



Influencia de los sistemas de producción y pisos altitudinales en la composición bioquímica y rendimiento del pasto nicarión (*Setaria sphacelata*)

Influence of production systems and altitudinal tiers in the biochemical composition and performance of the nicarion grass (*Setaria sphacelata*)

Luis Homero Zagaceta Llanca^{1*}, Héctor Vladimir Vásquez Pérez¹, Carmen Vigo Mestanza¹, Rolando Salas López¹ y Jorge L. Maicelo Quintana¹

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de sistemas de producción y pisos altitudinales en la composición bioquímica y rendimiento del pasto nicarión (*Setaria sphacelata*) en el distrito de Molinopampa, en dos pisos altitudinales entre los 2000-2400 m.s.n.m. y 2401-2800 m.s.n.m. En cuanto a los sistemas de producción se consideró el sistema silvopastoril y el sistema de pastoreo a campo abierto. En cada piso altitudinal se identificaron tres parcelas con pasto nicarión bajo sistema silvopastoril y sistema de pastoreo de campo abierto, resultando en 12 parcelas con tres repeticiones. Los parámetros de evaluación fueron el rendimiento (kg/m^2) y el aporte nutricional como proteína, fibra cruda, almidón, azúcares, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA). Los datos obtenidos fueron procesados mediante la prueba t-Student al 5% ($p < 0,05$) de significancia. Entre los sistemas de producción se encontraron diferencias significativas en el rendimiento, proteínas, azúcares y la fibra detergente neutra. En cuanto al piso altitudinal se encontraron diferencias significativas en la fibra cruda, azúcares y fibra detergente ácida.

Palabras clave: sistema silvopastoril (SSP), sistema de pastoreo a campo abierto (SPCA) rendimiento y aporte nutricional.

ABSTRACT

The goal of this research was to evaluate the effect of production systems and altitudinal tiers on the biochemical composition and yield of the nicarion grass (*Setaria sphacelata*), in the district of Molinopampa, taking into account two altitudinal floors, between 2000-2400 m.a.s.l. and 2401-2800 m.a.s.l. In respect of the production systems, the silvopastoral system and the open field grazing system were considered. In each altitudinal tier three plots were identified with silvopastoral system and grazing system of open field, resulting in a total of 12 plots with three replications. Performance and nutritional support, such as protein, raw fiber, starch, sugars, neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (FDA) were considered as evaluation parameters. The obtained data were processed by Student's t-test at 5% ($p < 0.05$) of significance, resulting in significant differences in yields (0.000) between the production systems; the same occurred with the protein (0.008), with the sugars (0.032), and with the neutral detergent fiber (0.017). In terms of the altitudinal tier, significant differences were found in crude fiber (0.019), again in sugars (0.008), and acid detergent fiber (0.000).

Key words: silvopastoral system (SSP), grazing system in the open field (SPCA), production and contribution nutritional.

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, Chachapoyas, Amazonas, Perú

* Autor de correspondencia. E-mail: luis.zagaceta@untrm.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

Una proporción considerable de especies vegetales y animales se producen en pastizales y rara vez se encuentran en otros tipos de vegetación (Jeangros y Thomet, 2004). Las tierras aptas para pastos en el Perú ocupan 27600000,00 ha aproximadamente y constituyen la base de la alimentación del 84% de la ganadería nacional; de estas, el 50% son praderas degradadas con tendencia a la retrogresión y capacidad de carga menor a 0,2 unidades animales (UA) por hectárea (INIA, 2012). Los forrajes son la principal fuente alimenticia en la región Amazonas, el aprovechamiento de sus cualidades nutricionales repercutirá en la calidad del producto final traducido en carne y leche.

La alimentación de los rumiantes depende mucho de los forrajes, teniendo en cuenta que estos pueden variar su composición nutricional según clima y suelo de la zona donde se encuentren. Así mismo dependerá del manejo y mantenimiento que se les brinde (Vélez *et al.*, 2002). Complementariamente, son muchos los parámetros relevantes para la percepción del valor de una especie como planta forrajera (Fazey *et al.*, 2006). Para entender la importancia del valor nutricional de un forraje es necesario conocer los componentes del mismo y cómo son aprovechados por los animales que lo consumen (Vélez *et al.*, 2002)

Las gramíneas forrajeras son las plantas que constituyen la mayor parte de las áreas de producción de forraje para el ganado. Entre estas se encuentran especies que son sembradas para pastoreo directo y otras que se siembran para ser utilizadas mediante corte. El uso de especies o variedades de pastos mejorados, con mayor calidad y potencial de producción forrajera que las nativas, permite lograr un aumento en la producción de leche o de carne por unidad animal o por unidad de superficie, y reducir los costos de producción (CRF, 2015). Por ejemplo, con una cuota fija de leche, la proporción de leche producida a partir de pasto herbáceo está disminuyendo y se usa menos pastizal para la producción diaria (Feehan *et al.*, 2005)

Entre tanto, para que nuevas especies de pastos, como es el caso del pasto nicarón (*Setaria sphacelata*) sean

implantadas de manera más segura y poder garantizar su productividad, es necesario realizar estudios de la calidad y volumen del pasto nicarón producido bajo sistema silvopastoril o el tradicional sistema de pastoreo a campo abierto.

El presente trabajo fue realizado ante la necesidad de determinar la influencia de los sistemas de producción y pisos altitudinales en la composición bioquímica y rendimiento del pasto nicarón (*Setaria sphacelata*).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en la microcuenca del río San Antonio, en el Distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas (Región Amazonas). El distrito de Molinopampa se encuentra entre las coordenadas UTM 209305 E y 9311398 N. Posee un clima sub – húmedo con una temperatura promedio de 16 °C (Figura 1).

Para el desarrollo de la investigación se tomaron en cuenta dos pisos altitudinales, comprendidos entre los 2000 a 2400 m.s.n.m. y 2401 a 2800 m.s.n.m. en los cuales se identificaron parcelas con pasto nicarón (*Setaria esphacelata*) en SSP y SPCA. El diseño empleado fue un diseño completamente al azar y se instaló aleatoriamente un tratamiento con tres repeticiones por cada sistema y piso altitudinal, haciendo un total de 12 parcelas (Tabla 1).

Tabla 1. Tratamientos de la investigación

Tratamiento	Descripción
T1	SSP + 2000 a 2400 m.s.n.m
T2	SSP + 2401 a 2800 m.s.n.m.
T3	SPCA + 200 a 2400 m.s.n.m.
T4	SPCA + 2401 a 2800 m.s.n.m.

SSP: Sistema Silvopastoril

SPCA: Sistema de Pastoreo a Campo Abierto

La especie arbórea que conformó los SSP fue el aliso (*Alnus acuminata*). Estos presentaron una edad promedio de 4 a 5 años en un arreglo 6m x 6m.

Las muestras fueron recolectadas en 1 m² de área en los diferentes sistemas y pisos altitudinales establecidos. Las muestras se recolectaron en el momento óptimo de corte (75 días posteriores al corte de homogenización).

El tipo de muestra estuvo compuesta por hojas, tallos e inflorescencias del pasto nicarón.

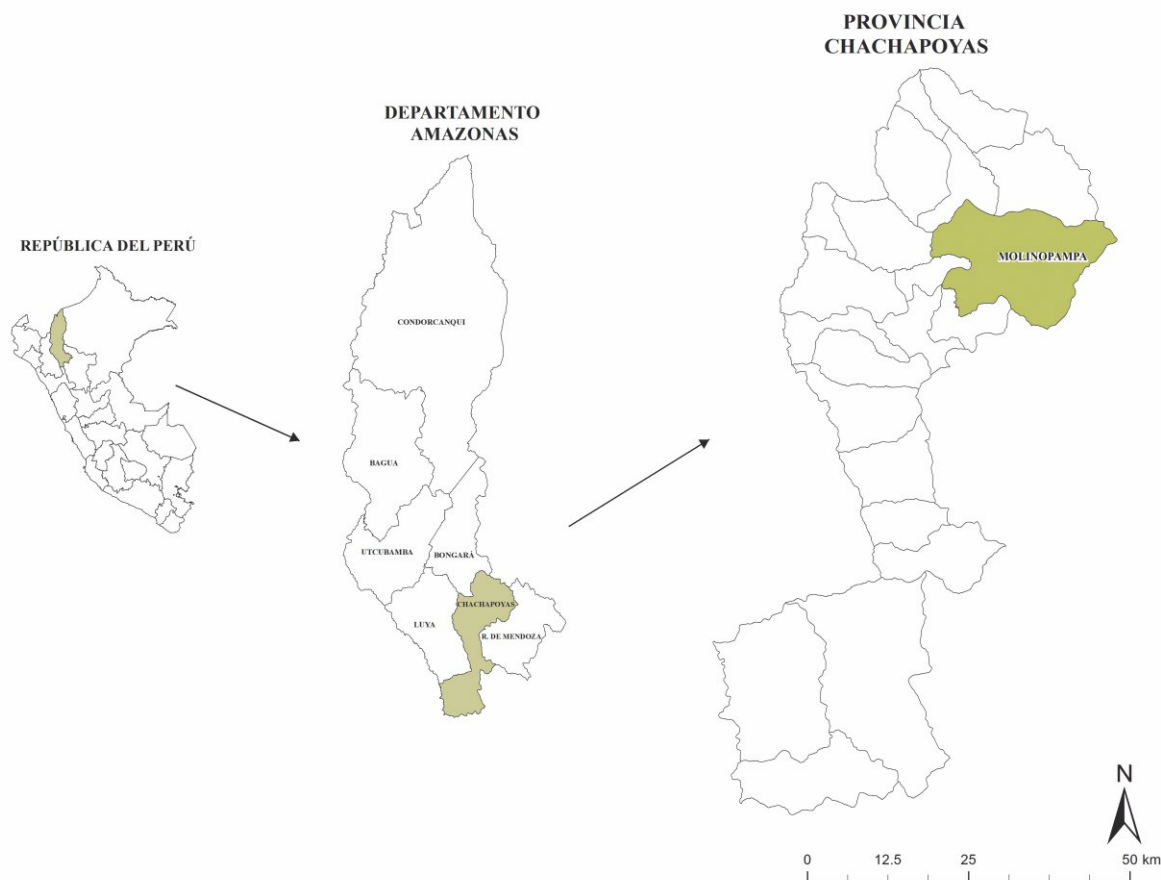


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo en el área de estudio situado en el distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas.

El proceso seguido en el trabajo de investigación fue el siguiente:

1. Identificación del pasto nicarón en los sistemas de producción y pisos altitudinales.
2. Identificación de las zonas de muestreo.
3. Muestreo de pasto nicarón.
4. Traslado de las muestras al laboratorio.
5. Acondicionamiento y conservación de las muestras.
6. Evaluación de las muestras mediante la tecnología NIR (Near InfraRed - Región espectral del infrarrojo cercano).

Los datos obtenidos fueron procesados mediante el uso del software estadístico IBM SPSS Statistics 20. Haciendo uso de la prueba t-Student a un nivel de significancia del 5%.

III. RESULTADOS

Influencia del piso altitudinal

Rendimiento del pasto nicarón

En cuanto al rendimiento de forraje verde/m² respecto al piso altitudinal no se han encontrado diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) que sustenten que la producción del pasto nicarón sea mayor a diferentes altitudes (Figura 2).

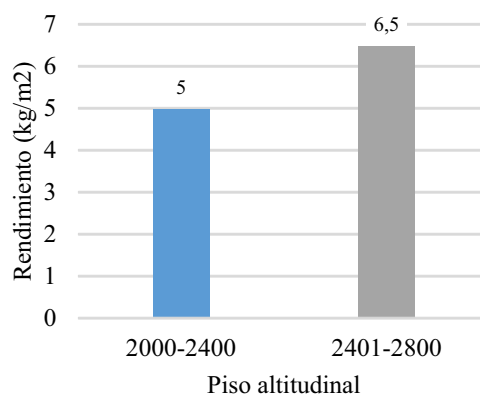


Figura 2. Rendimiento en kg de forraje verde por m² del pasto en diferentes pisos altitudinales.

Composición bromatológica del pasto nicarón

En la Figura 3, de acuerdo al análisis de la proteína cruda respecto al piso altitudinal, se puede apreciar que no existen diferencias significativas ($p>0,05$) en cuanto al piso altitudinal.

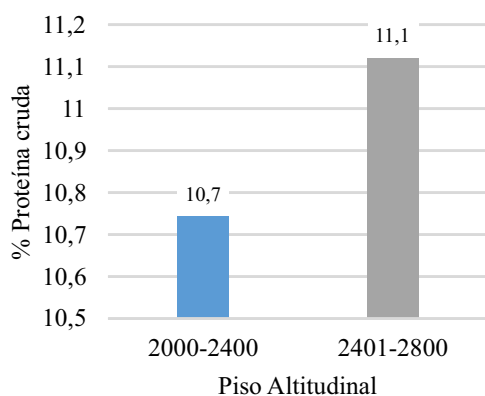


Figura 3. Influencia de la proteína cruda entre pastos por pisos altitudinales.

En la figura 4, de acuerdo al análisis estadístico realizado se ha obtenido que, en cuanto a la fibra cruda, si existen diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre pisos altitudinales, siendo mayor en un 1,46% para el pasto producido entre los 2000-2400 m.s.n.m.

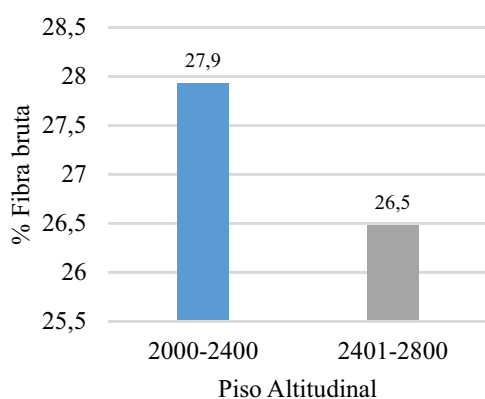


Figura 4. Influencia de dos pisos altitudinales sobre el porcentaje de fibra cruda.

En la figura 5, respecto al almidón, se puede apreciar que no existen diferencias significativas ($0,078$; $p>0,05$).

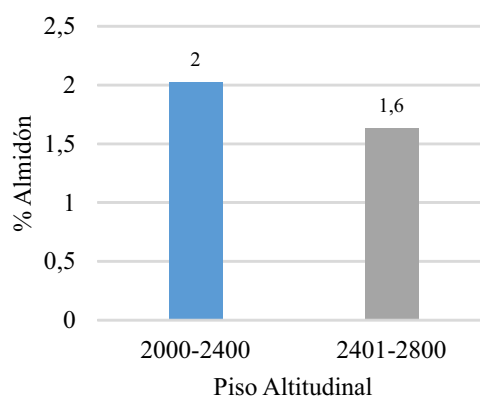


Figura 5. Influencia del almidón entre pastos por pisos altitudinales.

En la figura 6, respecto al análisis estadístico de los azúcares, se ha obtenido que si existen diferencias significativas ($0,008$; $p<0,05$) entre los dos pisos altitudinales. Siendo mayor en 1,24% para el pasto producido entre los 2401-2800 m.s.n.m

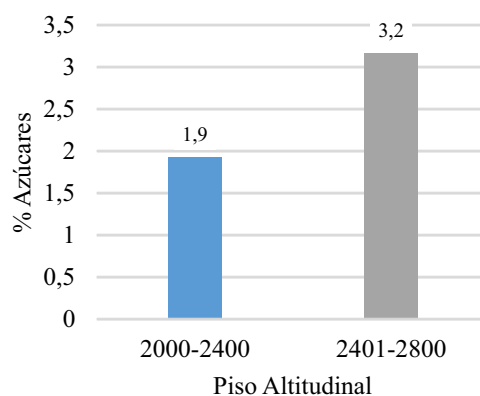


Figura 6. Influencia de los azúcares entre pastos por pisos altitudinales.

En la figura 7, con respecto a la fibra detergente neutra, se ha obtenido que no existen diferencias significativas ($0,138$; $p>0,05$) entre los dos pisos altitudinales.

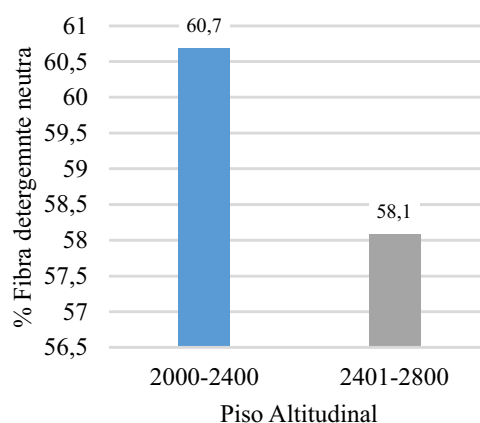


Figura 7. Influencia de fibra detergente neutra entre pastos por pisos altitudinales.

En la figura 8, en cuanto al análisis de fibra detergente ácida, se ha obtenido que existen diferencias significativas (0,000; $p < 0,05$) entre los dos pisos altitudinales de producción, siendo superior en 3,98% para el pasto producido entre los 2000-2400 m.s.n.m.

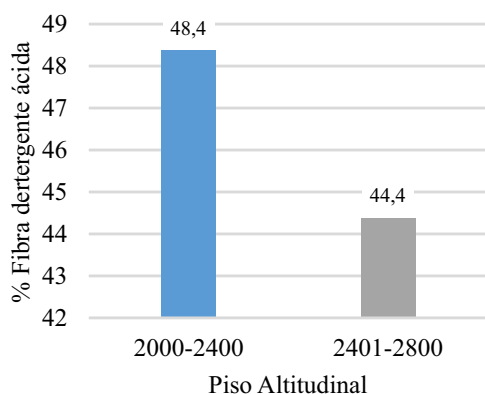


Figura 8. Influencia de fibra detergente ácida entre pastos por pisos altitudinales.

Influencia del sistema de producción

Rendimiento del pasto nicarón

En la figura 9, respecto a la evaluación realizada en rendimiento/m², se ha obtenido que existen diferencias significativas (0,000; $p < 0,05$) entre los dos sistemas de producción, siendo superior en 3,13 kg/m² para el pasto nicarón producido bajo el SSP.

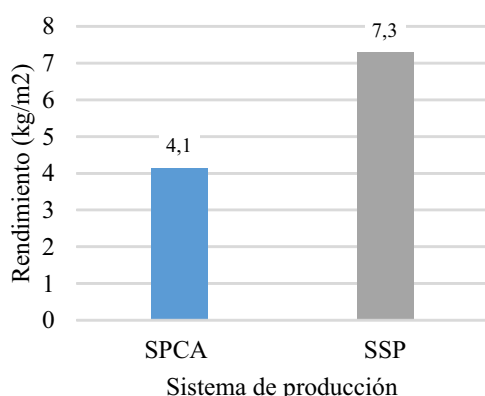


Figura 9. Influencia del rendimiento en kg de forraje verde por m² del pasto entre diferentes sistemas de producción.

Composición bromatológica del pasto nicarón

En la figura 10, de acuerdo al análisis de proteína, se ha obtenido que existen diferencias significativas (0,008; $p < 0,05$) entre los dos sistemas de producción siendo mayor el aporte proteico en 1,76% para el pasto producido bajo el SSP.

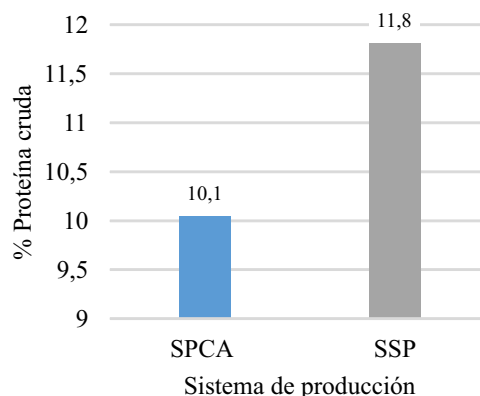


Figura 10. Influencia de la proteína cruda entre pastos en diferentes sistemas de producción.

En la figura 11, respecto al análisis de fibra cruda, se ha obtenido que no existen diferencias significativas (0,335; $p > 0,05$) entre los dos sistemas de producción. Pero existe una diferencia numérica de 0,62% a favor del pasto nicarón producido en el SPCA

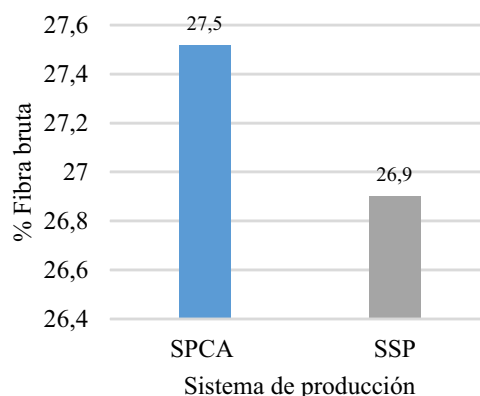


Figura 11. Influencia de la fibra cruda entre pastos en diferentes sistemas de producción.

En la figura 12, con respecto al almidón, se ha obtenido que no existen diferencias significativas (0,121; $p > 0,05$) entre los dos sistemas de producción. Solo existe diferencia numérica, de un 0,34%, a favor del pasto nicarón producido en el SPCA

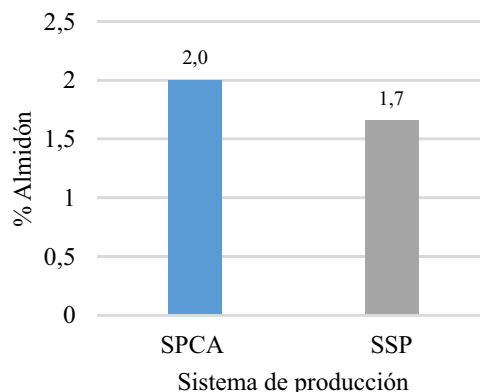


Figura 12. Influencia del almidón entre pastos.

En la figura 13, con respecto al análisis de los azúcares, se puede observar que existen diferencias significativas (0,032; $p < 0,05$) entre los dos sistemas de producción, siendo mayor en 1,01% para el pasto producido en el SSP.

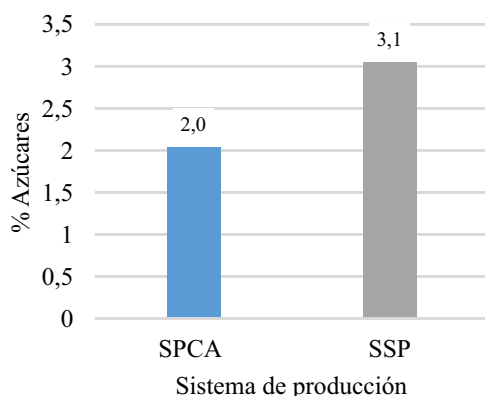


Figura 13. Influencia de los azúcares entre pastos en diferentes sistemas de producción.

En la figura 14, con respecto al análisis de la fibra detergente neutra, se puede observar que existen diferencias significativas (0,017; $p < 0,05$) entre los sistemas de producción, siendo mayor en un 4,09% para el pasto nicarón producido en el SPCA

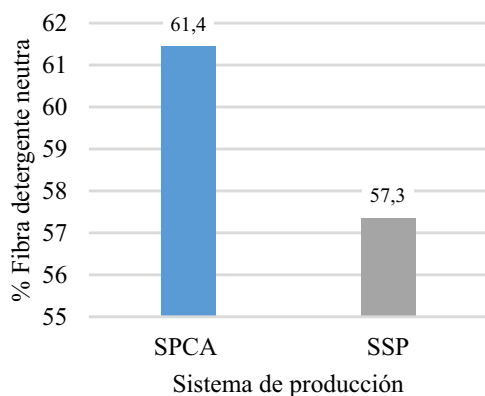


Figura 14. Influencia de la fibra detergente neutra entre pastos en diferentes sistemas de producción.

En la figura 15, respecto al análisis de la fibra detergente ácida, se puede apreciar que no existen diferencias significativas (0,726; $p > 0,05$) entre los sistemas de producción, habiendo una diferencia numérica del 0,39% a favor del pasto producido en el SPCA.

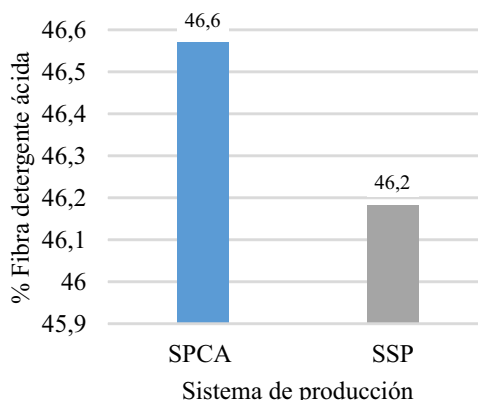


Figura 15. Influencia de la fibra detergente ácida entre pastos en diferentes sistemas de producción.

IV. DISCUSIÓN

Con respecto al rendimiento del pasto nicarón por piso altitudinal, el mejor resultado lo obtuvo el pasto producido entre los 2401-2800 m.s.n.m. con un valor de 6,46 kg/m², muy superior a los resultados obtenidos por Oliva *et al.* (2015), quienes en su investigación relativa a este pasto señalan que la biomasa/m² del pasto nicarón es de 1,3 Kg/m². En muchos países, el rendimiento del ganado se ha incrementado introduciendo forrajes altamente digeribles procedentes de tierras de cultivo como el maíz, los cuales se concentran en las raciones, principalmente a expensas de pastos (Isselstein *et al.*, 2007).

En cuanto a los sistemas de producción, se encontró que la mayor producción de biomasa de pasto nicarón fue en el sistema silvopastoril asociado con *Alnus acuminata*. En este sentido las plantas forrajeras procedentes de pastos poseen un valor más alto en entornos más constantes que aquellos que crecen en condiciones ambientales más variables (Linstädter *et al.*, 2013). Estos resultados difieren a lo mencionado por Giraldo y Bolívar, (1999) quienes señalan que la mayor producción de biomasa de pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) fue superior en el sistema de pastoreo a campo abierto en comparación al pasto kikuyo producido en el sistema silvopastoril asociado con *Acacia descurrens*, en investigaciones realizadas en Colombia, en realidades similares a las presentes en este estudio.

Con respecto a la proteína, se encontró que el mayor valor en relación al piso altitudinal se dio a los 2401-

2800 m.s.n.m. (11,1%), mientras que respecto al sistema de producción el mayor valor fue hallado en el sistema silvopastoril (11,8%). Ambos valores son similares a los obtenidos por Oliva *et al.* (2015), quienes señalan que el contenido proteico de *Setaria sphacelata* es de 11,4%.

En la relación entre piso altitudinal y fibra cruda resultó que el mayor valor fue registrado entre los 2000-2400 m s.n.m. (27,93%), mientras que en cuanto al sistema de producción, el mayor valor fue encontrado en el sistema de pastoreo a campo abierto (27,52%). Estos valores fueron superiores a los obtenidos por Oliva *et al.* (2015) quienes en su investigación en el mismo distrito de Molinopampa con la misma especie de pasto, encontraron que el valor de la fibra cruda fue de 19,89%.

En cuanto a la fibra detergente neutro (FDN), Mieres (2004) señala que la necesidad de este componente bioquímico para una vaca con producción promedio de 9-14 kg leche/día, es del 35 al 40%. En la investigación se encontró que el pasto nicarón tiene un contenido de FDN entre el 57 y el 62%, por lo que supera el límite de lo requerido por los animales en producción. Respecto a la fibra detergente ácida (FDA), en la presente investigación se encontró que el pasto nicarón posee un contenido del 44-48%. De nuevo, Mieres (2004) señala que el requerimiento de FDN de una vaca que produce 9-14 kg leche/día es de 28-29%. Por lo tanto, se puede decir que el pasto nicarón tiene una oferta superior a los límites de requerimiento para este componente nutricional.

V. CONCLUSIÓN

Respecto al rendimiento/m², el mejor sistema de producción es el sistema silvopastoril, ya que ofrece mayor biomasa/m², lo cual permitirá tener una mayor carga animal/ha, favoreciendo así la explotación ganadera en áreas de menor dimensión.

El análisis de la fibra bruta mostró que a los 2000-2400 m.s.n.m. se produce un pasto con mayor porcentaje de fibra bruta independientemente del sistema en el que se pueda producir el pasto nicarón. Por el contrario,

respecto al contenido de azúcares se encontró que existen diferencias tanto entre los pisos altitudinales como entre los sistemas de producción siendo de mayor aporte en el pasto producido entre los 2401-2800 m.s.n.m. y el pasto producido bajo el sistema silvopastoril.

El pasto que mayor porcentaje de Fibra Detergente Neutra ofrece, fue el producido en el sistema silvopastoril, entre los 2000-2400 m.s.n.m., mientras que con respecto a la Fibra Detergente Ácida, el pasto de mayor aporte fue el producido entre los 2000-2400 m.s.n.m.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRF (Catholic Relief Services). 2015. *Pastos y Forrajes*. Managua (Nicaragua): CRF
- Giraldo, L. A. y D. M. Bolívar. 1999. *Evaluación de un sistema silvopastoril de Acacia decurrens asociada con pasto kikuyo Pennisetum clandestinum, en clima frío de Colombia*. Medellín (Colombia): Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/AFRIS/ espanol/Document/AGROF99/GiraldoA.htm>
- Fazey, I., K. Proust, B. Johnson y J. A. Fazey. 2006. "Eliciting the implicit knowledge and perceptions of on-ground conservation managers of the Macquarie Marshes". *Ecology and Society* 11: 25-34.
- Feehan J., D. A. Gillmor y N. Culleton. 2005. "Effects of an agri-environment scheme on farmland biodiversity in Ireland". *Agriculture, Ecosystems and Environment* 107: 275-286.
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2012. *Pastos y Forrajes*. Lima (Perú): INIA. Recuperado de: <http://www.inia.gob.pe/files/crianzas/pastos.pdf>
- Isselstein, J., B. A. Griffith, P. Pradel y S. Venerus. 2007. "Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. Nutritive value of herbage

- and livestock performance”. *Grass and Forage Science* 62: 145-158.
- Jeangros B., y P. Thomet. 2004. “Multi-functionality of grassland systems in Switzerland”. *Grassland Science in Europe* 9: 11-23.
- Linstädter, A., B. Kemmerling, G. Baumann y H. Kirsch. 2013. “The importance of being reliable—local ecological knowledge and management of forage plants in a dryland pastoral system (Morocco)”. *Journal of Arid Environments* 95: 30-40.
- Mieres, J. M. 2004. *Guía para la Alimentación de los Rumiantes*. Serie Técnica. INIA. Montevideo (Uruguay)
- Oliva, M., D. Rojas, A. Morales, C. Oliva y M.A. Oliva. 2015. “Contenido nutricional, digestibilidad y rendimiento de biomasa de pastos nativos que predominan en las cuencas ganaderas de Molinopampa, Pomacochas y Leymebamba, Amazonas, Perú”. *Scientia Agropecuaria* 6: 211-215.
- Vélez, M., J. Hincapie, I. Matamoros, R., Santillán. 2011. *Producción de Ganado Lechero en el Trópico*. San Antonio de Oriente (Honduras): Universidad Zamorano.
- Vélez, M., N, Berger. 2011. *Producción de Forrajes en el Trópico*. San Antonio de Oriente (Honduras): Universidad Zamorano