

Efecto de la edad de rebrote en la degradación ruminal del pisonay (*Erythrina* sp) en el valle interandino de Abancay

Effect of regrowth age the ruminal degradation of pisonay (*Erythrina* sp) in Andean valley of Abancay

Hubert Choque Durand^{1*}, Arturo Huaita Patiño²,
Ludwing Angel Cárdenas Villanueva², Ruth Ramos Zuñiga³

¹ Municipalidad Distrital de Ancohuayllo, Apurímac, Perú ² Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, de Universidad Nacional Micaela Bastidas, Apurímac, Perú

³ Programa Regional de Apoyo al Desarrollo Rural Andino, Puno, Perú

*Autor de correspondencia, e-mail: car-vet@hotmail.com

ARTÍCULO ORIGINAL

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido 01-11-2017
Aceptado 31-03-2018
On line: 27-04-2018

PALABRAS CLAVES:

nutrientes,
hojas,
peciolos,
bovinos.

RESUMEN

En el valle interandino de Abancay se utiliza el pisonay (*Erythrina* sp) como forraje verde para suplemento en época seca. Se evaluó la composición química, degradabilidad ruminal y parámetros de la cinética ruminal de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa (HEM) y celulosa (CEL) en 120 y 365 días de rebrote del pisonay. Se utilizó una vaca Holstein en seca de 5 años, con un peso vivo de 600 kg y cánula ruminal permanente. Se incubó 5 g de cada edad de rebrote/bolsa de nylon a las 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas. Los parámetros de la cinética ruminal se determinaron con el procedimiento RUMENAL, función SOLVER. La composición nutricional a los 120 días fue mayor en la PC, FDA y CEL y a los 365 días la MS, FDN y HEM. La MS, FDN y FDA a los 120 días de rebrote fue superior con respecto a los 365 días en la fracción degradable y degradabilidad efectiva ($P \leq 0.05$). La PC a los 120 días de rebrote fue superior en la fracción soluble, tasa de degradación y degradabilidad efectiva ($P \leq 0.05$). La MS y HEM a los 365 días de rebrote fue superior en la fracción soluble ($P \leq 0.05$). La tasa de degradación de la MS, FDA y CEL para ambas edades fue similar ($P \geq 0.05$). La HEM y CEL a los 120 días fue mayor en la fracción degradable ($P \leq 0.05$) y para ambas edades la degradabilidad efectiva fue similar ($P \geq 0.05$).

ORIGINAL ARTICLE

ARTICLE INFORMATION

Received 01-11-2017
Accepted 31-03-2018
On line: 27-04-2018

KEY WORDS:

nutrients,
leaves,
petiole,
bovines.

ABSTRACT

Andean valley of Abancay is used the pisonay (*Erythrina* sp) as green fodder to supplement in the dry season. It was evaluated the chemical composition, ruminal degradability and parameters ruminal kinetics of dry mater (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), hemicellulose (HEM) and cellulose (CEL) at 120 and 365 days regrowth of the pisonay. A 5-year Holstein dry cow was used, with a live weight of 600 kg and permanent ruminal cannula. Samples of 5 g of each age of regrowth / nylon bag were incubated at 0, 3, 6, 12, 24 and 48 hours. The parameters of the ruminal kinetics were determined using the RUMENAL procedure, SOLVER function. The nutritional composition at 120 days was higher in the CP, FDA and CEL and at 365 days the DM, NDF and HEM. DM, NDF and ADF at 120 days of regrowth were higher than 365 days in the degradable fraction and effective degradability ($P \leq 0.05$). CP at 120 days of regrowth was higher soluble fraction, degradation rate and effective degradability ($P \leq 0.05$). DM and HEM at 365 days of regrowth was higher soluble fraction ($P \leq 0.05$). Degradation rate DM, ADF and CEL for both ages was similar ($P \geq 0.05$). HEM and CEL at 120 days was higher in the degradable fraction ($P \leq 0.05$) and for both ages effective degradability was similar ($P \geq 0.05$).

INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras arbustivas y arbóreas tienen gran potencial para mejorar los sistemas de producción animal, se ha reportado un rendimiento de forraje mayor que las leguminosas herbáceas (Russo y Budowski, 1986, Alvarado et al., 2007, Cordoví et al., 2013, Valarezo y Ochoa, 2013); toleran mejor el mal manejo y tienen la capacidad de rebrotar y ofrecer forraje de buena calidad en localidades con sequías prolongadas. Tienen las siguientes ventajas: disponibilidad en las granjas, accesibilidad, proporcionan variedad a la dieta, influencia laxativa en el tracto digestivo, reducen costos de alimentación, y son fuente de nitrógeno, energía, minerales y vitaminas (Urbano y Dávila, 2005).

El follaje de árboles y arbustos tropicales, como las hojas de la *Leucaena Leucocephala* desde el punto de vista del contenido de N y la degradabilidad de esta fracción, muestran el mayor potencial como suplemento de proteína degradable dentro del rumen, con respecto a la *Moringa oleifera*, *Morus alba* y *Trichanthera gigantea* (Rodríguez, González, Alonso, Domínguez y Sarduy et al., 2014), además tiene nutrientes potenciales adecuados capaces de apoyar el crecimiento microbiano y, posteriormente, permitir un mayor rendimiento animal (Mohamed et al., 2015). Las hojas utilizadas como forraje de árboles no leguminosos mostraron un alto potencial como suplemento alimenticio para los animales rumiantes en el semiárido del norte de Nigeria, especialmente en términos de suministro de proteína cruda para la actividad microbiana efectiva en el rumen (Njidda, Olatunji y Raji, 2012).

La incorporación de follaje de especies de árboles multipropósito como la *Morus alba*, *Grewia optiva* y *Leucaena leucocephala* en la dieta de pequeños animales rumiantes como suplementos a gramíneas (*Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Cenchrus ciliaris* y *Syzygium nervosum*) de baja calidad asegurará nutrientes adicionales (Singh, Anele, Edmunds, y Südekum, 2014) que podrían integrarse en

sistemas de crianza de animales que tienen acceso a recursos forrajeros pobres y residuos de cosechas de baja calidad para pequeños propietarios, especialmente en la estación seca (Anele et al., 2009).

La ganadería en la sierra del Perú presenta una serie de limitantes forrajeras para la alimentación y nutrición de los rumiantes, por lo que se debe buscar nuevas especies forrajeras que permitan solucionar esta situación. La limitada disponibilidad y pobre calidad forrajera son los factores que más influyen en la producción de los rumiantes. Este problema se acentúa principalmente durante la época seca, donde resulta insuficiente cubrir los requerimientos alimenticios de los animales (Argel y Lascano, 1998).

En el grupo de las leguminosas arbustivas, pertenecientes al género de las *Erythrin*as existen algunas especies conocidas como *Erythrina* sp que es utilizada con mayor frecuencia como forraje y aunque catalogada de baja calidad y es aprovechada en sistemas indígenas de semisubsistencia con respecto a otras especies forrajeras (Shelton, 2000), la *Erythrina fusca* es utilizada como banco de proteína y energía (Ramírez, 2002) o la *Erythrina variagata* que puede promoverse como alimento único o complementario para los rumiantes, especialmente en sistemas de pastoreo libre con pastos pobres (Kongmanila, Bertilsson, Ledin y Wredle, 2012). La *Erythrina americana* en sus hojas, tallos y peciolo (follaje) en las estaciones secas y lluviosas, reportan materia seca de 27.1 y 24.1%, proteína cruda 23.2 y 22.6%, fibra detergente neutra 52.4 y 58.1% y la fibra detergente ácida 28.1 y 34.3% respectivamente (Ascencio, Valles, Castillo y Ibrahim, 2018). Los productores del distrito de Tamburco (47.8%) utilizan forrajes en la alimentación animal y está representado en su mayor proporción por alfalfa (*Medicago sativa*), chala de maíz (*Zea mays*), rye grass (*Lolium perenne*) y en menor proporción de trébol (*Trifolium repens* y *T. pratense*) y pisonay (*Erythrina* sp), este último forraje se cosecha anualmente para mitigar la falta de forraje en épocas de seca (Quispe, 2009).

Las leguminosas arbustivas destinadas para forraje son de buena calidad proteica, por lo que los criadores

de ganado vacuno lechero, ganado caprino y de animales menores (cuyes) las utilizan como principal forraje verde para suplemento en la época seca, para mejorar el consumo y utilización de alimentos voluminosos, en base al conocimiento tradicional. El objetivo fue determinar la composición nutricional, degradabilidad ruminal y los parámetros de la cinética ruminal *in situ* del forraje de pisonay (*Erythrina sp*) a los 120 y 365 días de rebrote.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de colección de muestra

Las muestras de pisonay (*Erythrina sp*) fueron colectadas de una misma parcela ubicada en el sector de Moccospampa distrito de Tamburco. Geográficamente, está localizada 13°37'29" de latitud Sur y 72°52'01" de longitud Oeste a una altitud de 2880 msnm, con un rango de temperatura de 11.7-23.8°C, una humedad relativa de 62.7% y una precipitación pluvial media de 595.6 mm; y el trabajo de la degradabilidad ruminal *in situ* fue complementada en el Centro Experimental Huasacache localizado en el Municipio de Jacobo Hunter región Arequipa.

Muestras de pisonay

Las muestras se recogieron durante la época de seca, junio de 2013. Se tomaron al azar seis árboles de pisonay, normalmente utilizados y cosechados para la alimentación de los animales. Para cada edad rebrote (120 y 365 días) se cosecharon tres árboles de pisonay, las muestras fueron una mezcla de hojas y peciolo de la parte basal, media y apical de cada árbol. El forraje cosechado se integró para formar una muestra compuesta con tres repeticiones cada una de 500 g. El material cosechado fue secado durante 48 h en estufa a 55 °C, se molió a 2 mm para determinar la composición nutricional y la degradabilidad ruminal *in situ*.

Animales

Se utilizó una vaca de la raza Holstein en seca en condiciones de estabulación bajo sombra, con un

peso vivo de 600 kg y una edad aproximada de 5 años, provista de una cánula ruminal permanente. En el periodo de acostumbamiento de 7 días se le ofreció una dieta de mantenimiento conformada por heno de alfalfa y en la etapa experimental se continuó con la misma dieta. El agua estuvo disponible a voluntad.

Análisis nutricional

Se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Alimentación Animal de la Universidad Católica Santa María de Arequipa. El análisis de la materia seca (MS) y proteína cruda (PC) fue mediante el análisis químico proximal Wende (AOAC, 1990). La determinación de la fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina detergente ácido (LDA), el contenido de celulosa (CEL) se realizó por diferencia entre la FDA-LDA y para hemicelulosa (HEM) por diferencia entre FDN – FDA (Van Soest et al., 1991).

Análisis de la degradabilidad ruminal

La degradabilidad se estimó mediante el procedimiento de incubación en bolsas de nylon en el rumen (Orskov et al., 1980). Se incubaron 5 g de forraje molido por bolsa de Dacrón (12 x 6cm; 52um tamaño de poro) por días de rebrote/tiempo de incubación en el rumen. Para estimar la degradabilidad de la MS, PC, FDN y FDA se consideró un total de tres repeticiones por cada día de rebrote a las 0, 3, 6, 12, 24 y 48 horas de incubación, cada bolsa se introdujo en el saco caudo ventral del rumen, en orden inverso a las horas de incubación, atadas con un cordón de nylon a la cánula ruminal. La tasa de degradación a las 0 horas de incubación se evaluó por inmersión de las bolsas en agua a 40°C. En el tiempo previsto de 48 horas, las bolsas se removieron del rumen e inmediatamente se lavaron en abundante agua fría. El material residual se pesó después de ser secadas a 105 °C. Para estimar la degradabilidad de la MS, PC, FDN, FDA, HEM y CEL se utilizó la siguiente fórmula (Roa y Muñoz, 2012, Njidda et al., 2012, Cárdenas et al., 2016, Boschini y Chacón, 2017):

$$\% \text{ DEG} = \left[\frac{\text{Cantidad inicial (g)} - \text{Cantidad residual (g)}}{\text{Cantidad inicial (g)}} \right] \times 100$$

Análisis de la cinética ruminal

Para la estimación matemática de la cinética de degradación ruminal se utilizó el siguiente modelo exponencial (Orskov y McDonald, 1979):

$$P = a + b (1 - e^{-ct})$$

Donde:

P = porcentaje de degradación a tiempo t,

a = fracción soluble que se obtiene por lavado de las bolsas a la hora cero. Esta fracción se considera cero para la parte fibrosa, puesto que la fibra no se solubiliza por lavado,

b = fracción insoluble pero potencialmente degradable,

c = tasa de degradación de b,

e = logaritmo neperiano,

t = tiempo de incubación.

Para estimar la degradabilidad efectiva de los componentes nutricionales se utilizó el modelo de Orskov y McDonald (1979):

$$DE = a + [(b \times c)/(c + k)]$$

Donde:

DE = degradabilidad efectiva a tiempo t,

a = fracción soluble (%),

b = fracción insoluble pero potencialmente degradable (%),

c = tasa de degradación (% h⁻¹),

k = tasa de flujo ruminal de pequeñas partículas (0.06 h)

Procesamiento y análisis de datos

Para la composición nutricional, degradabilidad ruminal y los parámetros de la cinética ruminal se determinó la desviación estándar de las observaciones con respecto a la media. Los parámetros de la cinética ruminal para cada edad de rebrote se hallaron con el procedimiento RUMENAL con la función SOLVER en la hoja de cálculo Microsoft Excel (Correa, 2004). Los datos obtenidos de la degradabilidad ruminal y los parámetros de la cinética ruminal fueron analizados a

través de un experimento factorial, además, se realizó el estudio de los efectos simples para cada hora de incubación y parámetros estimados, con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS

La composición química obtenida en la *Erythrina sp* conocida comúnmente como pisonay a los 120 y 365 días de rebrote se observa en la Tabla 1. La MS a los 365 días de rebrote fue mayor en 3.9% y la PC a los 365 días de rebrote es menor en 6.0% con respecto a los 120 días. La FDN es similar en ambos días de rebrote, la FDA y CEL a los 120 días de rebrote es mayor en 2.1% y 2.3% respectivamente con respecto a los 365 días y la HEM fue mayor en 2.9% a los 365 días con respecto a los 120 días de rebrote.

Tabla 1

Composición nutricional de hojas y peciolo de pisonay

Edad de rebrote (días)	Componente (% MS)					
	MS	PC	FDN	FDA	HEM	CEL
120	24.2±1.8	26.1±1.5	57.7±1.20	34.7±1.29	23.0±0.97	25.5±1.10
365	28.1±2.7	20.1±0.8	58.6±1.25	32.6±1.72	25.9±1.39	23.2±1.61

MS = Materia seca; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; HEM = Hemicelulosa; CEL = Celulosa

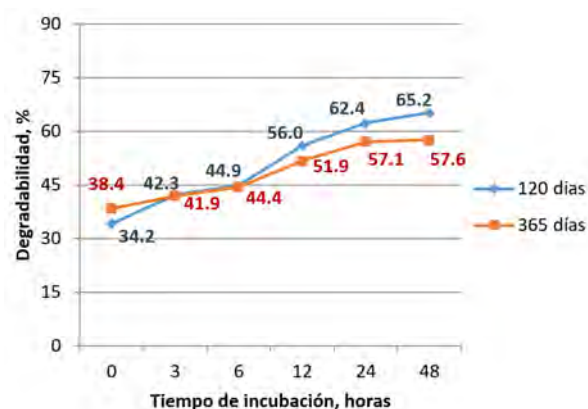


Figura 1. Degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) a los 120 y 365 días.

La degradabilidad ruminal de la PC en hojas y peciolo del pisonay para cada edad de rebrote se observa en la Figura 2, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las 0, 12, 24 y 48 horas ($P \leq 0.05$), a los 120 días de rebrote la degradabilidad a las 0 horas fue menor en 4.2% con respecto a los 365 días y fue superior a las 12, 24 y 48 horas en 4.1, 5.3 y 7.6% respectivamente. La degradabilidad ruminal a las 3 y 6 horas fue similar en ambos días de rebrote ($P \geq 0.05$).

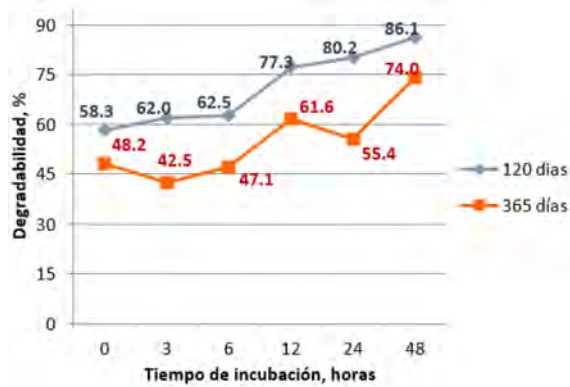


Figura 2. Degradabilidad ruminal de la proteína cruda (PC) a los 120 y 365 días

La degradabilidad ruminal de la FDN en hojas y peciolo del pisonay se observa en la Figura 3, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las 0 y 48 horas ($P \leq 0.05$), a los 120 días de rebrote la degradabilidad a las 0 horas fue menor en 7.6% con respecto a los 365 días y fue superior a las 48 horas en 3.9%. La degradabilidad ruminal a las 3, 6, 12 y 24 horas fue similar en ambos días de rebrote ($P \geq 0.05$).

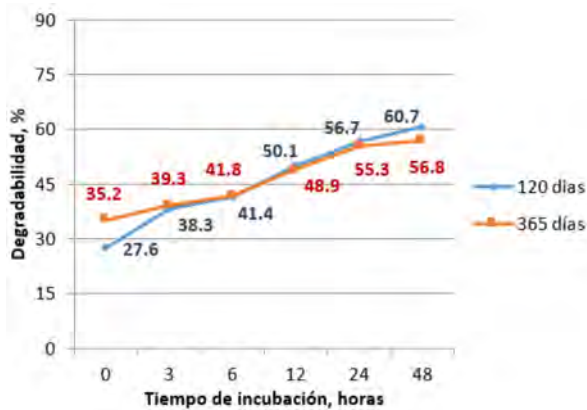


Figura 3. Degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro (FDN) a los 120 y 365 días.

Además como se observa en la Figura 4, existe una mayor degradabilidad significativa a los 120 días de rebrote ($P \leq 0.05$) entre las 12 y 48 horas con respecto a los 365 días, así mismo la degradabilidad de la FDA entre las 0 y 6 horas fue similar ($P \geq 0.05$) en ambos días de rebrote.

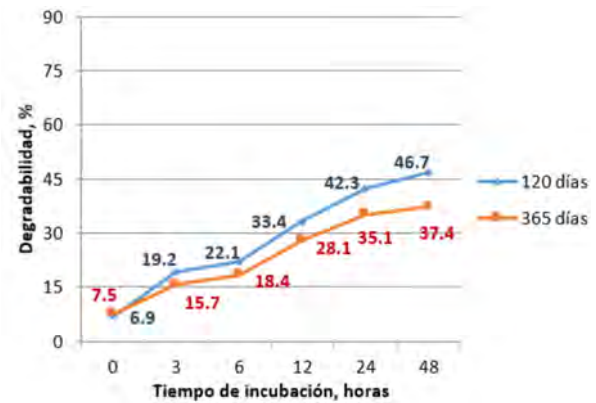


Figura 4. Degradabilidad ruminal de la fibra detergente ácido (FDA) a los 120 y 365 días.

En la Figura 5 se observa una diferencia significativa ($P \leq 0.05$) a las 0, 3 y 48 horas de degradación ruminal de la HEM para los 120 y 365 días de rebrote. La degradabilidad de la HEM a las 0 y 3 horas fue menor en 10.3% y 2.3% respectivamente con relación a los 365 días; en los 120 días de rebrote a las 48 horas de incubación existe una mayor degradabilidad en 1.5% con respecto a los 365 días. La degradabilidad a las 6, 12 y 24 horas fue similar en ambos días de rebrote ($P \geq 0.05$).

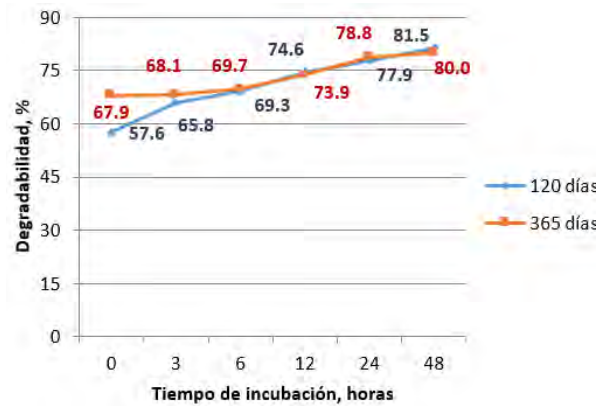


Figura 5. Degradabilidad ruminal de la hemicelulosa (HEM) a los 120 y 365 días.

La degradabilidad de la CEL de hojas y peciolo del pisonay se observa en la Figura 6, donde existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre días de rebrote a las 0, 12, 24 y 48 horas de incubación, así mismo no existe significancia ($P \geq 0.05$) entre las 3 y 6 horas en ambos días de rebrote.

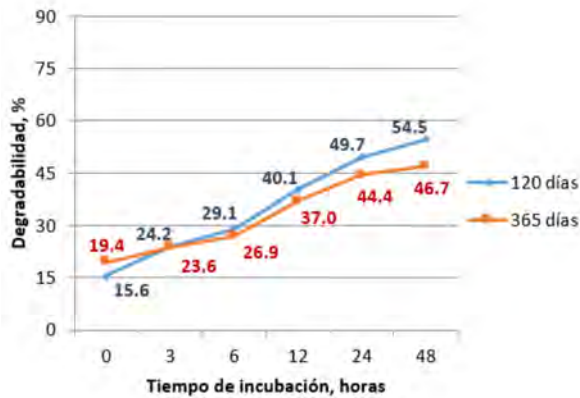


Figura 6. Degradabilidad ruminal de la celulosa (CEL) a los 120 y 365 días.

Los parámetros de la cinética ruminal en hojas y peciolo del pisonay se observan en la Tabla 2. En la MS la fracción soluble (a) a los 365 días de rebrote fue superior en 3.3% con respecto a los 120 días de rebrote, los niveles obtenidos demuestran una diferencia significativa ($P \leq 0.05$). La fracción insoluble potencialmente degradable (b) a los 120 días de rebrote es superior en 10.5% con respecto a los 365 días de rebrote ($P \leq 0.01$). La tasa de degradación en ambos días de rebrote son similares estadísticamente ($P \geq 0.05$). La degradabilidad efectiva, según los días de rebrote presentan diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$), a los 120 días fue superior en 3.1% con respecto a los 365 días.

Tabla 2

Parámetros de la cinética ruminal y degradabilidad efectiva en hojas y peciolo de pisonay en dos edades de rebrote.

Componente	Edad de rebrote (días)	Parámetros de la cinética ruminal			Degradabilidad efectiva (%)
		a, %	b, %	c, %/h	
MS	120	34.3±1.1	31.8±0.46	8.6±0.005	53.0±0.29
	365	37.6±1.0	21.3±1.34	8.1±0.007	49.9±0.20
		*	**	NS	**
PC	120	56.9±0.25	30.9±1.08	6.3±0.004	72.7±1.29
	365	42.6±0.29	29.5±2.72	4.7±0.006	55.5±0.52
		**	NS	*	**
FDN	120	0.00	39.4±0.90	9.4±0.39	19.6±0.26
	365	0.00	23.5±0.87	7.5±0.48	13.0±1.21
			**	**	**
FDA	120	0.00	39.4±0.10	8.8±0.12	23.5±1.04
	365	0.00	30.7±1.18	8.5±0.72	18.1±1.30
			**	NS	**
HEM	120	57.0±2.3	23.0±1.10	14.6±5.2	73.0±0.28
	365	66.5±0.42	14.6±1.14	5.6±0.58	73.5±0.54
		**	**	*	NS
CEL	120	0.00	38.1±4.00	8.2±1.08	39.1±2.00
	365	0.00	34.4±0.27	6.9±1.07	35.9±1.91
			*	NS	NS

a = Fracción soluble; b = Fracción degradable; c = Tasa de degradación (%/hora). MS = Materia seca; PC = Proteína cruda; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; HEM = Hemicelulosa; CEL = Celulosa. * $p \leq .05$. ** $p \leq .01$. NS = No significativo

Con respecto a la PC, la fracción soluble a los 120 días es significativamente superior en 10.3% con respecto a los 365 días ($P \leq 0.01$). La fracción degradable (b) de la PC son similares estadísticamente ($P \geq 0.05$). La tasa de degradación a los 120 días fue superior en 1.6% con respecto a los 365 días de rebrote ($P \leq 0.05$) y la mayor degradabilidad efectiva ocurre a los 120 días de rebrote que es significativamente superior en 17.2% con respecto a los 365 días ($P \leq 0.01$).

La fracción degradable de la FDN a los 120 días de rebrote fue superior en 15.9% con respecto a los 365 días de rebrote ($P \leq 0.01$). La tasa de degradación y la degradabilidad efectiva es significativamente superior a los 120 días de rebrote en 1.9%/h y 6.6%, respectivamente al ser comparados con los 365 días ($P \leq 0.01$).

La fracción degradable y la degradabilidad efectiva de la FDA a los 120 días de rebrote es

significativamente superior al ser comparados con los 365 días ($P \leq 0.01$) y la tasa de degradación en ambos días de rebrote son similares estadísticamente ($P \geq 0.05$).

La fracción soluble de la HEM fue 57.0% a los 120 días de rebrote y se incrementa a 66.5% a los 365 días de edad ($P \leq 0.01$), la fracción insoluble potencialmente degradable fue 23.0 y 14.6% entre los 120 y 365 días de rebrote ($P \leq 0.01$) y se degradó a una velocidad de 14.6 y 5.6%/h, respectivamente ($P \leq 0.05$) y la degradabilidad efectiva en ambos días de rebrote son similares estadísticamente ($P \geq 0.05$).

La celulosa contenida en la FDA, presentó una fracción degradable distinta entre rebrotes, fue superior a los 120 días en 3.7% con respecto a los 365 días de edad ($P \leq 0.05$), la tasa de degradación y degradabilidad efectiva fue similar entre ambos días de rebrote ($P \geq 0.05$).

DISCUSIÓN

Los valores de la MS al ser comparados con otras especies del mismo género fue inferior al reportado por Roa y Muñoz (2012) quienes evaluaron la *Erythrina glauca* a los 90 días de rebrote (MS: $26.8 \pm 0.9\%$). Con respecto a los 120 días fue similar al obtenido en la *Erythrina sp* (Cárdenas et al., 2016) y *E. poeppigiana* (Benavides, 1998) que fueron evaluadas en zona húmedas, a su vez fue menor al comparar con la *Erythrina sp* que a los 365 días fue 31.7% (Ramos, 2009), y superior a valores hallados en la *Erythrina edulis* (Naranjo y Cuartas, 2011), *Erythrina variegata* (Alvear, Melo, Apráez, Gálvez y Insuasty, 2013), *Erythrina peruviana* (Valarezo y Ochoa, 2013) y *Erythrina subumbrans* (Vivasane y Preston, 2016) evaluadas en condiciones de bosques húmedos y amazónicos.

La PC encontrada fue superior a los resultados indicados por Roa y Muñoz (2012), Vivasane y Preston (2016) y en la *Erythrina brucei* (Yisehak y

Janssens, 2013); al comparar con los 120 días de rebrote resulta ser mayor a lo indicado por Cárdenas et al. (2016) y similar a los reportes de Naranjo y Cuartas (2011), Alvear et al. (2013) y también a lo hallado en *Erythrina goldmanii* (Pinto-Ruiz et al., 2010); a los 365 días de rebrote resulta ser inferior a los datos obtenidos por Ramos (2009), Valarezo y Ochoa (2013) y al hallado en la *Erythrina rubrinervia* (Fino, Muñoz y Roa, 2013). Esto indica que a mayor edad de rebrote se incrementa la cantidad de MS, las hojas y peciolo del forraje tendrán un menor contenido de humedad y mayor disponibilidad de MS y menor cantidad de PC. Este resultado sugiere que el forraje evaluado en cuanto a su composición química, podría ser considerado como recurso potencialmente utilizable en la suplementación de rumiantes, este comportamiento se observa en la *C. argentea* que entre las 6 a 15 semanas de edad se reduce el contenido de PC en la temporada de lluvias, en la temporada de invierno estos valores se mantuvieron estables, y por el contrario, en la temporada de secas el contenido de PC aumentó con la edad (Valles, Castillo, Ocaña y Jarillo, 2014).

La FDN hallada fue superior a los encontrados en la *Erythrina chiapasana* (u'kum), en dos épocas del año fue 53.5 y 37.9%, la FDA resultó ser similar (33.7 y 39.9%, respectivamente) y la HEM fue inferior (19.8%) (Jiménez et al., 2008), estas diferencias probablemente se deban a las condiciones medioambientales en especial a la época del año y de los días de rebrote (Valles et al., 2014).

Los reportes de FDN hallados en diferentes especies del género *Erythrina* (Ku et al., 1998, Medina et al., 2008; Suchitra y Wanapat, 2008, Pinto-Ruiz et al. 2010, Fino et al., 2013 y Yisehak y Janssens, 2013) son inferiores con respecto a los encontrados en el pisonay; lo mismo ocurre con relación a la *E. glauca* a los 90 días de rebrote (Roa y Muñoz, 2012), es similar a los valores hallados en la *E. abyssinica* (Larbi, Kurdi, Said y Hanson, 1996) y *E. berteriana* (Flores et al., 1998) y el pisonay en ambos días de rebrote

resultan ser inferiores a lo reportado por Benavides (1998) y Suárez, Carulla y Velásquez (2008). Por otro lado, la FDA en el pisonay en ambos días de rebrote resultan ser menores (Benavides, 1998, Flores et al., 1998 y Suárez et al., 2008) y similar con respecto a la *E. abyssinica* y *E. brucei* (Yisehak y Janssens, 2013). La HEM fue menor y la CEL similar a los reportes de Larbi et al. (1996).

Si al comparar con las características bromatológicas en las hojas y peciolo de la *Erythrina sp* (pisonay) llevado a cabo en el valle interandino de Abancay a 120 días de edad de corte, se reporta valores similares de FDN, FDA, HEM y CEL (57.7, 35.9, 24.5 y 21.8%) (Cárdenas, Bautista, Zegarra y Ramos, 2013); esta similitud se debe probablemente a que fueron cosechadas en la misma época del año. La composición nutricional con énfasis en la fibra realizada en el valle interandino de Abancay nos indicaría que hay una mayor palatabilidad y consumo del forraje y se demostró que a mayor edad de rebrote se incrementa la FDN, además que son diferentes con lo reportado en otras especies del mismo género, esto demuestra que también la composición química de los forrajes tropicales está fuertemente afectada por las condiciones ambientales y por la calidad de los suelos (fundamentalmente deficientes en nitrógeno). También afectan la calidad nutritiva, los altos contenidos de pared celular y los bajos de carbohidratos solubles (Naranjo y Cuartas, 2011). El contenido de FDN, FDA y Lig (Lignina) aumentaron en la temporada de lluvias, la FDA y Lig no siguieron el crecimiento esperado con el patrón de edad de rebrote pero en las leguminosas este efecto no es muy claro (Valles et al., 2014).

La degradabilidad ruminal *in situ* de la MS del pisonay para ambos días de rebrote fue superior a las 24 y 48 horas con respecto a la *E. glauca* y *E. poeppigiana*, la degradabilidad en promedio fue 42.5% y 45.8% (Roa, Céspedes y Muñoz, 1999) y se observa el mismo comportamiento a los 120 días de rebrote. En machos cabríos la degradabilidad de la

PC a las 24 y 48 horas fue 40.0% y 41.2% respectivamente (Cárdenas, 2011) y fue similar con la *E. rubrinervia* (Fino et al., 2013). La degradabilidad *in situ* a las 24 horas de la *E. americana* en vacas (½ Simmental-¼ Holstein-¼ Cebú) para la MS y PC fue 56.31 y 77.3% respectivamente (Ascencio et al., 2018).

La degradabilidad *in situ* de la FDN del pisonay fue superior a las 24 y 48 horas con respecto a la *E. glauca* y *E. poeppigiana*, la degradabilidad fue 23.0% y 27.9% (Roa et al. 1999) y fue similar con la *E. rubrinervia* (Fino et al., 2013), a los 120 días de rebrote a las 24 y 48 horas fue 20.96 y 26.15% respectivamente (Cárdenas, 2011). La degradabilidad ruminal *in situ* en bovinos criollos a las 24 y 48 horas de la *E. glauca* para la FDN (21.6 y 36.8%) y FDA (32.7 y 40.4%) no fue significativa (Roa y Muñoz, 2012) estas diferencias probablemente se deben a la alimentación que fue en pastoreo continuo con braquiaria (*Brachiaria decumbens*) y nosotros utilizamos heno de alfalfa (*Medicago sativa*).

Además, a mayor tiempo de incubación existe una mayor degradabilidad a los 120 días de rebrote, y la degradabilidad en general de la CEL en ambos días de rebrote es menor a 50% a las 48 horas, a diferencia de la HEM que llega a un 80% al mismo tiempo de incubación; esto probablemente se deba a que la lignina se encuentra adherida a la CEL. La edad de rebrote influye en la lignificación y por lo tanto disminuye una menor degradación ruminal o aprovechamiento de los componentes nutricionales de las hojas y peciolos del pisonay. Herrera, Verdecia, Ramírez, García y Cruz (2017) mencionan que un menor contenido de metabolitos secundarios no influye en la digestibilidad de la PC por el efecto protector de los taninos, además que incrementaría la degradabilidad de la FDN, fracción fibrosa que aportaría mayor energía disponible. El menor contenido de FDN, mayor DisMS (degradabilidad *in situ* de la MS a las 48 h) y concentración de energía metabolizable, que implica un mayor aporte

nutricional; oferta valores significativos de energía (Gómez-Fuentes et al., 2017).

La fracción soluble de la MS, en ambos días de rebrote resultan ser inferior al compararlos con lo reportado por Suchitra y Wanapat (2008) y es superior al obtenido por Pinto-Ruiz et al. (2010), Naranjo y Cuartas (2011) y Ascencio et al. (2018), esta divergencia tiene relación con el incremento en la cantidad de MS por efecto de los días de rebrote. La fracción degradable a los 120 días es similar con lo reportado por Suchitra y Wanapat (2008) y con ambos días de rebrote resultan ser inferiores a lo indicado por Pinto-Ruiz et al. (2010) y Naranjo y Cuartas (2011), significa que a menor edad de las hojas y peciolas (follaje) hay una mayor utilización de la MS por parte de los microorganismos ruminales (mayor degradabilidad). La tasa de degradación al comparar con lo reportado por Suchitra y Wanapat (2008), Naranjo y Cuartas (2011) y Fino et al. (2013), nuestros resultados son superiores, esto nos indica que hay una gran variabilidad entre especies y podemos indicar que a mayor porcentaje de tasa de pasaje mayor consumo voluntario o ingestión de forrajes. La degradabilidad efectiva, al comparar con lo reportado por Suchitra y Wanapat (2008) con los días de rebrote resultan ser inferiores en 4%, esto demuestra que los microorganismos ruminales aprovechan de manera positiva los nutrientes del pisonay, la digestibilidad está relacionada con el grado de aprovechamiento y depende de la edad de corte (disminuye al aumentar los días de rebrote) (Valles et al., 2014, Herrera et al., 2017).

En la PC la fracción soluble y la tasa de degradación en ambos días de rebrote resultan ser mayor a lo obtenido por Naranjo y Cuartas (2011), podemos indicar que a menor edad de rebrote mayor valor eficiente de actividad microbiana en el rumen y una mayor edad de la planta incrementa la retención de los alimentos y por ende una mayor producción de N no proteico. La degradabilidad efectiva de la PC disminuye al incrementarse la edad de rebrote. Las

arbusculares forrajeras contienen taninos, cuando el nivel de taninos condensados es alto, disminuye la digestibilidad de la proteína y el consumo de forraje por parte de los animales (Barahona, Lascano, Cocran y Morrill, 1998).

La fracción degradable y la tasa de degradación de la FDN del pisonay al ser comparado con las evaluaciones realizadas en la *E. edulis* por Naranjo y Cuartas (2011) resultan ser menores. En un experimento con cabras, los parámetros de la cinética ruminal del pisonay (Cárdenas et al., 2013, Cárdenas et al., 2016) y de la morera (Zach, Trulls, Ortíz, Brem y Brem, 2017) resultaron ser inferiores, esta diferencia probablemente se debe a que cada especie animal posee un rumen con distinta población microbiana diferente o en mayor cantidad de bacterias, protozoarios y hongos. Forrajes con niveles menores al 50% de FDN que influye en el consumo de la MS y 30% de FDA que influye en la digestibilidad, como ocurre en la *L. leucocephala* (hojas), *E. cyclocarpum* (vaina) y *S. saman* (vaina) tienen efecto significativo en el incremento de la población microbiana de 1.32×10^9 a 1.69×10^9 ml^{-1} a las 72 h de incubación (Hernández et al., 2018).

CONCLUSIONES

La MS se incrementa por efecto de la edad de rebrote y la PC fue mayor a los 120 días de rebrote y la FDN fue similar en ambas edades. La degradabilidad ruminal en todos los componentes nutricionales disminuyó al incrementarse la edad de rebrote. Los parámetros de la cinética ruminal fueron significativamente afectados por la edad de rebrote. Estos resultados nos indican que las hojas y peciolas del pisonay utilizados a temprana edad tienen un adecuado potencial nutritivo para los microorganismos ruminales y su uso en la dieta para rumiantes como suplemento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, M.F., Rodríguez, J.C., y Cerrato, M. (2007). Concentración de carbono y nitrógeno a seis frecuencias de poda en *Gliricidia sepium* y *Erythrina sp*. *Tierra Tropical*, 3(2), 211-220. Recuperado de <http://tierratropical.org/es/editions/edition-3-2-2007/>
- Alvear, C.M., Melo, W., Apráez, J.E., Gálvez, A., e Insuasty, E.G. (2013). Especies arbóreas y arbustivas con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical del norte de Nariño y sur del Cauca. *Agroforestería neotropical*, 1(3), 37-46. Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/agroforesteria/article/view/320/289>
- Anele, U.Y., Arigbede, O.M., Südekum, K.-H., Oni, A.O., Jolaosho, A.O., Olanite, J.A.,... Akinola, O.B. (2009). Seasonal chemical composition, in vitro fermentation and in sacco dry matter degradation of four indigenous multipurpose tree species in Nigeria. *Animal Feed Science and Technology*, 154(1-2), 47-57. doi: 10.1016/j.anifeeds.2009.07.007
- Argel, P.J., y Lascano, C.E. (1998). *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. *Pasturas Tropicales*, 20(1), 37-43. Recuperado de http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/PAST2018.pdf
- Ascencio, L., Valles, B., Castillo, E., y Ibrahim, M. (2018). In situ ruminal degradation and effective degradation of foliage from six tree species during dry and rainy seasons in Veracruz, Mexico. *Agroforest Syst*, 1, 1-11: doi: 10.1007/s10457-018-0184-z
- Association of Official Analytical Chemists. (1990). *Official methods for analysis of the AOAC* (15th Ed.). Arlington Virginia, Estados Unidos: Association of Official Analytical Chemists, Inc.
- Barahona, R., Lascano, C.E., Cocran, R., y Morrill, J. (1998). Efecto del manejo poscosecha del forraje y la adición de polietilén glicol en la concentración y la astringencia de taninos condensados en leguminosas tropicales. *Pasturas tropicales*, 18(1), 41-46. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/262144833>
- Benavides, J.E. (abril a septiembre de 1998). Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En Sánchez, M.D., y Rosales, M. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Conferencia electrónica llevada a cabo por la FAO, Cali, Colombia. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/bnvdes23.pdf>
- Boschini, C., y Chacón, P. (2017). Degradabilidad ruminal de la alfalfa en la zona oriental del Valle Central de Costa Rica. *Agron. Mesoam.*, 28(3): 657-666. doi:10.15517/ma.v28i3.26216
- Cárdenas, L.A. (2011). *Digestibilidad in situ del pisonay (Erythrina sp) en cabras (Capra hircus)* (tesis de maestría). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Cárdenas, L.A., Bautista, J.L., Zegarra, J.L., y Ramos, R. (2013). Degradabilidad ruminal de la fibra del follaje pisonay (*Erythrina sp*). *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(1), 42-49. doi: 10.5209/rev_RCCV.2013.v7.n1.41687
- Cárdenas, L.A., Bautista, J.L., Zegarra, J.L., Ramos, R., Gómez, O.E., y Barreto, J.S. (2016). Degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de las hojas y peciolo del pisonay (*Erythrina falcata*). *Rev Inv Vet Perú*, 27(1), 39-44. doi: 10.15381/rivep.v27i1.11461
- Cordoví, E., Ray, J.V., Tamele, O., Nhantumbo, S., y Chimbambala, A. (2013). Caracterización de especies arbóreas y arbustivas forrajeras en clima semiárido del sur de Mozambique. *Pastos y Forrajes*, 36(4), 434-439. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269129935004.pdf>

- Correa, H.J. (2004). RUMENAL: procedimiento para estimar los parámetros de cinética ruminal mediante la función Solver de Microsoft Excel®. *Rev Col Cienc Pec*, 17(3), 250-254. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3241305>
- Fino, J.A., Muñoz, F., y Roa, M.L. (2013). Calidad nutricional y degradabilidad de tres especies de árboles forrajeros utilizando vacas fistuladas. *Rev Sist Prod Agroecol*, 4(1), 2-18. Recuperado de https://sistemasagroecologicos.co/images/revistas/2013_1/articulo_2.pdf
- Flores, O.I., Bolívar, D.M., Botero, J.A., y Ibrahim, M.A. (1998). Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de ruminantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development*, 10(1). Recuperado de <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/lrrd/lrrd10/1/cati101.htm>
- Gómez-Fuentes, T., González, C., López, S., Ku, C., Albor, C. de J., y Sangines, J.R. (2017). Dominancia, composición química-nutritiva de especies forrajeras y fitomasa potencial en una selva secundaria. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(4), 617-634. doi: 10.22231/asyd.v14i4.699
- Hernández, J., Sánchez, P., Torres, N., Herrera, J., Rojas, A.R., Reyes, I., y Mendoza, M.A. (2018). Composición química y degradaciones in vitro de vainas y hojas de leguminosas arbóreas del trópico seco de México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(1), 105-120. doi: 10.22319/rmcp.v9i1.4332
- Herrera, R.S., Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., García, M., y Cruz, A.M. (2017). Metabolitos secundarios de *Leucaena leucocephala*. Su relación con algunos elementos del clima, diferentes expresiones de digestibilidad y metabolitos primarios. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(1), 107-116. Recuperado de <http://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/690/741>
- Jiménez, G., López, M., Nahed, J., Ochoa, S., y De Jong, B. (2008). Árboles y arbustos forrajeros de la región norte-tzotzil de Chiapas, México. *Vet. Méx.*, 39(2), 199-213. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/vetmex/v39n2/v39n2a9.pdf>
- Kongmanila, D., Bertilsson, J., Ledin, I., y Wredle, E. (2012). Utilisation of some *Erythrina* species and biomass production of *Erythrina variegata*. *Livestock Research for Rural Development*, 24(8). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd24/8/daov24137.htm>
- Ku, J.C., Ramírez, L., Jiménez, G., Alayón, J.A., y Ramírez, L. (abril a septiembre de 1998). Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano. En Sánchez, M.D., y Rosales, M. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Conferencia electrónica llevada a cabo por la FAO, Cali, Colombia. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/ku10.PDF>
- Larbi, A., Kurdi, O. I., Said, A.N., y Hanson, J. (1996). Classification of *Erythrina* provenances by rumen degradation characteristics of dry matter and nitrogen. *Agroforestry Systems*, 33(2), 153-163. doi: 10.1007/BF00213647
- Medina, M.G., García, D.E., Cova, L.J., Soca, M., Domínguez, C.E., Baldizán, A., y Pizzani, P. (2008). Preferencia de rumiantes por el follaje de árboles, arbustos y herbáceas en la zona baja del estado Trujillo. *Zootecnia Trop.*, 26(3), 1-5. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/43564440>
- Mohamed, K.E., Salih, A.M., Zomrawi, W.B., Hamza, M.M., Elamin, K.M., y Dousa, B.M. (2015). The Effect of drying methods on

- chemical composition and digestibility of *Leucaena Leucocephala* leaves. *Global Journal of Animal Scientific Research*, 3(2), 419-422. Recuperado de <http://www.gjasr.com/index.php/GJASR/article/view/206/411>
- Naranjo, J.F., y Cuartas, C.A. (2011). Caracterización nutricional y de la cinética de degradación ruminal de algunos de los recursos forrajeros con potencial para la suplementación de rumiantes en el trópico alto de Colombia. *Rev CES Med Vet Zootec*, 6(1), 9-19. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cmvez/v6n1/v6n1a02.pdf>
- Njidda, A.A., Olatunji, E.A. y Raji, A.Y. (2012). Semi-arid browse forages: Their antinutritive substances and in sacco neutral detergent fibre and organic matter degradability. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 1(6), 21-30. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/439b/1cfcf67a452a57ab292ebc78ff1a0560f9d0.pdf>
- Ørskov, E.R., Hovell, F.D.B., y Mould, F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. *Trop. Animal Production*, 5(3), 195-213. Recuperado de http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/tap53/53_1.pdf
- Ørskov, E.R., y McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci., Camb.*, 92(2), 499-503. doi: 10.1017/S0021859600063048
- Pinto-Ruiz, R., Hernández, D., Gómez, H., Cobos, M.A., Quiroga, R., y Pezo, D. (2010). Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia*, 26(1), 19-31. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v26n1/v26n1a2.pdf>
- Quispe, U.S. (2009). Evaluación del sistema de producción bovina del distrito de Tamburco, Región de Apurímac - Perú. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac. Abancay, Apurímac.
- Ramírez, B.L. (2002). Caracterización y alternativas productivas para fincas ganaderas establecidas en la amazonia colombiana. *Revista Agroforestería en las Américas*, 9(34-35), 53-56. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/docrep/nonfao/lead/x6363s/x6363s00.pdf>
- Ramos, R. (2009). *Valor nutricional y digestibilidad del pisonay (Erythrina sp) en el cuy (Cavia porcellus)* (tesis de pregrado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Roa, M.L., Céspedes, D.A., y Muñoz, J. (1999). Evaluación nutricional de tres especies de árboles forrajeros en bovinos fistulados en el pie de monte llanero. *Revista Acovez*, 24(2), 14-18. Recuperado de https://encolombia.com/veterinaria/publi/acovez/ac242/acovez24284_evaluacion9/
- Roa, M., y Muñoz, J. (2012). Evaluación de la degradabilidad *in situ* en bovinos suplementados con cuatro especies arbóreas. *Revista MVZ Córdoba*, 17(1), 2900-2907. Recuperado de <http://revistas.unicordoba.edu.co/revistamvz/mvz-171/V17N1A13.pdf>
- Rodríguez, R., González, N., Alonso, J., Domínguez, M., y Sarduy, L. (2014). Nutritional value of foliage meal from four species of tropical trees for feeding ruminants. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 48(4), 371-378. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/276900681>
- Russo, R.O., y Budowski, G. (1986). Effect of pollarding frequency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree. *Agroforestry Systems*, 4(1), 145-162. doi: 10.1007/BF00141546

- Shelton, M. (2000). Leguminosas forrajeras tropicales en los sistemas agroforestales. *Unasylva* 200, 51(1), 25-32. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/x3989s/X3989s05.PDF>
- Singh, S., Anele, U.Y., Edmunds, B., y Südekum, K.H. (2014). In vitro ruminal dry matter degradability, microbial efficiency, short chain fatty acids, carbohydrate and protein fractionation of tropical grass-multipurpose tree species diets. *Livestock Science*, 160(2), 45–51. doi: 10.1016/j.livsci.2013.11.018
- Suárez, J.C., Carulla, J.E., y Velásquez, J.E. (2008). Composición química y digestibilidad *in vitro* de algunas especies arbóreas establecidas en el piedemonte Amazónico. *Zootecnia Trop.*, 26(3), 231-234. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/43564447>
- Suchitra, K., y Wanapat, M. (2008). Study on ruminal degradability of local plants by using nylon bag technique. *Livestock Research for Rural Development*, 20(supplement). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd20/supplement/such1.htm>
- Urbano, D., y Dávila, C. (2005). Leguminosas arbóreas para optimizar la producción de leche y carne. En González, C. y Soto, E. (eds.). *Manual de Ganadería Doble Propósito* (pp. 213-218). Maracaibo, Venezuela: Editorial Astro Data.
- Valarezo, J., y Ochoa, D. (2013). Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía ecuatoriana. *Revista CEDAMAZ*, 3(1), 113-124. Recuperado de http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-4/articulo_9_-_113_-_124.pdf
- Valles, B., Castillo, E., Ocaña, E. y Jarillo, J. (2014). *Cratylia argentea*: Un arbusto forrajero potencial en sistemas silvopastoriles. Rendimiento y calidad de accesiones según las edades de rebrote y estaciones climáticas. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 20(2), 277-293. doi: 10.5154/r.rchscfa.2013.11.040
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., y Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74(10), 3583-3597. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2
- Vivasane, S., y Preston, T.R. (2016). Effect of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and Erythrina (*E. subumbrans*) foliage on growth of goats fed basal diets of banana (*Musa* spp) leaves or Elephant grass (*Pennisetum purpureum*). *Livestock Research for Rural Development*, 28(12). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd28/12/khao28215.htm>
- Yisehak, K., y Janssens, G.P.J. (2013). Evaluation of nutritive value of leaves of tropical tanniferous trees and shrubs. *Livestock Research for Rural Development*, 25(2). Recuperado de <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd25/2/yise25028.htm>
- Zach, A., Trulls, H.E., Ortíz, M.L., Brem, J.J., y Brem, J.C. (2017). Degradación ruminal de materia seca de *Morus sp* en caprinos en diferentes estaciones del año. *Rev vet*, 28(2), 141-144. Recuperado de <http://revistas.unne.edu.ar/index.php/vet/articulo/viewFile/2541/2331>

