-Quezada, F. (2019). Textile characteristics of fiber from Huacaya alpacas (Vicugna pacos). *Scientia Agropecuaria*, 10(3), 429-432.

Pilco, S., Delgado, J. and Ayala, C. (2013) “Efecto del Descerdado Manual Sobre la Calidad de Fibra de Llama,” p. 100. Available at: 05.02.2013 (Accessed: June 29, 2022).

Pinares, R. (2014). Variación de las características textiles de la fibra al descerdado en siete regiones corporales del Vellón de Llama (Lama glama) Chaku [Tesis, Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac] (Tesis para optar el título profesional de médico veterinario y zootecnista).

Jiménez, C. E. P., Espada, C. M., & Dolores, C. V. M. (2010). Camelidos sudamericanos: clasificación, origen y características. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 4(1), 23-37.

Poma Copa, G. F. (2018). Evaluación de las características físicas de la fibra de llama (Lama glama) a la primera esquila en la mancomunidad de municipios aymaras sin fronteras para su procesamiento en la industria textil (Doctoral dissertation).

Quispe, E. C., Rodríguez, T. C., Iñiguez, L. R., & Mueller, J. P. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources/Recursos genéticos animales/Recursos genéticos animales*, 45, 1-14.

Quispe, E. C., Chipa, L., & Pinares, R. (2015). Análisis económico y de la producción del descerdado manual de la fibra de llamas (Lama glama) Chaku. *Archivos de zootecnia*, 64(246), 191-198.

Sacchero, D. M., Maurino, M. J., & Saez, H. A. (2017). Producción y transformación de fibra de llamas en Patagonia. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Siguayro Pascaja, R. (2009). Comparación de las características físicas de las fibras de la llama ch'aku (Lama glama) y la alpaca

Huacaya (Lama pacos) del centro experimental Quimsachata del INIA–Puno.

Stemmer, A., & Valle-Zárate, A. (2016). La llama de Ayopaya: un recurso zoogenético originario de Bolivia. Desafíos para su conservación. *Quehacer Científico en Chiapas*, 11(1), 38-49.

Cardenas, M. L. V., Cando, W. G. C., Sisa, E. M. R., & Ortiz, L. A. C. (2019). Procesos para la obtención de hilo de fibra de llama

(Llama glama) chaku y evaluación de características físicas. *Ciencia Digital*, 3(3.1), 341-352.

Vásquez O, R., Gómez-Quispe, O. E., & Quispe P, E. (2015). Technological characteristics of the white fibre of Huacaya alpaca in the Andean region of Apurimac. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú (RIVEP)*, 26(2), 213-222.