

INFLUENCIA AMBIENTAL SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LOS ANDES PERUANOS

ENVIRONMENTAL INFLUENCE ON THE NUTRITIONAL VALUE OF ALFALFA (*Medicago sativa* L.) IN PERUVIAN ANDES

Contreras JL¹, Cordero AG², Curasma J¹, Thimothée JA³, Del Solar J⁴

¹Universidad Nacional de Huancavelica - Facultad de Ciencias de Ingeniería - Departamento Académico de Zootecnia - Laboratorio de nutrición animal y evaluación de alimentos - Perú

²Universidad Nacional de Huancavelica Escuela de Posgrado - Facultad de Ciencias de Ingeniería - Perú.

³Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade, Brasil

⁴Universidade Federal da Bahia - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Brasil

RESUMEN. Se llevó a cabo un estudio en la Región de Huancavelica, zona altoandina de Perú, con el objetivo de evaluar el efecto de trece distritos en época seca y de lluvia, sobre el valor nutritivo del forraje de alfalfa mediante la digestibilidad, consumo, estimaciones de las fracciones energéticas (nutrientes digestibles totales y energía digestible) e índice de valor forrajero de su materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), materia mineral (MM) y fibra detergente neutra (FDN). Para MS, EE, MM y FDN se observaron diferencias ($p < 0,05$) entre distritos y épocas del año. Para la PC hubo diferencias ($p < 0,05$) entre la época de lluvias y seca, sin variación ($p > 0,05$) entre distritos. El consumo (CMS) y digestibilidad de materia seca (DMS) tuvieron influencia ($p > 0,05$) de los distritos y épocas. Los valores energéticos fueron alterados significativamente por los distritos y épocas del año ($p < 0,05$). En Acoria, Huando, Laria y Acostambo, se observaron valores energéticos aproximados a 3,10 Mcal/kg de MS, clasificando a la alfalfa de estos distritos como forrajes de buena calidad. Puede afirmarse el valor nutritivo alto de la alfalfa, como una especie forrajera perenne en esta región, por su alto contenido proteico, buena digestibilidad y consumo.

Palabras clave: Composición bromatológica, fracciones energéticas, consumo, digestibilidad, índice de valor forrajero.

ABSTRACT. A study was carried out in the Huancavelica Region, Peruvian high Andean area, aiming of evaluate the effect of thirteen districts, and dry and rainfall seasons on the nutritional value of alfalfa (*Medicago sativa*) forage through dry matter consumption (DMC) and digestibility (DMD), estimates of energy fractions (total digestible nutrients and digestible energy) and forage value index of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), mineral matter (MM) and neutral detergent fiber (NDF). For DM, EE, MM and NDF, differences were observed ($p < 0.05$) between districts and times of the year. For CP, there were differences ($p < 0.05$) between rainy and dry season, without variation ($p > 0.05$) between districts. DMC and DMD had influence ($p > 0.05$) of the districts and climate seasons. Energy values were significantly altered ($p < 0.05$) by districts and seasons. In Acoria, Huando, Laria and Acostambo, energy values of approximately 3.10 Mcal / kg DM were observed, classifying the alfalfa of these districts as good quality forage. The high nutritional value of alfalfa can be affirmed, as a perennial forage species in this region, due to its high protein content, good digestibility and consumption.

Keywords: Bromatological composition, energy fractions, consumption, digestibility, forage value index.

doi: 10.18004/compend.cienc.vet.2019.09.01.07-14

Dirección para correspondencia: MS.C. (C) Jose Luis Contreras Paco - Responsable del proyecto de FOCAM; Laboratorio de Nutrición animal y Evaluación de alimentos - Departamento Académico de Zootecnia - Facultad de Ciencias de Ingeniería - Universidad Nacional de Huancavelica-Perú - Ciudad Universitaria de Paturpampa s/n, Huancavelica.

E-Mail: joselcpunh123@hotmail.com

Recibido: 13 de abril de 2018 / **Aceptado:** 09 de agosto de 2018

INTRODUCCIÓN

El potencial y calidad de producción de las especies forrajeras es resultado de su adaptación a condiciones climáticas de cada ecoregión, del manejo y fertilización (1). La producción de forraje en los distritos de la región Huancavelica - Perú, corresponden a la región entre 2.300 y 3.500 m.s.n.m., con climas de tipo CW y DWV, caracterizados por ser templado moderado, lluvioso, frío y seco en invierno. La temperatura promedio anual es de 6 a 14°C. La mayor parte de los suelos de la región son superficiales (Litosoles) (2).

En tales distritos, el crecimiento estacional de pasturas se traduce en producciones alta y baja de materia foliar, caracterizándose por demostrar rendimientos irregulares en la producción animal. El factor más importante para que ocurra esta variación es la época del año. La época seca es el periodo comprendido entre los meses de mayo y octubre donde la precipitación pluvial es nula (3), y el periodo subsecuente es la época de lluvias, con mayor precipitación pluvial, por lo tanto, con mejor disponibilidad y calidad de forraje. Es aquí donde los rebaños de bovinos de producción lechera tienden a incrementar su producción compensando, parcial o totalmente, las pérdidas provenientes del periodo anterior (4).

La literatura señala que la temperatura en la época seca, acompañado por escasez de lluvias, son causas limitantes de reducción del crecimiento de las plantas utilizadas en la alimentación del ganado. Desde el punto de vista nutricional, esto afecta la productividad de especies forrajeras sin alta proporción de hojas, lo cual es relevante considerando que el mejor valor nutritivo y preferencia de los animales se observa en su consumo.

Las tasas de acumulación de láminas foliares, con base en la materia seca (MS), varían entre 94 y 164 kg/ha/día durante la época de lluvias; en la época seca, esta variación fluctúa entre 25 y 53 kg/ha/día (5).

Por sus características bromatológicas y nutritivas, la alfalfa (*Medicago sativa*) es el principal forraje para la producción de leche en el mundo, dentro de las forrajeras cultivadas, las leguminosas del género *Medicago* son las más utilizadas en el Perú (6).

La Alfalfa se destaca en la región alto andina en razón de su buena productividad, resistencia a las bajas temperaturas y enfermedades y la recuperación después del corte (7,8). Sin embargo en el Perú, especialmente en los andes encima de los 3.000 m.s.n.m., la información es escasa o nula sobre su valor nutritivo en función de las épocas de lluvia y seca, por tal motivo que se requieren nuevos estudios al respecto.

Para determinar el valor energético de un alimento en sus diversas formas y fracciones, se recurre a experimentos de digestión y pruebas de metabolismo in vivo, que resultan ser de alto costo. A fin de superar este problema se recurre a ecuaciones de predicción nutricional generadas por National Research Council (9) o a partir de resultados de investigaciones anteriores. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo de evaluar la composición bromatológica, digestibilidad, consumo de MS, estimar o valor de nutrientes digestibles totales y energía digestible, así como el índice del valor forrajero de la alfalfa en distintas épocas del año y distritos de la región alto andina de Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

En base a la distribución espacial de haciendas productivas de bovinos de la Región de Huancavelica - Perú, fueron identificados 13 distritos: Pomacocha; Rosario; Acoria; Huando; Laria; Cusicancha; Huayacundo; Huaytara; Quitoarma; Acostambo; Acraquia; Colcabamba y Daniel Hernández. De la misma manera, se demarcaron dos épocas de año: i) la época de lluvias entre los meses de noviembre y marzo, y ii) la época de seca entre abril y agosto. El muestreo se utilizó la técnica no probabilística de tipo intencionada (10).

Para cada distrito y en las dos épocas definidas fueron colectadas cuatro muestras compuestas (MC). Cada MC de 450 g fue constituida de tres sub muestras simples de aproximadamente 150 g a partir de material in natura obtenido manualmente con hoz a 5 cm del suelo. Se utilizaron bolsas de polietileno para las muestras compuestas, las mismas que fueron transportadas al Laboratorio de Nutrición Animal y Evaluación de Alimentos de la Facultad de Ciencias de Ingeniería de la Universidad Nacional Huancavelica. Estas muestras fueron trituradas en un molino semi industrial, identificadas y colocadas en bolsas de papel para ser sometidas a

pre-deshidratación a 60°C. Tomando en consideración los protocolos de la AOAC (1990) (11) fueron determinados los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) y materia mineral (MM). La determinación de fibra detergente neutra (FDN) fue de acuerdo a la literatura (12). La estimación de los nutrientes digestibles totales (NDT) fue conforme la ecuación $NDT = 83,79 - 0,4171 * (\% FDN)$ (13). La energía digestible (ED) fue obtenida a partir de la ecuación $ED = 0,04409 * (\% NDT)$. El consumo (CMS) y digestibilidad de materia seca (DMS) fue encontrada de acuerdo a la ecuación $DMS = 88,9 - 0,779 * (\% FDA)$ (14). El índice del valor forrajero (IVF) fue obtenido considerándose las siguientes ecuaciones:

- CMS (% de peso vivo) = $120 / \% FDN$ de la MS (1)
- DMS (%) = $88,9 - 0,779 * \% FDA$ (2), y
- IVF = $(CMS * DMS) / 1,29$ (3)

Los resultados generados a partir de análisis bromatológicos, DMS, CMS, NDT, ED e IVF fueron sometidos a análisis de variancia mediante el procedimiento GLM del software SAS (2009) con un diseño completamente al azar en parcelas sub divididas. Donde los distritos constituyeron las parcelas y las épocas las sub parcelas, con el modelo lineal $Y_{ijk} = \mu + L_i + e_{aik} + E_j + LE_{ij} + eb_{ijk}$; donde Y_{ijk} es la de MS, PC, EE, MM, FDN, DMS, CMS, NDT, ED e IVF; μ refiere a la media general asociada a cada observación Y; L_i informa el efecto fijo del L-ésimo distrito sobre la Y-ésima observación; e_{aik} declara el error asociado al efecto del L-ésimo distrito; E_j es el efecto fijo de la E-ésima época del año; LE_{ij} considera el efecto de la interacción entre distrito y época, y finalmente eb_{ijk} denota el error b (eb) para el efecto de la e-ésima época del año. Las comparaciones de medias fueron hechas por la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observa que la MS de la alfalfa varió en función de los distritos ($p = 0,0001$) y épocas del año ($p = 0,0040$), constatándose también la interacción ($p = 0,0091$) entre distrito y época. La Tabla 1 muestra el efecto de las épocas de lluvia y seca en la concentración de MS de los trece distritos estudiados. Solamente en Cusicancha, la MS fue menor en la época de seca, lo inverso ocurrió en Huando, Laria y Acostambo donde fue mayor en la época seca ($p < 0,05$), incrementándose en 5% en relación a la época de lluvias. En la literatura no

existen investigaciones que permitan comparar coeficientes de MS de especies forrajeras entre distritos o lugares de producción por períodos de lluvias o seca. Un autor (15), en condiciones tropicales, observó en nueve leguminosas forrajeras mayores contenidos de MS en la época seca.

Vale resaltar que en nueve de los distritos estudiados los valores fueron similares ($p > 0,05$) en función a las épocas. El valor medio más alto de MS fue observado en el distrito de Laria (23,68 %) y el menor en Huando (16,96%) (Tabla 2), probablemente como reflejo de las variedades de alfalfa cultivadas en tales distritos así como su estado de crecimiento y el tipo de suelo predominante en cada uno de ellos.

No fue verificada la interacción ($p = 0,0514$) entre distritos x épocas para las concentraciones de PC en la MS. Las concentraciones de PC variaron en función de las épocas ($p = 0,0385$), sin diferencia entre distritos ($p = 0,0675$). Únicamente en el distrito de Rosario el contenido de PC se incrementó en la época seca al ser comparada con la de lluvia ($p < 0,05$) con comportamiento creciente. En los 12 distritos restantes no fue observada diferencia significativa entre épocas ($p < 0,05$).

La PC en los distritos de muestreo varió entre 22,13% y 27,70% (Tabla 2), los cuales se comparan a los relatados en la literatura (16); variando entre 21,09 y 24,02 % evaluadas en once variedades de alfalfa. El valor medio de PC, observado por un autor (17) (23,62 %) en un cultivo de alfalfa fertilizado con varios niveles de estiércol de bovino, es similar al valor proteico medio de 24,55 % de la alfalfa de los distritos en estudio (18).

La literatura informa que el contenido de PC inferior a 6 - 7 % de los forrajes puede reducir drásticamente el consumo por los animales, hecho que no sucedería en el caso de la alfalfa. La producción de PC para el distrito de Cusicancha (22,91 %) y de Daniel Hernández (28,55%) en la época seca, sobrepasan 10 %, cantidad que es necesaria para ganancia diaria de peso de 0,5 kg en bovinos con 300 kg de peso vivo, de acuerdo con el National Research Council (9).

La Tabla 1 contiene los promedios de EE en la MS para el efecto de interacción ($p = 0,0001$) distrito x época. También hubo diferencia en el contenido de

Tabla 1. Probabilidades (P>F) para épocas del año, distritos productivos e interacciones épocas x distritos, promedios y desviaciones estándares para características bromatológicas, digestibilidad, consumo, fracciones energéticas e índice del valor forrajero de alfalfa (*Medicago sativa*) de Huancavelica en la región altoandina de Perú.

	MS (%)		PC (% MS)		EE (% MS)		MM (% MS)		FDN (% MS)	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Distrito (D)	<0,0001	0,0675	0,0004	0,0001	<0,0001	0,0004	<0,0001	0,0001	0,0018	0,0018
Época (E)	0,0040	0,0385	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,8645	0,0105	<0,0001	<0,0001
Interac. D x E	0,0091	0,0514	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0105	0,0105	0,0004	0,0004
	Época									
Distrito	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Acoria	18,90±2,51 ^a	20,47±3,42 ^a	22,76±1,54 ^a	27,11±3,22 ^a	2,26±0,67 ^a	2,10±0,28 ^a	11,02±1,60 ^a	12,86±0,52 ^a	37,75±7,32 ^a	33,92±4,24 ^a
Acostambo	17,43±2,20 ^b	23,66±0,86 ^a	26,32±3,95 ^a	26,01±1,46 ^a	2,78±0,61 ^a	2,53±0,11 ^a	10,51±0,85 ^a	9,50±1,05 ^a	37,77±3,06 ^a	29,48±6,81 ^a
Acraquia	19,61±2,26 ^a	21,94±2,32 ^a	26,31±3,54 ^a	25,02±2,56 ^a	1,33±0,43 ^b	2,60±0,38 ^a	10,23±0,75 ^a	8,77±0,55 ^a	40,31±1,18 ^a	40,18±4,80 ^a
Colca bamba	17,48±1,33 ^a	19,01±2,37 ^a	27,06±1,38 ^a	23,08±1,32 ^a	1,32±0,74 ^b	2,61±0,34 ^a	10,30±0,65 ^a	10,35±0,91 ^a	42,05±2,71 ^a	43,46±2,68 ^a
Cusicancha	26,35±3,23 ^a	20,36±4,00 ^b	21,86±4,05 ^a	22,91±3,52 ^a	1,13±0,07 ^a	1,25±0,91 ^a	9,78±0,83 ^a	10,57±1,12 ^a	42,93±1,98 ^a	38,09±5,24 ^a
D. Hernandez	18,61±3,36 ^a	17,96±2,91 ^a	24,17±6,59 ^a	28,55±5,11 ^a	1,58±0,60 ^b	2,60±0,32 ^a	12,36±2,89 ^a	9,28±0,96 ^b	38,93±4,37 ^a	35,62±3,97 ^a
Huando	14,42±5,46 ^b	19,51±0,88 ^a	27,30±4,97 ^a	28,11±2,54 ^a	1,32±0,51 ^b	2,08±0,39 ^a	13,86±1,74 ^a	11,34±1,45 ^b	35,80±5,11 ^a	34,98±3,44 ^a
Huayacundo	21,43±0,48 ^a	23,32±3,55 ^a	21,53±3,70 ^a	22,73±3,81 ^a	1,03±0,23 ^b	2,14±0,53 ^a	10,46±0,24 ^a	11,40±2,25 ^a	38,78±2,83 ^a	38,64±1,52 ^a
Huaytará	19,47±1,04 ^a	19,26±0,62 ^a	24,95±1,18 ^a	23,57±3,18 ^a	1,25±0,53 ^b	2,15±0,56 ^a	12,75±1,17 ^a	12,15±1,63 ^a	36,02±2,00 ^a	37,80±1,28 ^a
Laria	21,33±2,40 ^b	26,04±2,30 ^a	20,63±3,20 ^a	24,76±1,42 ^a	1,70±0,58 ^b	2,36±0,73 ^a	9,08±1,59 ^b	12,18±2,33 ^a	38,26±3,76 ^a	30,38±2,46 ^b
Pomacocha	16,92±0,50 ^a	18,16±0,45 ^a	25,32±3,58 ^a	24,75±4,00 ^a	2,62±0,51 ^a	2,38±0,44 ^a	10,83±1,06 ^a	11,89±0,60 ^a	48,76±3,55 ^a	33,49±7,43 ^b
Quitoarma	19,65±2,91 ^a	21,45±3,33 ^a	22,90±1,79 ^a	23,80±1,57 ^a	0,82±0,38 ^b	2,78±0,39 ^a	12,52±1,08 ^a	12,39±1,57 ^a	38,63±2,85 ^a	39,63±2,45 ^a
Rosario	20,77±0,88 ^a	21,54±4,20 ^a	19,30±1,22 ^b	27,47±4,60 ^a	2,29±0,17 ^a	2,03±0,36 ^a	10,77±0,79 ^a	12,12±1,66 ^a	43,64±1,46 ^a	33,45±4,13 ^b
Promedio	19,41 ^b	20,98 ^a	23,88 ^b	25,22 ^a	1,65 ^b	2,28 ^a	11,19 ^a	11,14 ^a	39,98 ^a	36,06 ^b
	DMS (%)									
Distrito (D)	0,0273	0,0062	0,0062	0,0062	0,0017	0,0017	0,0019	0,0019	0,0081	0,0081
Época (E)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Interac. Dx E	0,0674	0,0031	0,0031	0,0031	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0027	0,0027
	Época									
Distrito	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
Acoria	63,56±5,30 ^b	68,56±1,89 ^a	3,28±0,72 ^a	3,58±0,45 ^a	68,04±3,05 ^a	69,64±1,77 ^a	3,00±0,13 ^a	3,07±0,07 ^a	163,94±50,68 ^a	190,19±23,70 ^a
Acostambo	63,88±2,34 ^b	70,12±3,22 ^a	3,19±0,25 ^b	4,25±1,05 ^a	68,03±1,28 ^b	71,49±2,84 ^a	3,00±0,06 ^b	3,15±0,13 ^a	158,37±17,67 ^b	229,65±48,56 ^a
Acraquia	64,64±1,16 ^a	67,03±1,47 ^a	2,98±2,08 ^a	3,01±0,35 ^a	66,97±0,50 ^a	67,03±2,00 ^a	2,95±0,02 ^a	2,95±0,09 ^a	149,30±6,80 ^a	157,00±20,42 ^a
Colca bamba	62,35±1,76 ^a	63,54±0,66 ^a	2,86±0,19 ^a	2,77±0,18 ^a	66,24±1,13 ^a	65,66±1,11 ^a	2,92±0,05 ^a	2,89±0,05 ^a	138,53±12,92 ^a	136,47±9,00 ^a
Cusicancha	61,99±1,83 ^a	69,86±3,18 ^a	2,80±0,12 ^a	3,19±0,40 ^a	65,88±0,83 ^a	67,90±2,18 ^a	2,91±0,04 ^a	2,99±0,09 ^a	134,69±10,05 ^b	173,55±29,06 ^a

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; EE: Extracto etéreo; MM: Material mineral; FDN: Fibra detergente neutra; DMS: Digestibilidad de materia seca; CMS: Consumo de materia seca; NDT: Nutrientes digestibles totales; ED: Energía digestible; IVF: Índice del valor forrajero. Dentro de distrito en cada línea, los promedios seguidos de la misma letra en minúscula no difieren estadísticamente entre sí (p>0.05) por la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad.

Tabla 2. Promedio y desvío estándar para características bromatológicas, digestibilidad, consumo de la materia seca, fracciones energéticas e índice del valor forrajero de alfalfa (*Medicago sativa*) en función de distritos productivos de Huancavelica en la región altoandina de Perú.

Distrito	MS	PC	EE	MM	FDN
	Contenido en la MS (%)				
Acoria	19,68 ± 2,90 ^{abc}	24,93 ± 3,30	2,18 ± 0,49 ^{abc}	11,93 ± 1,05 ^{ab}	35,83 ± 5,91 ^{bcd}
Acostambo	20,55 ± 3,67 ^{abc}	26,17 ± 2,76	2,65 ± 0,43 ^a	10,00 ± 1,04 ^{ab}	33,63 ± 6,60 ^d
Acraquia	20,78 ± 2,46 ^{abc}	25,67 ± 2,94	1,97 ± 0,78 ^{abcd}	9,50 ± 0,99 ^b	40,24 ± 3,24 ^{abc}
Colca bamba	18,25 ± 1,96 ^{bc}	25,07 ± 2,47	1,97 ± 0,87 ^{abcd}	10,33 ± 0,73 ^{ab}	42,76 ± 2,60 ^a
Cusicancha	23,35 ± 4,65 ^a	22,38 ± 3,55	1,20 ± 0,60 ^d	10,18 ± 1,01 ^{ab}	40,51 ± 4,48 ^{bc}
D. Hernandez	18,29 ± 2,93 ^{bc}	26,36 ± 5,94	2,08 ± 0,70 ^{abc}	10,82 ± 2,58 ^{ab}	37,09 ± 4,33 ^{abcd}
Huando	16,96 ± 4,53 ^c	27,70 ± 3,68	1,70 ± 0,59 ^{cd}	12,60 ± 2,00 ^a	35,39 ± 4,06 ^{bcd}
Huayacundo	22,38 ± 2,55 ^{ab}	22,13 ± 3,53	1,58 ± 0,70 ^{cd}	10,93 ± 1,56 ^{ab}	38,71 ± 2,11 ^{abcd}
Huaytará	19,36 ± 0,80 ^{abc}	24,26 ± 2,34	1,70 ± 0,70 ^{cd}	12,45 ± 1,35 ^a	36,91 ± 1,82 ^{abcd}
Laria	23,68 ± 3,33 ^a	22,70 ± 3,18	2,03 ± 0,70 ^{abc}	10,63 ± 2,49 ^{ab}	34,32 ± 5,13 ^{cd}
Pomacocha	17,54 ± 0,79 ^c	25,04 ± 3,52	2,50 ± 0,46 ^{ab}	11,86 ± 0,80 ^{ab}	41,13 ± 9,78 ^{ab}
Quitoarma	20,55 ± 3,05 ^{abc}	23,35 ± 1,62	1,81 ± 1,11 ^{bcd}	12,45 ± 1,25 ^a	39,13 ± 2,52 ^{abcd}
Rosario	21,16 ± 2,84 ^{abc}	23,39 ± 5,37	2,16 ± 0,30 ^{abc}	11,45 ± 1,40 ^{ab}	38,55 ± 6,16 ^{abcd}
Promedio	20,19	24,55	1,96	11,16	30,01
Distrito	DMS (%)	CMS (%PV)	NDT (%)	ED (Mcal/kg MS)	IVF
Acoria	66,06 ± 4,55 ^{ab}	3,43 ± 0,48 ^{abc}	68,84 ± 2,46 ^{abc}	3,03 ± 0,10 ^{abc}	177,07 ± 39,22 ^{ab}
Acostambo	67,00 ± 4,23 ^{ab}	3,72 ± 0,91 ^a	69,76 ± 2,75 ^a	3,08 ± 0,12 ^a	194,02 ± 50,95 ^a
Acraquia	65,84 ± 1,77 ^{ab}	3,00 ± 0,24 ^{bc}	67,00 ± 1,35 ^{bcd}	2,95 ± 0,06 ^{bcd}	153,15 ± 14,69 ^{ab}
Colca bamba	62,96 ± 1,39 ^b	2,81 ± 0,18 ^c	65,95 ± 1,09 ^d	2,91 ± 0,05 ^d	137,50 ± 10,36 ^b
Cusicancha	65,92 ± 4,84 ^{ab}	3,00 ± 0,34 ^{bc}	66,89 ± 1,87 ^{bcd}	2,95 ± 0,08 ^{bcd}	154,12 ± 28,93 ^{ab}
D. Hernandez	66,19 ± 3,08 ^{ab}	3,27 ± 0,38 ^{abc}	68,31 ± 1,81 ^{abcd}	3,01 ± 0,08 ^{abcd}	168,48 ± 25,47 ^{ab}
Huando	67,91 ± 3,20 ^a	3,43 ± 0,36 ^{abc}	69,03 ± 1,69 ^{abc}	3,04 ± 0,07 ^{abc}	180,99 ± 25,70 ^a
Huayacundo	68,07 ± 4,06 ^a	3,10 ± 0,16 ^{abc}	67,64 ± 0,87 ^{abcd}	2,98 ± 0,04 ^{abcd}	164,13 ± 15,23 ^{ab}
Huaytará	68,94 ± 1,24 ^a	3,25 ± 0,16 ^{abc}	68,40 ± 0,75 ^{abcd}	3,01 ± 0,03 ^{abcd}	174,12 ± 9,43 ^{ab}
Laria	67,45 ± 4,50 ^{ab}	3,56 ± 0,52 ^{ab}	69,47 ± 2,14 ^{ab}	3,06 ± 0,10 ^{ab}	187,81 ± 39,32 ^a
Pomacocha	65,56 ± 4,66 ^{ab}	3,10 ± 0,88 ^{abc}	66,63 ± 4,08 ^{cd}	2,94 ± 0,18 ^{cd}	159,79 ± 56,13 ^{ab}
Quitoarma	66,45 ± 3,91 ^{ab}	3,08 ± 0,20 ^{abc}	67,46 ± 1,04 ^{abcd}	2,97 ± 0,05 ^{abcd}	158,77 ± 16,54 ^{ab}
Rosario	66,93 ± 4,50 ^{ab}	3,18 ± 0,53 ^{abc}	67,71 ± 2,56 ^{abcd}	2,98 ± 0,11 ^{abcd}	166,85 ± 38,67 ^{ab}
Promedio	66,56	3,22	67,93	2,99	167,45

MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; EE: Extracto etéreo; MM: Material mineral; FDN: Fibra detergente neutra; DMS: Digestibilidad de materia seca; CMS: Consumo de materia seca; NDT: Nutrientes digestibles totales; ED: Energía digestible; IVF: Índice del valor forrajero. En cada columna los promedios seguidos de letras diferentes en minúscula, difieren estadísticamente entre sí (p>0.05) por la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

EE entre distritos ($p = 0,0004$) y entre épocas ($p = 0,0001$). En esta última, se constató variación en los distritos Huando, Laria, Huayacundo, Huaytara, Quitoarma, Acraquia, Colcabamba, Daniel Hernández, cuyos valores fueron más bajos ($p < 0,05$) en la época de lluvias, incrementándose su valor prácticamente al doble en la época seca. En los distritos de Pomacocha, Rosario, Acoria, Cusicancha y Acostambo los niveles de EE no difirieron ($p > 0,05$) en función de las épocas. La variación del EE para los distritos fue comprendido entre 1,2 y 2,65 % (Tabla 2), con diferencia significativa ($p < 0,05$) entre la época de lluvias (1,65 %) y seca (2,28 %). Valores que no llegan a superar el 3 % de EE necesarios para cubrir las exigencias nutricionales de vacas en lactación (19).

Los niveles de MM variaron en función de los distritos ($p = 0,001$) y no entre épocas ($p = 0,8645$), presentando interacción entre ambos factores ($p = 0,0001$). En Laria los contenidos de MM se incrementaron ($p < 0,05$) de la época de lluvias para la época seca. En los distritos de Daniel Hernández y Huando los valores de MM en la alfalfa fueron menores en la época seca ($p < 0,05$) y en los otros 10 distritos no se observaron diferencias significativas entre épocas. El contenido medio de MM más alto fue observado en Huando (12,60 %), decreciendo hasta 9,50 % en Acraquia (Tabla 2).

Los valores de FDN presentaron variaciones en función de los distritos ($p = 0,0018$) y de las épocas ($p = 0,0001$), así como de su interacción ($p = 0,0004$). Se constató diferencias significativas entre los distritos Pomacocha, Rosario, Laria y Acostambo con valores más altos en la época de lluvia. En los otros nueve distritos no se observó diferencia significativa entre épocas, siendo estos distritos considerados de comportamiento con pequeña variación para FDN. El valor más alto de FDN fue observado en Colcabamba (42,76 %) y el más bajo en Acostambo (33,63 %) (20).

Algunos autores informan que, con la rápida elongación del rebrote de las especies forrajeras, especialmente las gramíneas en la época de lluvia, la participación de los constituyentes de la pared celular es mayor y, consecuentemente, la concentración de proteína es menor. Este hecho guarda relación con el presente trabajo, donde en la época de lluvias fueron registrados los mayores contenidos de PC (23,88 %) en relación a la época seca (25,22 %) con FDN de 39,98 % y 36,06 % para época de lluvias y de seca, respectivamente.

La DMS de la alfalfa (Tabla 1) fue diferente entre distritos ($p = 0,0273$) y entre épocas ($p = 0,0001$), sin interacción entre estos factores ($p = 0,0674$).

Considerando que el valor nutritivo de un alimento puede ser evaluado por su digestibilidad y sus contenidos de PC y FDN (21), en el presente estudio fueron obtenidas correlaciones entre DMS - PC [$r = 0,31$, $p < 0,1$] y DMS - FDN [$r = - 0,67$, $p < 0,01$], demostrando la importancia de estas asociaciones en el estudio que incluye la alimentación de rumiantes.

Existió efecto del distrito ($p = 0,0062$), época ($p = 0,0001$) e interacción entre estos factores ($p = 0,0031$) sobre los valores del CMS. En cuatro de los trece distritos estudiados, el CMS se incrementó en la época seca en relación a la época de lluvias ($p > 0,05$) y en los demás distritos no se observaron diferencias entre épocas.

El CMS de la alfalfa osciló entre 2,81% de PV (Colcabamba) a 3,72 % de PV (Acostambo) (Tabla 2), admitiéndose que el CMS entre 2,75 y 4,00 % de PV son los valores representativos de una pastura joven de alta calidad (22). Con esto se puede afirmar que las pasturas de alfalfa de los distritos evaluados corresponderían a este grupo de forraje. Considerando el CMS medio de 3,22 % de PV del animal de los distritos en estudio, una vaca de 600 kg de PV consumiría 19,32 kg de MS/día.

En condiciones tropicales, el máximo consumo de MS que se obtiene es de 2,8 % del PV con pasturas nuevas y bien manejadas (23). En el presente trabajo se observó una correlación negativa alta [$r = - 0,96$, $p < 0,01$] entre el CMS % del PV - de FDN de la alfalfa. En la época de lluvias la media de FDN (39,98 %) fue mayor ($p < 0,05$) en relación a la época seca (36,06 %) con CMS de 3,04 %PV y 3,41 %PV, respectivamente. La concentración de FDN en las especies forrajeras, especialmente en las gramíneas, es mayor en el tallo en relación a las hojas, así como puede notarse la rápida elongación del rebrote den la época de lluvias (20). Esto permite que la FDN sea mayor y que, posiblemente, haya ocurrido con la alfalfa en el presente estudio, pudiendo haber afectado negativamente el CMS, y consecuentemente la DMS.

El CMS de la alfalfa osciló entre 2,81% de PV (Colcabamba) a 3,72 % de PV (Acostambo). Admitiéndose que el CMS entre 2,75 y 4,00 % de PV

son los valores representativos de una pastura inmadura de alta calidad (24), se puede afirmar que las pasturas de alfalfa de los distritos en estudio son de excelente calidad.

Existió efecto de distrito, época del año e interacción entre estos factores ($p < 0,01$) sobre los valores de NDT. En Pomacocha, Rosario, Laria y Acostambo los valores energéticos fueron mayores en la época seca en relación al periodo de las lluvias. De los trece distritos en estudio en nueve no se observaron diferencias significativas entre épocas ($p > 0,05$).

Fueron establecidos valores energéticos entre 60 y 75 % de NDT para pasturas de calidad media (23). En el presente estudio fueron obtenidos valores energéticos de la alfalfa entre 65,95 % (Colcabamba) y 69,76 % (Acostambo) de NDT, con una media de 67,93 % de NDT para todos los distritos muestreados (Tabla 2). De acuerdo a este parámetro se puede considerar a la alfalfa como forraje aceptable para la nutrición de vacas lecheras. En condiciones tropicales, las especies forrajeras raramente sobrepasan niveles de 60 % de NDT, donde los índices de consumo varían de 2,0 % a 2,5 % del PV (24).

Considerando que una vaca de 600 kg de PV consumiría/día 19,32 kg de MS de la alfalfa, con el consumo equivalente de 13,12 kg de NDT, para satisfacer las necesidades energéticas de mantenimiento (9), posibilitaría la producción 27,58 kg de leche/día.

Hubo diferencia en ED de la alfalfa entre distritos, épocas e interacción entre estos factores ($p < 0,01$). En cuatro de los trece distritos en estudio los valores de ED se incrementaron ($p < 0,05$) en la época seca en relación al de lluvias. En los otros distritos no se observaron diferencias significativas entre épocas ($p > 0,05$), clasificándolos a estos como de pequeña variación.

Considerándose que la ED de 2,76 Mcal/kg de MS, como el valor representativo de la energía media de una pastura de calidad mediana (23), se puede inferir que las pasturas de alfalfa de los distritos Daniel Hernández, Huaytara, Acoria, Huando, Laria y Acostambo están encima de la media, clasificándolas dentro de las pasturas en crecimiento de alta calidad por aproximarse al valor de 3,10 Mcal/kg de MS de

ED. La alfalfa de los otros distritos se clasifica como pasturas de mediana calidad, pues, sobrepasan el valor medio de 2,76 Mcal/kg de MS.

El índice del valor forrajero (IVF) tubo diferencias en entre distritos ($p = 0,0081$), épocas ($p = 0,0001$) y para su interacción ($p = 0,0027$). En Pomacocha, Rosario, Laria, Cusicancha y Acostambo los valores del IVF fueron mayores ($p < 0,05$) en la época seca en relación a la de lluvias y en los ocho distritos restantes no se observaron diferencias ($p > 0,05$) entre épocas (Tabla 1). Los coeficientes de correlación (r) entre los niveles de IVF con la DMS, el CMS y la ED fueron 0,76, 0,97 y 0,97 ($p < 0,01$), respectivamente.

A la alfalfa procedente de Acostambo correspondió el mayor IVF (194,02) y el menor a Colcabamba (137,50) y pueden ser considerados, por los parámetros sugeridos como forrajes de buena calidad (14).

CONCLUSIONES

La alfalfa (*Medicago sativa*) es un alimento rico en PC, NDT y ED, así como por su consumo de MS en climas altoandinos.

No es necesario la suplementación proteica cuando este insumo está presente en la dieta para vacas en lactación en épocas de lluvia o seca del año.

Los valores del índice del valor forrajero para Alfalfa (*Medicago sativa*) fueron altos en los diferentes distritos y épocas, lo que permite considerarla como especie forrajera de buena calidad; lo que podría posibilitar la producción de 18 kg de leche con consumo de 15 kg de MS, equivalente a 10,19 kg de NDT en vacas de 600 kg de PV.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al financiamiento con recurso del fondo de desarrollo socioeconómico del proyecto de Camisea-FOCAM por el apoyo brindado en la realización del Proyecto Generación y evaluación de un sistema computarizado en formulación de raciones al mínimo costo para ganado lechero en la provincia de Huaytara, Acobamba, Tayacaja y Huancavelica de la región Huancavelica. Perú. A las autoridades, al personal administrativo de la Universidad Nacional de Huancavelica-Perú y a los

ganaderos dedicados a la crianza de ganado bovino lechero de las distintos distritos y provincias de la región Huancavelica-Perú por su apoyo en brindar muestras de cultivos de alfalfa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvim M, Moojen E. Efeitos de fontes e níveis de nitrogênio e práticas de manejo sobre a produção e qualidade da forragem de azevém anual. *Rev Soc Bras Zootec (Br)*. 1984;13(2):243-53.
2. Flores A. Producción y utilización de los pastizales altoandinos del Perú. *Red Pastizales Andin REPAAN (Perú)*. 1993;202.
3. Merino Trujillo K, Valderrama Pomé AA. Fasciola hepática en bovinos del valle interandino de Aymaraes (Perú): identificación de factores asociados. *Rev Med Vet (Br)* 2017;12(34):137.
4. Anslow RC, Green JO. The seasonal growth of pasture grasses. *J Agric Sci (UK)*. 1967;68(01):109.
5. Gomide CA de M, Paciullo DSC, Morenz MJF, Deresz F, Lopes FCF. Potencial das forrageiras tropicais para a produção de leite a pasto. *CEPLAC (Br)* 2012;33(266):80-91.
6. Santamaría J, Núñez G, Medina G, Ruiz JA. Potencial productivo de la alfalfa en México. In: Producción y utilización de la alfalfa en la zona norte de México [Internet]. 2000. p. 109. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/1938/produccionyutilizaciondelaalfalfaenlazonanortedemexico.pdf?sequence=1>
7. Jumah HF, Poulton BR, Apgar WP. Energy and Protein Utilization During Lactation. *J Dairy Sci*. 1965 Sep;48(9):1210-4.
8. Quispe EC, Alfonso L, Flores A, Guillén H, Ramos Y. Bases para un programa de mejora de alpacas en la región altoandina de Huancavelica-Perú. *Arch Zootec (Perú)*. 2009 Dec; 58(224):705-16.
9. NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press; 1989. 172 p.
10. Lagares P, Puerto P. Población y muestra. Técnicas de muestreo [Internet]. Universidad de Sevilla; 2001 [cited 2018 Apr 10]. Disponible en: http://optimierung.mathematik.uni-kl.de/mamaesch/veroeffentlichungen/ver_texte/samplimg_es.pdf
11. AOAC. AOAC: Official Methods of Analysis (Volume 1). Vol. 15. Arlington, Virginia - USA: Association of official analytical chemists. INC.; 1990.
12. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J Dairy Sci*. 1991 Oct 1;74(10):3583-97.
13. Cappelle ER, Valadares Filho S de C, Silva JFC da, Cecon PR. Estimativas do valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. *Rev Bras Zootec*. 2001 Dec;30(6):1837-56.
14. Teixeira DJC, de Andrade GA. Carbohidratos na alimentação de ruminantes. In: Simpósio de forragicultura e pastagens. Lavras: UFLA/FAEPE; 2000. p. 165-210.
15. Andrade I. Produção e composição química de leguminosas forrageiras tropicais cultivadas no cerrado. *Rev Soc Bras Zootec*. 1981;10(1):103-22.
16. Urbano D, Dávila C. Evaluación del rendimiento y composición química de once variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) bajo corte en la zona alta del estado Mérida, Venezuela. *Rev Fac Agron. (Ven)*. 2003;20(1):97-107.
17. Vázquez-Vázquez C, García-Hernández JL, Salazar-Sosa E, Murillo-Amador B, Orona-Castillo I, Zúñiga-Tarango R, et al. Rendimiento y valor nutritivo de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con diferentes dosis de estiércol bovino. *Rev Mex Cienc Pecu (Mex)*. 2010;10.
18. MILFORD R, MINSON D. Intake of tropical pasture species. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS. São Paulo: Secretaria de Agricultura; 1965. p. 15-22.
19. Lana R de P. Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades. *UFV*; 2005. 344 p.
20. Brito CJFA de, Rodella RA, Deschamps FC. Perfil químico da parede celular e suas implicações na digestibilidade de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*. *Rev Bras Zootec (BR)*. 2003 Dec;32(6 suppl 2):1835-44.
21. Mertens DR. Regulation of Forage Intake. In: Forage Quality, Evaluation, and Utilization [Internet]. Madison, WI: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America; 1994. p. 450-93. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2134/1994.foragequality.c11>
22. Moraes EHBK de, Moraes KAK de, Couto VRM, Figueiredo DM de, Paulino MF, Filho V, et al. Exigências de proteína de bovinos anelados em pastejo. 2009 Mar 17. [Internet]. [cited 2018 Apr 10]; Disponible en: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/15558>
23. Damasceno JC, Santos G dos, Côrtes C, Rego F de A. Aspectos da alimentação da vaca leiteira. In: Sul-leite simpósio sobre sustentabilidade da pecuaria leiteira na região sul do Brasil. Toledo: UEM; 2002. p. 21.
24. Da Silva EA, Fernandes L de O, Ruas JRM, Ferreira JJ, Ribeiro SHA, Ferreira MBD. Informe Agropecuário 243-Gir Leiteiro (2008). 2008;29(243):91-100.