

Digestibilidad aparente en borregos Hampshire Down (*Ovis aries*) alimentados con harina de totora (*Shoenoplectus tatora*) en el Centro Científico Tecnológico Hualchapi

Juan Carlos Canqui ¹; Zenobio Villca ¹; Cintia Alcalá ²;
Daniel Gonzáles ²; Willy Choque ³

¹ Facultad de Ciencias Naturales - Universidad Técnica de Oruro (UTO)

² Centro Científico Tecnológico Hualchapi (UTO)

³ Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (UTO)

E-mail de contacto: jcborregos@gmail.com

Resumen. El trabajo experimental fue parte de un proyecto ejecutado en la Universidad Técnica de Oruro, con el objetivo de determinar el coeficiente de digestibilidad de la totora sobre la productividad de corderos en crecimiento. El método empleado fue *in vivo* utilizando 6 carneros de 12 a 18 meses con rasgos de *Hampshire Down*, con peso inicial de $58,5 \pm 6,7$ kg, distribuidos al azar en 6 jaulas metabólicas individuales. El alimento ofrecida por día fue de 2 kg (en materia seca), distribuidos a 1 kg por la mañana y 1 kg por la tarde, por un tiempo de 7 días con una etapa de ambientación de 10 días. Los valores bromatológicos de la ración fueron determinados por el método gravimétrico - espectroscopía (NIR), obteniendo $15,02 \pm 1,8\%$ de Proteína Cruda y $17,22 \pm 0,5\%$ de Fibra Cruda. Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de la harina de totora, a un nivel de 18%, fueron estimados en $71,5 \pm 1,7\%$ de Proteína Cruda mientras que para la Fibra Cruda se obtuvo un Coeficiente de Digestibilidad de $21,78 \pm 0,3$, por su parte los CDA para el Extracto Etéreo fue de $49,5 \pm 2,2\%$, para Ceniza $21,9 \pm 1,9$ y para el Extracto Libre de Nitrógeno $2,65 \pm 0,8\%$. El consumo de agua fue directamente proporcional al consumo del alimento harinado por las tardes, con 1100 ml en promedio.

Palabras clave: Digestibilidad, Totora; Proteína, Nutrientes

Introducción

La producción ovina en la zona del altiplano tiene como base alimenticia el aprovechamiento de forrajes nativos, que en los últimos años se fueron reduciendo por factores adversos, tales como la escasa precipitación, erosión eólica, sobrepastoreo, carga animal excesiva, reduciendo la disponibilidad de biomasa hasta un 45%, siendo este el principal problema a los que se enfrentan los productores.

Esta situación obliga a buscar nuevas formas de alimentación y aprovechamiento de especies poco palatables como el kauchi, thola y la utilización de residuos de cosecha jipi de quinua. Otra opción que puede brindar un aporte nutricional adecuado a ovinos, bovinos y otras especies, es la totora, planta herbácea perenne acuática, de la familia de las Ciperáceas, que en muchas zonas de la cuenca del lago Uru Uru ya es aprovechada eficientemente.

Por su parte, la suplementación con alimentos concentrados es una estrategia para mejorar el consumo de alimentos y el rendimiento productivo de los animales, sobre todo en sistemas donde los alimentos son de mediana o pobre calidad (Islas *et al.* 2013); con este enfoque, la totora en mezcla con otros insumos y algunos suplementos, podría servir como alimento en la elaboración de concentrados fibrosos para mejorar la productividad y disminuir la contaminación ambiental (Choque 2020).

Valencia *et al.* (2010) manifiestan que la digestibilidad *in vivo* consiste en una prueba con animales, en la que se suministra una cantidad exacta del alimento cuya digestibilidad se desea determinar; por la diferencia expresada en porcentaje por un tiempo mínimo de 7 a 10 días, considerando que previamente debe haber un periodo de acostumbamiento a la nueva dieta, que debe ser de entre 5 a 7 días. Para conocer el aporte nutricional de la ración, debe realizarse un análisis bromatológico a la dieta.

La importancia de determinar la digestibilidad de un alimento, radica en que es un valor variable entre distintos alimentos y posee un valor práctico.

En este trabajo del área de nutrición animal, se buscó averiguar la digestibilidad *in vivo* de la especie acuática totora, con un bajo valor nutricional mezclada con algunos otros insumos, para su mejor aprovechamiento en borregos, y a partir de esto determinar la tasa de consumo voluntario en materia seca de esta especie.

Este tipo de trabajos son importantes para la obtención de indicadores sobre los beneficios o perjuicios del uso de diferentes especies vegetales como forraje,

para alimentar grupos de animales piloto y además -en este caso específico de la totora- favorecer la toma de decisiones por parte de los productores de la zona de existencia de totora.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo se realizó en la gestión 2020 en el Programa Ovino del Centro Científico Tecnológico Hualchapi, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales de la Universidad Técnica de Oruro (UTO). El Centro está ubicado a 26 km al lado Noroeste de la ciudad de Oruro, sobre la carretera a La Joya, está a una altura de 3830 msnm y cuenta con una superficie de 910 hectáreas.

Metodología

Para este trabajo se utilizaron 6 ejemplares ovinos de sexo macho, de entre 18 a 24 meses de edad, con características fenotípicas de *Hampshire Down*, con un peso vivo promedio similar y sometidos a estabulación completa en jaulas metabólicas. La metodología empleada para la digestibilidad es la recomendada por Bateman (1970), la misma que comprende dos fases.

a) Fase preliminar. En una primera instancia se construyeron 6 jaulas metabólicas individuales con sus correspondientes bebederos y comederos de plástico en la parte frontal de cada jaula, que se encuentra a una altura de 0,90 m del suelo teniendo sus colectores de heces en bastidores, además de contener sus colectores de orina o embudos individuales.

El preparado de la ración se inició un mes antes de la suplementación, cose-

chando más de 250 kg de totora en su fase de pos floración, de la zona del *Puente Español* en la comunidad *Chusakeri*. Esta biomasa fue almacenada en los apriscos del Centro *Huallchapi* bajo sombra por una semana para su posterior molido.

La fase de acostumbramiento tuvo una duración de 10 días, donde se estableció el nivel de consumo en relación al peso de cada ejemplar, además de asegurar la eliminación gastrointestinal de todos los residuos del alimento consumido anteriormente y ajustándose la población microbiana de los ejemplares a la ración en estudio. El suministro de la ración y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*.

b) Fase experimental. El periodo de colección tuvo una duración de 7 días. El suministro de la ración se realizó a horas 8:30 am y 14:00 pm. El alimento consumido se determinó mediante la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado por día. La cantidad de alimento ofrecido fue de 2 kg/día (en materia seca) según el peso vivo promedio obtenido en la fase pre inicial y 2 litros de agua/día/ovino.

La excreción fecal se recolectó a horas 08:00 am, empleando el método directo de colección diaria total de heces por ovino. Para esto se dispusieron zarandas en un segundo nivel por debajo del piso de cada jaula, además de colectores posteriores o bolsas colectoras de heces. Se registró el peso de las heces excretadas por cada ejemplar. La orina se recolectó a horas 8:00 am, en bañadores plásticos, con bandejas metálicas en forma de embudos, incorporados en un tercer nivel de cada jaula. Para la evaluación química y física de la orina se empleó las pruebas

de *Urinalysis test Reagent Strips*, consistentes en tiras radioactivas que en contacto con la orina, pueden determinar doce valores químicos: *pH*, *volumen*, *color*, *leucocitos*, *nitritos*, *urobilinogeno*, *proteína*, *sangre*, *gravedad específica*, *cetonas*, *bilirrubina* y *glucosa*.

Asimismo, para la determinación del valor químico de la ración en base a harina de totora y las heces, se extrajeron muestras representativas de 250 g/día/ovino y se llevó a estufa de desecación a 65°C por 48 horas. El análisis químico de las muestras fueron realizadas en el *Laboratorio de Nutrición Animal* de la *Carrera de Ciencia Animal* de la *Facultad de Ciencias Agrarias y Naturales* de la UTO.

Los coeficientes de digestibilidad de las raciones, se determinaron mediante la fórmula desarrollada por Fernández (1987), mencionada por Alarcon (2007):

$$\%CD = \frac{(PAC * \%NAC) - (PH * \%NH)}{(PAC * \%NAC)} * 100$$

donde:

%CD = Coeficiente de digestión aparente, expresado en porcentaje

PAC = Peso de alimento consumido

%NAC = Porcentaje de nutrientes del alimento consumido

PH = Peso de las heces

%NH = Porcentaje de nutrientes en las heces

Para la estimación de los Nutrientes Digestibles Totales (NDT), se aplicó la fórmula de estimación de Bath (NRC 1989):

$$NDT (\%) = PC * 1,15 + EE * 1,75 + FC * 0,45 + ELN * 0,0085 + ELN * 0,25 - 3,4$$

donde:

PC = Proteína cruda

EE = Extracto etéreo

FC = Fibra cruda

ELN = Extracto libre de nitrógeno

Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño completamente al azar, y un análisis de varianza. Las diferencias significativas entre los tratamientos se compararon con la prueba de rango múltiple de Tukey, a una probabilidad del 0,05.

Resultados y discusión

Se registraron los siguientes resultados en el trabajo de digestibilidad en ovinos.

a) Pesos inicial, intermedio y final

Los valores obtenidos en la Figura 1, sobre la normalidad de pesos al inicio y

conclusión del ensayo, establece un comportamiento lineal positivo de los datos en doce lecturas, con un promedio general de 58,58 kg durante todo el ensayo y una desviación estándar de $\pm 7,45$ kg, a una probabilidad de 95% de confiabilidad.

Al respecto, Sánchez (2004) indica que borregos de la raza *Hampshire Down* son considerados precoces alcanzando pesos vivos de 50 a 63 kg hasta los 18 meses, respaldando los datos obtenidos durante el ensayo.

En relación a los datos obtenidos de los pesos vivos de ejemplares en estudio antes, durante y después del ensayo (Figura 2), se observa un comportamiento general lineal ascendente en la mayoría de unidades (jaulas metabólicas), iniciándose el trabajo con una media de 60,08 kg de peso vivo y concluyendo con 61,78 kg de peso vivo al cabo de 10 días.

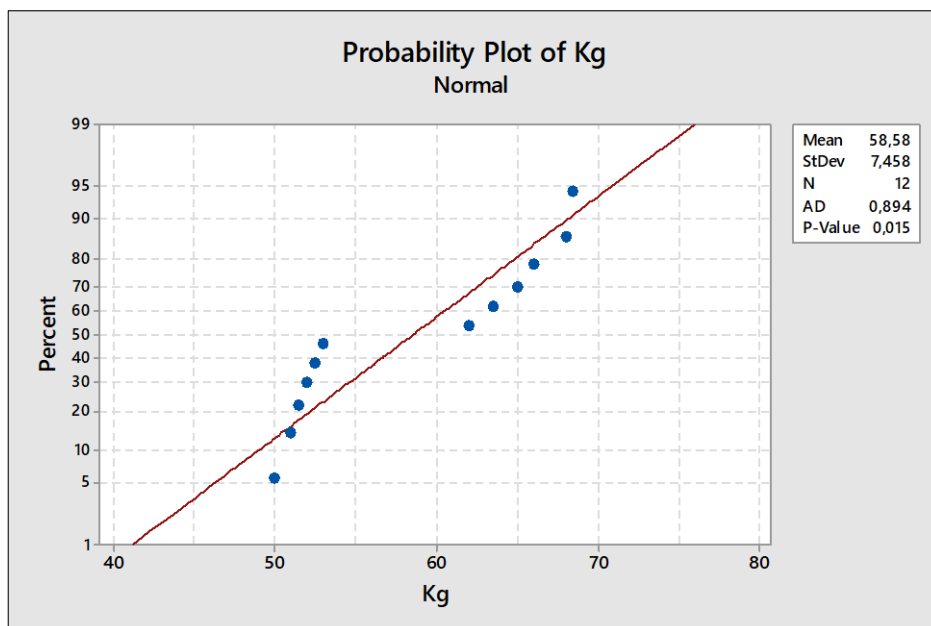


Figura 1. Prueba de probabilidad de normalidad para pesos iniciales y finales

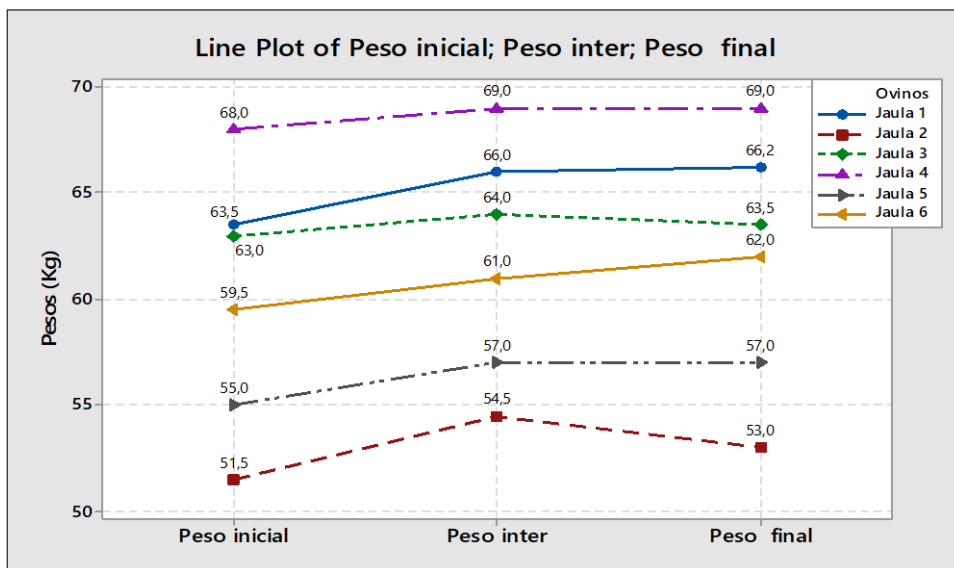


Figura 2. Comportamiento del peso vivo antes y después del ensayo

b) Consumo de alimento

En el Cuadro 1 se tiene un resumen de los valores obtenidos más importantes durante el desarrollo del ensayo.

Los resultados del Cuadro 1 corresponden al consumo de alimento, cantidad de excretas y nutrientes digestibles totales (NDT) para cada ejemplar. La comparación de medias en cada jaula indica que

los pesos vivos tienen gran variabilidad para cada ovino, al igual que el consumo de alimento, teniendo el mayor consumo promedio de 1,8 kg de un total de 2 kg de ración, esto tiene mucha relación con ejemplares que consumen grandes cantidades que presentan los elevados nutrientes digestibles totales (NDT) hasta un 58,7% y una superior cantidad de material fecal excretada de hasta 2,3 kg.

Cuadro 1. Resultados de las variables analizadas en el experimento

Variables	Jaula 1	Jaula 2	Jaula 3	Jaula 4	Jaula 5	Jaula 6
Numero de ovinos	1	1	1	1	1	1
Periodo experimental (días)	7	7	7	7	7	7
Peso vivo inicial ovinos (kg)	63,5	51,5	66	68	50	52
Consumo medio de alimento (kg/día)	1,61	1,85	1,74	1,83	1,76	1,72
Cantidad excretada (g/día)	1,32	2,29	1,83	1,99	1,49	1,32
NDT (%)	57,10	58,68	57,73	55,87	57,07	55,23

c) Análisis químico de la harina de totora incorporada en la ración a un 18%

En el Cuadro 2 se detalla los resultados del análisis químico de la ración proporcionada en base a 18% de harina de totora y heces excretadas. Se observa los resultados de contenido nutricional de la harina de totora en una ración para borregos *caras negras* con requerimiento de 16% de proteína, observando que la ración proporcionaba 15,02% de Proteína Cruda.

De la misma manera se observa que la proporción de fibra cruda en la ración es

baja, repercutiendo en una buena aceptación o alta palatabilidad de la ración ofrecida a los borregos en las jaulas.

d) Alimento rechazado

La Figura 3 (diagrama de dispersión) muestra el comportamiento de los valores promedio registrados en la cantidad de alimento rechazado en (g) según los días del ensayo, observándose que en los dos primeros días el rechazo fue de 400 a 430 g, reduciéndose paulatinamente esta cantidad hasta el 7mo. día con tan solo 139 g, por lo que se asume un mayor consumo de alimento a medida que se desarrolló el experimento.

Cuadro 2. Análisis químico de la ración con harina de totora y heces excretadas (en %)

Insumos	Humedad	Materia Seca	Proteína Cruda	Fibra Bruta	Ceniza	Extracto Etéreo	ELN
Ración de harina totora	0,68	99,32	15,02	17,22	8,47	1,8	56,81
Heces antes de la suplementación	94,47	4,50	13,77	1,43	30,38	44,42	5,5
Heces después de la suplementación	93,58	4,29	8,56	0,9	20,71	59,11	6,43

*Análisis realizado todo en base seca

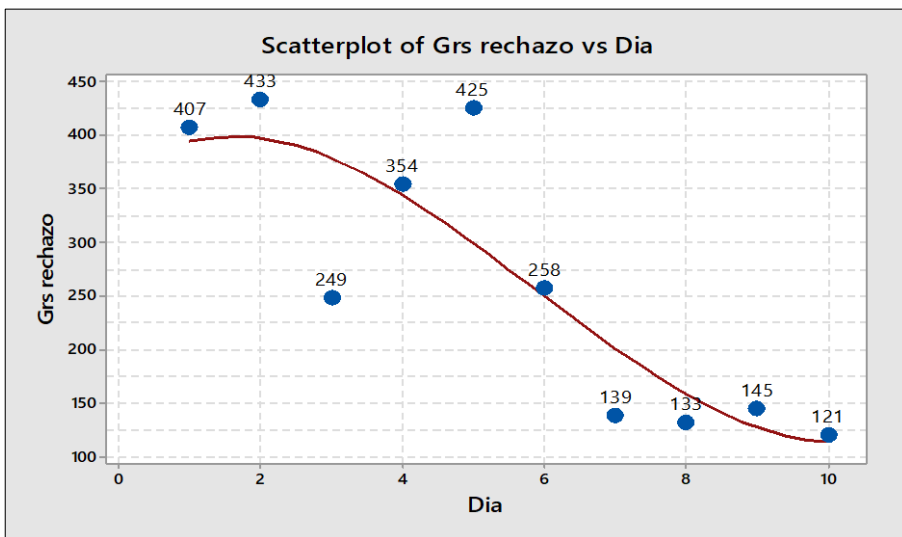


Figura 3. Alimento rechazado en gramos por día durante el ensayo

e) Consumo de alimento

En cuanto al consumo de alimento promedio, tanto en la mañana como en la tarde, de la ración balanceada en base a la harina de totora en los días de evaluación, el mayor consumo se dio por las tardes, con un valor de 658,21 g y de 567,31 g en las mañanas, ambos valores en materia seca, haciendo un total día de 1225,52 g MS/día consumida de la ración suministrada de 2 kg/ovino (en materia seca), siendo un 61.25% de consumo por ovino por día.

f) Consumo diario de agua

En la Figura 4 (consumo de agua en ml), se aprecia que el consumo promedio de agua al primer día fue menor a un litro (924 ml), valor que gradualmente se va incrementando a medida de un mayor consumo de alimento a partir del 2do. día, desde 950,8 ml hasta 1460 ml al 6to. día.

día donde se estabiliza el consumo de agua por día en 1465,8 ml al finalizar el ensayo, estos valores promedio resultan de la media de los rechazos, tanto los de la mañana como de la tarde y por diferencia de la cantidad total proporcionada de 2000 ml/día, obteniendo el consumo neto de agua.

Al respecto, Costa *et al.* (2012), en un trabajo sobre el consumo de agua de ovinos alimentados con nopal (*Opuntia ficus indica*), indican que a mayor consumo de materia seca, el consumo de agua se ve incrementado entre 25, 50 y 75%.

g) Heces excretadas

Las heces excretadas, producto del consumo de harina de totora en raciones balanceadas, están indicadas en la Figura 5.

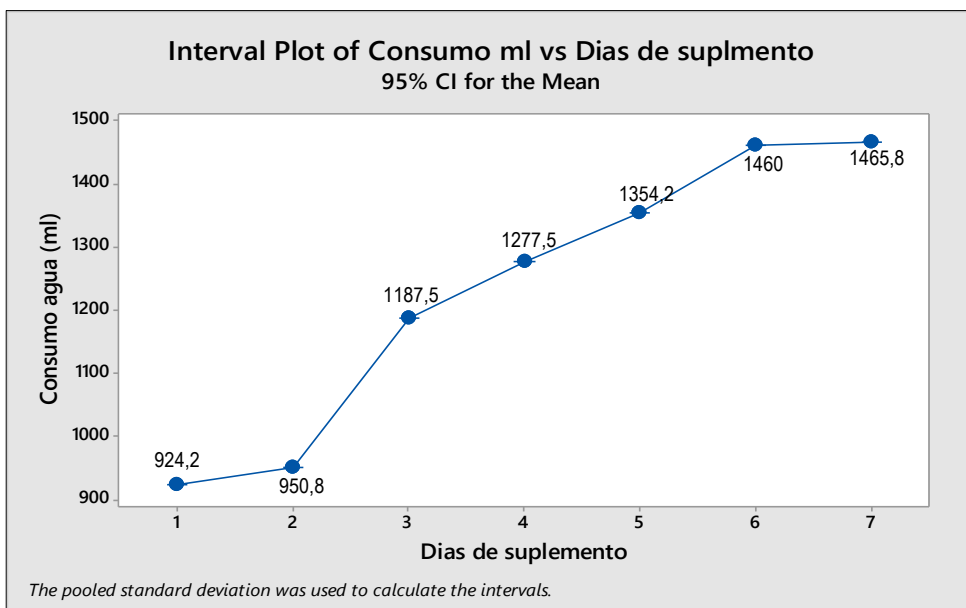


Figura 4. Consumo promedio de agua por día (ml) en borregos alimentados con harina de totora

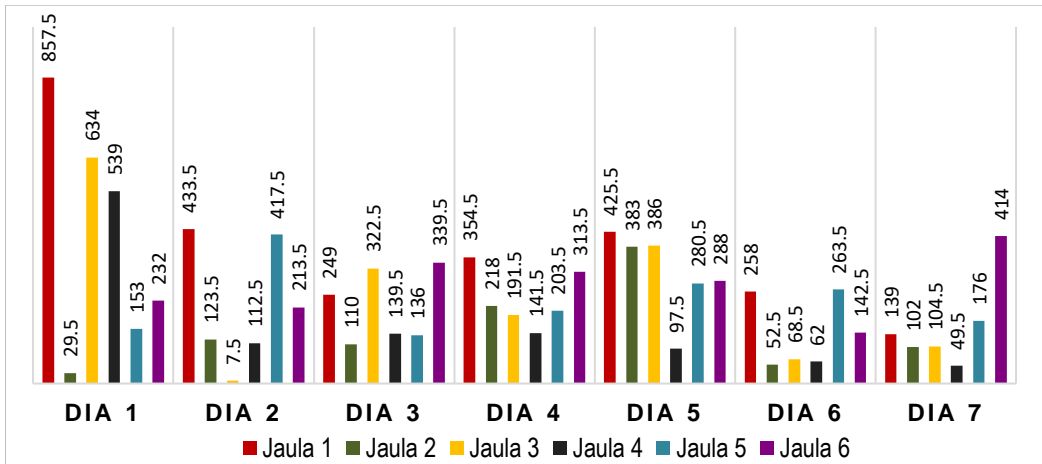


Figura 5. Cantidad de heces excretadas promedio en borregos

Los borregos alimentados con harina de totora en una ración al 16% de Proteína Cruda, excretaron sus heces en mayores pesos por la mañana, con 2100 g/materia fecal (MF) siendo este superior en relación a la cantidad de heces excretadas por la tarde, que registró un promedio de 1322 g MF, siendo 3422 g el total de excretas en 24 horas.

En la Figura 6 de materia fecal excretada por día, se aprecia que el primer día se registraron los valores más altos de hasta 407,5 g, el análisis comparativo para la menor cantidad de heces reportó el 6to. día con una media de 141 g, estos valores presentan in intervalo de confianza de 95%.

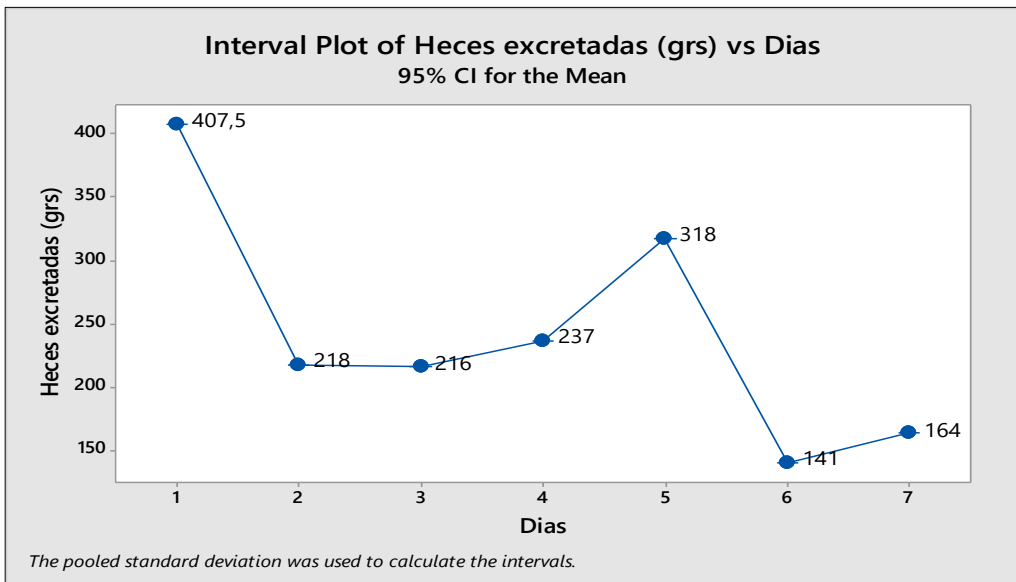


Figura 6. Materia fecal excretada diariamente durante experimento

h) Orina excretada

El grupo de borregos *Hampshire Down* que fueron alimentados con harina de totora, eliminaron un mayor volumen de orina por la mañana en relación al horario de la tarde que registró 303,33 ml de orina, esto está relacionado con un mayor consumo de agua, lo que a su vez está determinado por la cantidad de alimento en materia seca o alimento harinado proporcionado, por ende se produce una mayor eliminación de orina con 578 ml en la mañana.

i) Coeficiente de digestibilidad

Los valores de digestibilidad de los diferentes nutrientes están expresados en el Cuadro 3, en el cual se aprecia que la ración elaborada con harina de totora al 13,86% de concentración, tiene un alto grado de digestibilidad en relación a la Proteína Cruda con 71,5% aprovechable por los borregos. Por otro lado, la Fibra Cruda fue menos aprovechada por los ejemplares alimentados con la harina de totora, con 21,78% de digestibilidad. Esto se corrobora con lo citado por Valencia *et al.* (2010), quienes indican que la fibra tiene que ver con la digestibilidad del forraje, alcanzado en su trabajo de digestibilidad con pastos tropicales, un valor de 29,6%.

Asimismo, los porcentajes digeribles de Extracto Etéreo alcanzaron el 49,45%, mientras que en ceniza el 21,9% fue di-

gerible, finalmente el 2,65% de Extracto Libre Nitrogenado fue aprovechado por los borregos alimentados con harina de totora, estos valores se encuentran dentro los parámetros de requerimientos de los borregos.

Conclusiones

- El consumo promedio de MS/día de harina de totora fue de 1513 g MS/día, siendo la mayor cantidad consumida por las mañanas.
- La alimentación con harina de totora en una mezcla donde esta participa hasta en un 14% de la mezcla total, incrementó los pesos hasta 1,10 kg de peso vivo en los 14 días del ensayo.
- El aporte nutricional de la totora como harina depende de la etapa fenológica que ha sido cosechada, alcanzando un contenido de Proteína Cruda hasta de 15,02% que ayuda en el desarrollo de los borregos.
- La harina de totora tiene valores de digestibilidad elevados, llegando hasta 71,5 de Proteína Cruda y 21,78% de Fibra Cruda.
- A mayor consumo de alimento en harina, mayor es el consumo de agua particularmente por la tarde, influenciado el ambiente en el que se desarrolló la investigación.

Cuadro 3. Coeficiente de digestibilidad (en %) de los nutrientes

Insumo	Proteína cruda	Fibra cruda	Extracto Etéreo	Ceniza	ELN
Harina de totora	71,5	21,78	49,45	21,9	2,65

Referencias citadas

- Alarcon A. 2007. Digestibilidad *in vivo* de la alfalfa (*Medicago sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*) en llamas (*Lama glama*) en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri. Tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Técnica de Oruro. Oruro, Bolivia. p. 55.
- Costa G., Hernández I., Medeiros R., Medeiros N., Azevedo S., Pinto F., Delgado V. 2012. Consumo de agua de ovinos alimentados con diferentes niveles de nopal (*Opuntia ficus indica*) en Brasil. Archivos de Zootecnia, 61(234), 301-304. *En línea*. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000200015>
- Choque M. 2020. Proyecto “Manejo Sostenible de la Titora”. Autoridad Binacional Autónoma del Lago Titicaca. Sistema Hídrico TDPS. Perú-Bolivia. Diagnóstico de campo ALT-GADOR. Oruro, Bolivia. 84 p.
- Islas A., Gilbery T., Goulart R., Dahlen C., Bauer M., Swanson K. 2013. Influence of supplementation with corn dried distillers grains plus solubles to growing calves fed medium-quality hay on growth performance and feeding behavior. J. Anim. Sci. 18: 7067.
- Sánchez C. 2004. Cría y mejoramiento del ganado ovino lana, carne leche. Colección Agro negocios. Edic RIPALME. Lima. Perú. 136 p.
- Valencia L., Restrepo J., Cerón D., Herrera W. 2010. Determinación de la digestibilidad *in vivo* en ovinos utilizando dietas a base de forrajes tropicales. Revista de investigación agraria y ambiental. 1(1), 25-29. *En línea*. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/21456453.892>