

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE  
APURÍMAC

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y  
ZOOTECNIA



DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA FIBRA  
DETERGENTE NEUTRA Y ÁCIDA DEL PISONAY  
(*Erythrina sp*), ABANCAY, APURÍMAC

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ARTURO HUAITA PATIÑO

ABANCAY - PERÚ

2017



DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA FIBRA  
DETERGENTE NEUTRA Y ÁCIDA DEL PISONAY  
(*Erythrina sp*), ABANCAY, APURÍMAC

## DEDICATORIA

A la vida, a mis padres Roque Víctor Huaita Robles y Reene Dina Patiño Huamani por darme la vida que hoy disfruto y por su apoyo incondicional para salir adelante.

Al apoyo constante de mis hermanos Víctor, Margot y Carmen a quienes agradezco por ello.

Al amor de mi vida Natali, por estar siempre a mi lado, mis tíos, primos y sobrinos que siempre estuvieron apoyándome y dándome fuerzas para continuar con mis estudios y ejercicio profesional.

A mis amigos y compañeros con los que caminé de la mano alcanzando objetivos y metas, que hoy podemos disfrutar.

**Arturo Huaita Patiño**

## AGRADECIMIENTO

- \* A la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, por ser mi Alma Mater.
- \* A la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a toda la plana docente por sus enseñanzas académicas impartidas durante mi formación profesional
- \* Al MSc. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva por su apoyo constante en la realización del presente trabajo.
- \* A los miembros del jurado por las correcciones y sugerencias dadas para la mejora del presente trabajo de investigación.
- \* A mí querida familia por todo su aliento y apoyo brindado en todo momento de forma desinteresada.
- \* A mis amigos por brindarme su amistad sincera e incondicional.
- \* A todas las personas quienes aportaron con un granito de arena para dar este paso tan importante en mi vida.

ASESOR



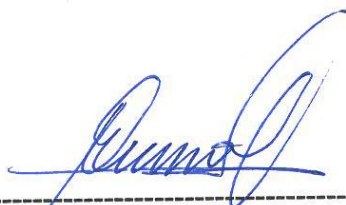
---

**MSc. Ludwing Ángel Cárdenas Villanueva**  
**Asesor**

**JURADOS**



**Dr. Nilton César Gómez Urviola**  
**Presidente**



**MVZ. Juan Roberto Soncco Quispe**  
**Primer miembro**



**MVZ. Gizely Alva Villavicencio**  
**Segundo miembro**

## ÍNDICE

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1 Composición de la fibra del genero <i>Erythrina sp</i>	4
2.1.2. Degradabilidad ruminal de árboles forrajeros	6
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1 Características generales del género <i>Erythrina sp</i>	8
a) Aspecto botánico	8
b) Aspecto agronómico	9
2.2.2 Determinación nutritiva de los alimentos	11
2.2.2.1 Humedad y materia seca (MS)	11
2.2.2.2 Pared celular	12
2.2.2.3 Estructura y química de la fibra	13
a) Celulosa	13
b) Hemicelulosa	14
c) Lignina	14
2.2.2.4 Análisis de la fibra	14
a) Fibra bruta (FB)	15
b) Fibra detergente neutra (FDN)	15
c) Fibra detergente ácido (FDA)	16



d) Lignina detergente ácido (LDA)	17
2.2.3 Digestibilidad	18
2.2.3.1 Degradabilidad <i>in situ</i>	19
2.2.3.2 Degradabilidad de la fibra	20
2.2.3.3 Cinética de la degradación ruminal	22
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Tipo y nivel de investigación	26
3.2 Lugar de investigación	26
3.3 Animales	27
3.4 Obtención de muestras de pisonay	28
3.5 Análisis de los componentes de la pared celular	28
a) Determinación de fibra detergente neutro (FDN)	28
b) Determinación de fibra detergente ácido (FDA)	29
c) Determinación de lignina detergente ácido (LDA)	30
3.6 Análisis de la degradabilidad ruminal	30
3.7 Análisis de la cinética ruminal	31
3.8 Técnicas de investigación	32
3.9 Procesamiento y análisis de datos	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	34
4.1 Composición química de la pared celular del pisonay	34
4.2 Degradabilidad ruminal del pisonay	36
4.2.1 Degradabilidad ruminal de la pared celular del pisonay	36
4.2.2 Cinética de la degradabilidad ruminal de la pared celular del pisonay	40





V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43
5.1 Conclusiones	43
5.2 Recomendaciones	44
VI. BIBLIOGRAFÍA	45
ANEXOS	53



## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Contenido porcentual de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y hemicelulosa (HEM), del genero <i>Erythrina</i> en zonas húmedas.	4
Tabla 2. Composición química del pisonay ( <i>Erythrina sp</i> ) en el valle interandino de Abancay.	5
Tabla 3. Degradación de la fibra detergente neutro (FDN) de la <i>E. glauca</i> y <i>E. poeppigiana</i> .	6
Tabla 4. Parámetros de la cinética de degradación ruminal de la fibra detergente neutro (FDN) de la <i>Erythrina edulis</i> .	7
Tabla 5. Cinética ruminal y degradabilidad efectiva de las hojas y pecíolos de pisonay a los 120 días de rebrote.	8
Tabla 6. Ubicación taxonomía del género <i>Erythrina sp</i> .	9
Tabla 7. Composición química de la fibra de hojas y peciolos de pisonay.	34
Tabla 8. Cinética ruminal y degradabilidad efectiva de la fibra en hojas y pecíolos de pisonay en dos edades de rebrote.	41
Tabla 9. Composición química de la fibra de hojas y peciolos del pisonay.	53
Tabla 10. Degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro (FDN) de las hojas y peciolos del pisonay.	54
Tabla 11. Degradabilidad ruminal de la fibra detergente ácido FDA de las hojas y peciolos del pisonay.	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación del Centro Experimental Fundo la Banda de Huasacache, distrito de Hacobo Hunter, provincia Arequipa, región Arequipa.	27
Figura 2. Vaca Holstein con cánula ruminal permanente.	27
Figura 3. Degradabilidad ruminal (%) de la fibra detergente neutro (FDN) a los 120 y 365 días.	36
Figura 4. Degradabilidad ruminal de la fibra detergente ácido (FDA) a los 120 y 365 días.	37
Figura 5. Degradabilidad ruminal de la hemicelulosa (HEM) a los 120 y 365 días.	38
Figura 6. Degradabilidad ruminal de la celulosa (CEL) a los 120 y 365 días.	39
Figuras 7 y 8. Recolección de hojas y peciolo de pisonay.	76
Figura 9. Oreado y secado parcial de hojas y peciolo.	77
Figura 10. Triturado y molido de hojas - peciolo de pisonay.	77
Figura 11. Secado total de la harina de pisonay.	78
Figura 12. Materiales usados para incubación de muestras.	78
Figuras 13 y 14. Pesaje de bolsas de nylon dacrón y muestras de pisonay.	79
Figura 15. Preparación de bolsas de nylon dacrón con muestras de pisonay.	80
Figura 16. Introducción de muestras para su incubación ruminal.	80
Figura 17. Extracción de las muestras incubadas.	81



Figura 18. Lavado de muestras.	81
Figura 19. Secado de muestras.	82
Figura 20. Pesado e identificado de muestras.	82
Figura 21. Degradabilidad del pisonay a las 0 horas.	83

## RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Huasacache (Fundo La Banda) de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Católica Santa María de Arequipa, el objetivo fue evaluar la composición química, degradabilidad ruminal y parámetros de la cinética ruminal de la fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa (HEM) y celulosa (CEL) a los 120 y 365 días de rebrote del pisonay (*Erythrina sp*). Se utilizó una vaca Holstein en seca de 5 años, con un peso vivo de 600 kg y cánula ruminal permanente. Se incubó muestras de 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 365 días fue mayor en la FDN ( $58.6 \pm 1.25\%$ ) y HEM ( $25.9 \pm 1.39\%$ ) y a los 120 días la FDA ( $32.6 \pm 1.72\%$ ) y CEL ( $23.2 \pm 1.61\%$ ). La FDN a los 120 días de rebrote fue superior con respecto a los 365 días ( $P \leq 0.05$ ) en la fracción insoluble potencialmente degradable, tasa de degradación y degradabilidad efectiva. La FDA a los 120 días fue mayor con respecto a los 365 días en la fracción degradable y la degradabilidad efectiva ( $P \leq 0.05$ ) y para ambas edades la tasa de degradación fue similar ( $P \geq 0.05$ ). La HEM a los 120 días fue mayor en la fracción degradable y tasa de degradación ( $P \leq 0.05$ ), a los 365 días la fracción soluble ( $P \leq 0.05$ ) fue mayor y para ambas edades la degradabilidad efectiva fue similar ( $P \geq 0.05$ ). La CEL a los 120 días fue mayor en la fracción degradable ( $P \leq 0.05$ ) y para ambas edades la tasa de degradación y degradabilidad efectiva fue similar ( $P \geq 0.05$ ).

**Palabras clave:** pared celular, cinética ruminal, hojas, peciolo, Holstein.



## ABSTRACT

The research was carried out at the Experimental Center of Huasacache (Farm La Banda) Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of the Santa Maria Catholic University of Arequipa. The objective was to evaluate the chemical composition, ruminal degradability and parameters of ruminal kinetics neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (FDA), hemicellulose (HEM) and cellulose (CEL) at 120 and 365 days regrowth pisonay (*Erythrina sp*). 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 365 days was higher in NDF ( $58.6\pm 1.25\%$ ) and HEM ( $25.9\pm 1.39\%$ ) and at 120 days the FDA ( $32.6\pm 1.72\%$ ) and CEL ( $23.2\pm 1.61\%$ ). NDF at 120 days of regrowth was higher than 365 days ( $P\leq 0.05$ ) in the potentially degradable insoluble fraction, rate of degradation and effective degradability. FDA at 120 days was greater with respect to the 365 days in the degradable fraction and effective degradability ( $P\leq 0.05$ ) and for both ages the degradation rate was similar ( $P\geq 0.05$ ). HEM at 120 days was higher in the degradable fraction and degradation rate ( $P\leq 0.05$ ), at 365 days the soluble fraction ( $P\leq 0.05$ ) was higher and for both ages the effective degradability was similar ( $P\geq 0.05$ ). CEL at 120 days was higher in the degradable fraction ( $P\leq 0.05$ ) and for both ages the rate of degradation and effective degradability was similar ( $P\geq 0.05$ ).

Key words: cell wall, ruminal kinetics, leaves, petioles, Holstein.



## I. INTRODUCCIÓN

Los árboles y arbustos forrajeros han sido reconocidos como un recurso estratégico para la ganadería, ya que contribuyen, mediante su follaje y frutos como fuente alimentaria que ayuda a resolver las restricciones de alimento en épocas críticas. De igual manera, este recurso contribuye a desarrollar sistemas ganaderos más fuertes, ya que proporciona el uso de múltiples recursos ambientales (Muñoz, 1995).

Las leguminosas y otros arbustos y árboles tienen una biomasa rica en nutrientes, específicamente proteínas, vitaminas y minerales, por lo que se pueden utilizar como suplementos en las dietas para los rumiantes y aumentar la ingestión y la digestibilidad de los forrajes de menor calidad. El follaje de algunos árboles y arbustos tropicales empleados en la alimentación de rumiantes se caracterizan por su aporte de nutrientes al ecosistema ruminal, fundamentalmente energía y nitrógeno (Delgado *et al.*, 2002).

Cerca de la mitad de los productores del distrito de Tamburco (47.8%) suministran alimento bajo el sistema de alimentación combinada: pastoreo, forraje y concentrado casero. Otra parte (45.6%) solo pastorea y da forraje a los animales. Finalmente existe un grupo pequeño de productores (6.7%) que utiliza como medio de alimentación el pastoreo, forraje, concentrado casero y ensilado. La utilización de forrajes en la alimentación está representado en su mayor proporción por la alfalfa (*Medicago sativa*), seguido de chala de maíz (*Zea mays*), Rye Grass y en menor

proporción de trébol (*Trifolium repens* y *pratense*), pisonay (*Erithrina sp*) y otros; este último forraje mencionado se cosecha anualmente para mitigar la falta de forraje en épocas de seca (Quispe, 2009).

Sin embargo, se plantea que las leguminosas acumulan materia seca, a medida que avanza el estado de maduración, sus tejidos se modifican en cuanto a su naturaleza anatómica y química. Esto implica la reducción de la digestibilidad del forraje debido a la lignificación y su madurez (Blummel y Becker 1999; Ramírez *et al.*, 2002). Las especies forrajeras sufren cambios sensibles y graduales en su composición química, digestibilidad y valor nutritivo. El proceso de lignificación de la fibra se acentúa con la madurez de la planta (Lascano, 1979).

La lignificación de las paredes celulares se considera la limitación fundamental de la utilización de los forrajes en sistemas de producción con rumiantes (González *et al.*, 1998; Getachew *et al.*, 1998; Barrios *et al.*, 1997). Múltiples estudios han demostrado la alta correlación negativa entre el contenido de lignina y la digestibilidad *in vitro* e *in situ* de la materia seca y la pared celular de los forrajes (Deschamps y Alves de Britto, 1998; Blummel y Becker, 1999).

La introducción de árboles y arbustos de la familia de las leguminosas en los sistemas agroforestales y de alimentación del ganado es prometedora para satisfacer la demanda creciente de alimentos en todo el mundo, las leguminosas arbustivas son apreciadas por sus variadas contribuciones a la productividad de los sistemas agrícolas, por sus usos domésticos y su papel en la protección del medio ambiente



(Ramírez *et al.*, 2002). La flexibilidad de sus usos les da un valor especial tanto para el pequeño agricultor de subsistencia como para las grandes explotaciones comerciales (Shelton, 2000). Los modelos actuales de alimentación recomiendan un mínimo de fibra para asegurar un correcto funcionamiento ruminal, porque aporta relativamente poca energía al animal y genera poca cantidad de ácido en el rumen, por otro lado aporta una textura física al contenido ruminal que estimula la rumia, la masticación y la secreción salival, y regula el ritmo de paso (Bach y Calsamiglia, 2006).

Las leguminosas arbustivas destinadas para forraje son de calidad proteica, por lo que los criadores de ganado vacuno lechero, ganado caprino y de animales menores (cuyes) 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; por lo que se evaluó su valor nutricional referente a la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de la pared celular: fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa (HEM) y celulosa (CEL), en diferentes estados fenológicos de 120 y 365 días de crecimiento vegetativo de la *Erythrina sp.*

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1 Composición de la fibra del genero *Erythrina*

En zonas intermedias y altas (>1 000 msnm) de México los campesinos reconocen que las especies arbóreas y arbustivas benefician a los animales y su entorno, evitando que éstos pierdan peso durante la época seca del año; sin embargo, se observa que tienen restricciones para hacer un uso más intensivo de este recurso en el que destacó el género *Erythrina chiapasana* (u'kum), que es la más suculenta y cuyo contenido en materia seca (MS) fue 17.8 y 22.5%; fibra detergente neutra (FDN) 53.5 y 37.9%; fibra detergente ácida (FDA) 33.7 y 39.9% y hemicelulosa (HEM) 19.8% en dos épocas (seca y húmeda) del año, respectivamente (Jiménez *et al.* 2008).

**Tabla 1.** Contenido porcentual de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y hemicelulosa (HEM), del género *Erythrina* en zonas húmedas.

Especies	FDN	FDA	HEM	Fuente
<i>E. fusca</i>	75.0	61.9	13.1	Suárez <i>et al.</i> , 2008
<i>E. fusca</i>	40.0			Medina <i>et al.</i> , 2008
<i>E. variegata</i>	48.9	29.9	19.0	Suchitra y Wanapat, 2008
<i>E. glauca</i>	51.1	38.5	12.6	Roa y Muñoz, 2012
<i>E. rubrinervia</i>	51.2			Fino <i>et al.</i> , 2013

Los recursos forrajeros evaluados fueron colectados de un banco mixto de forrajes con varios años de establecimiento, ubicados en el predio Cien años de soledad en la vereda El Tablazo, Municipio de Rio Negro, la muestra correspondiente se obtuvo a diferentes alturas de la planta y la porción evaluada fue el foliolo con el pecíolo. Los resultados de la *Erythrina edulis* (chachafruto) para la FDN fue 49.6%, FDA de 38.1 y HEM de 11.5%. 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).

**Tabla 2.** Composición química del pisonay (*Erythrina sp*) en el valle interandino de Abancay (Cárdenas, 2011; Cárdenas *et al.*, 2013; Ramos, 2009)

Variable	Días de rebrote	
	120	Floración (+365)
Materia seca	24.8	31.7
Fibra		27.1
FDN	57.7	
FDA	35.9	
Celulosa	24.5	
Hemicelulosa	21.8	
Lignina	11.4	

FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido



### 2.1.2. Degradabilidad ruminal de árboles forrajeros

Se utilizaron tres vacas cruzadas cebú x criollo fistuladas en el rumen con un PV promedio de 350 kg para estudiar los parámetros de degradabilidad ruminal de la *E. glauca* (búcaro o pízamo) y *E. poeppigiana* (cámbulo o poró) especies que se han utilizado con éxito en la alimentación de rumiantes en zonas tropicales como suplemento en dietas basales de pastos. Se suministró un kg de hojas en MS de los arboles forrajeros, la fase de adaptación al consumo fue 12 días y la prueba de degradación tomó 4 días. La dieta basal la constituyó el pastoreo a voluntad en *Brachiaria decumbens*. El árbol forrajero *Erythrina poeppigiana*, muestra un elevado potencial nutricional debido a que presentó la mayor degradación ruminal a las 72 horas (Roa *et al.*, 1999 citado por Cárdenas, 2011).

**Tabla 3.** Degradación ruminal (%) de la fibra detergente neutro (FDN) de la *E. glauca* y *E. poeppigiana* (Roa *et al.*, 1999 citado por Cárdenas, 2011).

Horas de incubación	<i>E. glauca</i>	<i>E. poeppigiana</i>
24	19.1	26.9
48	22.1	33.6

Se realizaron pruebas de degradabilidad en el centro de producción agropecuaria Paysandú de propiedad de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), se emplearon dos vacas secas de la raza Holstein de aproximadamente 650 kg, que se encontraban canuladas al rumen. Las vacas se encontraban pastoreando *Pennisetum clandestinum* (kikuyo) durante todo el tiempo de la prueba.



Los resultados obtenidos en este trabajo son importantes (Tabla 4) ya que generan un punto de partida para tomar decisiones o adelantar estudios de evaluación posteriores, en corroborar la calidad nutricional favorable que tiene este recurso, con los parámetros de desempeño animal (Naranjo y Cuartas, 2011).

**Tabla 4.** Parámetros de la cinética de degradación ruminal de la fibra detergente neutro (FDN) de la *Erythrina edulis* (Naranjo y Cuartas, 2011).

Componente	Parámetros		
	a, %	b, %	c, %/h
MS	21.1	35.2	4.0
FDN	5.6	43.9	5.0

a = Fracción soluble; b = Fracción degradable;  
 c = Tasa de degradación; h = Hora;  
 MS = Materia seca; FDN = Fibra detergente neutro

Se utilizaron tres machos cabríos adultos enteros con un peso vivo de 75.0±8.0 kg con fistula ruminal para evaluar la degradabilidad ruminal de hojas y peciolas de la *Erythrina sp* (pisonay) a 120 días de rebrote de la pared celular y de las diferentes fracciones fibrosas (Tabla 5). Los animales recibieron, 30 días antes y durante la etapa experimental, una dieta a pastoreo con *Pennisetum clandestinum* (pasto kikuyo) más forraje fresco de pisonay en una cantidad de 2 kg/animal/día (Cárdenas *et al.*, 2013).



**Tabla 5.** Cinética ruminal y degradabilidad efectiva de las hojas y pecíolos de pisonay a los 120 días de rebrote (Cárdenas *et al.*, 2013).

Componente	Cinética ruminal			Degradabilidad efectiva (%)
	a, %	b, %	c, %/h	
FDN	0	29.48	3.36	10.58
FDA	0	12.07	1.06	1.81
Hemicelulosa	0	41.65	3.38	16.15
Celulosa	0	19.54	1.43	3.76

a = Fracción soluble; b = Fracción degradable; c = Tasa de degradación  
 FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido

## 2.2 Bases teóricas

### 2.2.1 Características generales del género *Erythrina sp*

#### a) Aspecto botánico

La familia Leguminosae contiene más de 200 géneros y 17 000 especies de árboles, arbustos y plantas (Werner, 1992). El pisonay pertenece al género *Erythrina* (del griego erythros: rojo por el color de sus flores) y a la sub familia Papilionoideae. Es un árbol propio de los valles interandinos del norte de sudamérica, en el Perú se le conoce como basul, pajuto, antiporo, pashuro, pashigua, poroto, anteporoto y pisonay, crece en alturas de 1 500 a 3 000 msnm, es un árbol que prefiere zonas húmedas, con lluvias anuales superiores a 1 400 mm. Tiene una altura promedio de 8

m (hasta 14 m) y un diámetro de tronco de 24 cm hasta 47 cm. Posee espinas en las ramas primarias, secundarias y terminales, y en árboles jóvenes presentan espinas en el tronco. Las hojas están compuestas de tres partes o láminas; tienen espinas en los peciolos y nerviaciones, son de color verde claro y se caen del árbol en buena parte cuando está iniciando la floración (Acero, 2002).

**Tabla 6.** Ubicación taxonomía del genero *Erythrina* (Abadingo *et al.*, 2003).

Reino	Plantae – Plantas
Subreino	Tracheobionta – Vascular
Superdivisión	Spermatophyta – Semilla
División	Magnoliophyta – Flores
Clase	Dicotyledonae –Dicotiledones
Subclase	Rosidae – Espinas
Orden	Fabales – Vainas
Familia	Leguminosae – Leguminosa
Tribu	Phaseoleae– Frijoles
Género	<i>Erythrina</i> L. – <i>Erythrina</i>

#### **b) Aspecto agronómico**

Las especies que han resultado persistentes y productivas en diversos sistemas agropecuarios y con posibilidad de ser el componente arbóreo en un sistema silvopastoril (SSP) en las regiones tropicales son la *Erythrina berteroana* (poró de cerca, pito), *Erythrina cochleata* (poró), *Erythrina edulis* (chachafruto), *Erythrina*

*fusca* (pízamo), *Erythrina lanceolata* (poró), *Erythrina poeppigiana* (cámbulo) y *Erythrina variegata* (poró bragado) (Russo y Botero, 2005). Las especies arbustivas investigadas en Colombia, consideradas como potenciales por su alto valor nutritivo o servicios multipropósito dentro de los sistemas silvopastoriles, se encuentran la *Erythrina poeppigiana* (poró), *Erythrina edulis* (chachafruto), y *Erythrina fusca* (pízamo, chambul, cantagallo y anaco) (Mahecha, 2002).

El uso de árboles y arbustos, especialmente leguminosas, puede hacer más productivos los pastizales y potreros, porque tienen la capacidad de fijar nitrógeno que establecen asociación con bacterias de los géneros *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Synorhizobium*, *Azorhizobium* y *Mesorhizobium*, como la *Erythrina fusca*, *Erythrina glauca*, *Erythrina indica* y *Erythrina variegata* (Ferrari y Wall, 2004). La especie arbórea *Erythrina falcata* (saipile), *Erythrina sp.*, pueden tener excelentes resultados si son usadas como especies forrajeras de las cuales se utiliza el follaje como complemento proteico para el ganado, además de proporcionar bienestar animal, conservar el ambiente y obtener productos pecuarios saludables de estas (Izaguirre y Martínez, 2008).

En el centro de Chiapas la *Erythrina goldmanii* (pitillo, machetito, pito) predomina en un 15.3% en comparación con otras especies forrajeras y se utiliza como alimento humano, cerca viva (plantaciones en linderos), combustible, herramienta y forraje (Gómez *et al.*, 2006). En Argentina la *Erythrina crista galli* (seibo, seibo colorado, seibo entrerriano, ibiráíputezú) se utiliza como planta nativa, en las comunidades indígenas utilizan las flores y corteza para teñir lanas y fibras





que luego utilizan en los tejidos, tanto en aquellos de autoconsumo como en los que son comercializados como artesanías, y por lo tanto son generadores de ingresos. Se encuentra en parques como árboles y arbustos ornamentales (Resico, 2001).

### **2.2.2 Determinación nutritiva de los alimentos**

Evaluar los forrajes es importante para caracterizar nutricionalmente para poder seleccionar mejor los suplementos a utilizar, de tal manera que se optimice la producción, es también importante para garantizar la calidad de productos formulados comercialmente (concentrados energéticos o proteicos). Otra función primordial del análisis de alimentos es detectar la posible presencia de sustancias indeseables que se encuentren presente en los alimentos, las cuales pueden ser dañinas para la salud animal o humana (Colombatto, 2003).

El mejor indicador de la calidad de un alimento dado es la performance animal. La evaluación de los alimentos se lleva a cabo mediante técnicas que predicen los parámetros que constituyen la performance animal: composición química, el consumo, la digestibilidad y la eficiencia de utilización (Cherney, 2000).

#### **2.2.2.1 Humedad y materia seca (MS)**

La cantidad de agua presente en un forraje es altamente dependiente de factores externos y puede experimentar importantes variaciones a un mismo estado vegetativo del forraje: disminuye ante situaciones de alta intensidad lumínica y altas



temperaturas y aumenta en situaciones opuestas. Los tenores más bajos de agua en el forraje son observados en verano y los más elevados en otoño e invierno. El agua intracelular contenida en los forrajes incrementa el valor de llenado que un forraje es capaz de producir en el animal que afecta negativamente el consumo (Gagliostro y Gaggiotti, 2004). El contenido de agua de un alimento depende del grado de madurez de la planta al momento de la cosecha, y del método y tiempo usado en el secado. La humedad indica el contenido de agua de un alimento y se mide como la pérdida de peso que sufre después de someterlo a algunas técnicas de secado, el residuo después de extraer el agua es la MS (Cañas, 1995).

La correcta determinación del contenido de MS de un alimento dado es fundamental, ya que un error en este paso se transfiere al resto de los componentes químicos, los cuales debieran ser expresados sobre base materia seca para permitir comparaciones con otros alimentos. En el caso de forrajes frescos o heno, las opciones para una correcta determinación del contenido de materia seca son variadas, e incluyen el secado en horno a 65 °C por 48 h, a 100 °C por 24 h, o a 135 °C por 3 h (Cherney, 2000).

#### **2.2.2.2 Pared celular**

Los forrajes contienen una proporción significativa de pared celular. Desde el punto de vista de su utilización, la cantidad y el tipo de esta pared es extremadamente importante, porque influye en la forma en que un forraje será empleado por el animal para producir leche o carne. La célula de una planta joven tiene una capa externa,



conocida como pared celular primaria. Luego, conforme la planta madura, una segunda capa se forma dentro de ella, llamada pared celular secundaria. La pared celular secundaria es más gruesa y le da a la planta una mayor fortaleza y sostén. Los componentes estructurales principales de éstas son la celulosa y la hemicelulosa, que son carbohidratos estructurales. Juntos, la pared celular primaria y la secundaria, pueden llegar a representar una gran proporción del sustrato forrajero (40-80%) (Elizondo, 2009).

### **2.2.2.3 Estructura y química de la fibra**

La fibra es una entidad heterogénea formada por varios componentes químicos de composición conocida, pero cuya estructura tridimensional es variable y poco conocida. Desde el punto de vista químico, la fibra se compone de un entramado de celulosa, hemicelulosa y lignina (Elizondo, 2009).

#### **a) Celulosa**

Tiene una estructura lineal de al menos 15 a 10 000 unidades de glucosa unidos por enlaces  $\beta$  (1-4) y es la molécula disponible más abundante en la naturaleza (Angeles, 2003). En los rumiantes, la celulosa suele digerirse mejor que la hemicelulosa (Bach y Calsamiglia, 2006).



## **b) Hemicelulosa**

Se encuentra en menor cantidad que la celulosa, de estructura lineal ramificada de menor tamaño que la celulosa. Está conformado por xilosa, arabinosa, galactosa, manosa, glucosa y ácidos urónicos (galacturónico y glucourónico) unidos por enlaces  $\beta$  (1-4), estos son capaces de unirse con la celulosa a través de puentes de hidrógeno (Angeles, 2003; Bach y Calsamiglia, 2006).

## **c) Lignina**

Es un polímero a forma de alcoholes hidroxicinamil de alto peso molecular, adiciona rigidez a la estructura, es totalmente indigestible en el tubo digestivo de los rumiantes y limita la disponibilidad de carbohidratos estructurales para los microorganismos ruminales (Angeles, 2003; Bach y Calsamiglia, 2006). La concentración de lignina depende de la especie de forraje, es mayor en las leguminosas que en las gramíneas, y del estado vegetativo, a mayor madurez más lignina (Bach y Calsamiglia, 2006).

### **2.2.2.4 Análisis de la fibra**

A efectos prácticos, se ha definido en términos de fibra bruta (FB) o fibra cruda, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), que se utilizan para la predicción de la calidad de los forrajes, la ingestión de la materia seca, la digestibilidad y el valor energético de los alimentos (Calsamiglia, 1997). En la



mayoría de los sistemas de alimentación, la fibra se define con los siguientes parámetros (Van Soest, 1982).

#### **a) Fibra bruta (FB)**

Consiste en el residuo insoluble después de una incubación en una solución ácida, seguida por una alcalina. El residuo contiene celulosa, pero está contaminada con cantidades variables de hemicelulosa, lignina y compuestos nitrogenados, que representa los carbohidratos estructurales de las plantas (Alpizar, 2008). La magnitud de la contaminación de la FB depende mucho del tipo de vegetal y de su estado de desarrollo fisiológico, lo que conduce a errores que dificultan su interpretación, por lo que el uso de la FB en los sistemas actuales debe ser limitado (Van Soest, 1982).

#### **b) Fibra detergente neutra (FDN)**

Es el material insoluble en una solución detergente neutra, y se compone de celulosa, hemicelulosa y lignina. Además, existen otras componentes minoritarias como residuos de almidón, cenizas y nitrógeno (Van Soest, 1982; Calsamiglia, 1997; Angeles, 2003; Elizondo, 2009).

Las concentraciones de FDN y de pared celular son similares, en el caso de las leguminosas la concentración de FDN es mucho menor, debido a que las pectinas (componentes de la pared celular) son solubilizadas por el detergente neutro y no aparecen en el residuo. De todas las fracciones fibrosas, la FDN es la que mejor se



correlaciona con el consumo voluntario (Colombatto, 2003). Se ha demostrado que la FDN está correlacionada negativamente con el consumo de materia seca. En otras palabras, conforme aumenta el contenido de FDN en los forrajes, debido a la edad y a la madurez de las plantas, los animales consumen menos (Elizondo, 2009).

### **c) Fibra detergente ácido (FDA)**

Es el material insoluble en una solución detergente ácida, y está constituida fundamentalmente por celulosa y lignina, aunque suelen existir otros componentes minoritarios como nitrógeno y/o minerales. La diferencia entre FDN y FDA consiste fundamentalmente en hemicelulosa (Van Soest, 1982; Calsamiglia, 1997; Angeles, 2003; Elizondo, 2009). Es importante que la determinación de la FDA se realice sobre el residuo de la FDN, debe ser en forma secuencial (Van Soest *et al.*, 1991), esto permite un cálculo más preciso del contenido de celulosa y hemicelulosa, pero el método no secuencial es más adecuado para la determinación de cenizas ácidas insolubles, taninos y nitrógeno insoluble en FDA (Calsamiglia, 1997).

La FDA está correlacionada negativamente con la digestibilidad de la materia seca. En otras palabras, conforme aumenta el contenido de FDA en los forrajes, éstos se vuelven menos digestibles (Elizondo, 2009).

#### **d) Lignina detergente ácido (LDA)**

El análisis de lignina puede realizarse de dos formas: la lignina detergente ácido en su variante oxidativa (con permanganato de potasio), o la lignina Klason, con una digestión en dos fases con ácido sulfúrico. La lignina determinada por el método Klason es 30% mayor en las leguminosas (Van Soest *et al.*, 1991; Bach y Calsamiglia, 2006).

Conforme avanza el crecimiento y la madurez de la planta, las células desarrollan e insertan un material conocido como lignina entre la pared celular primaria y secundaria, que ofrece a la planta mayor fuerza y rigidez (Elizondo, 2009). Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como sí ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo; de allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Russo, 1997).

Desde el punto de vista de la nutrición de los rumiantes, la fibra puede definirse como el conjunto de componentes de los vegetales que tienen baja digestibilidad y promueven la rumia y el equilibrio ruminal. La fibra (y particularmente los forrajes) constituye el componente fundamental de las raciones en la mayor parte de los sistemas productivos de rumiantes (Calsamiglia, 1997).

También, el término fibra se refiere a los componentes dietarios derivados de plantas que no pueden ser digeridos por los sistemas enzimáticos de los mamíferos

(Moore y Hatfield, 1994). En términos prácticos, el término fibra se circunscribe a la pared celular de los forrajes. Este componente, extraído en detergente neutro (FDN), representa entre el 30 y el 80% de la materia orgánica (MO) en los recursos forrajeros. La degradabilidad de la FDN es muy variable, principalmente debido a diferencias en composición y estructura (Barahona y Sánchez, 2005).

La lignina es un componente orgánico no nutricional, ya que ésta no es digestible y su presencia afecta la disponibilidad de la celulosa y hemicelulosa del forraje. Cuanta más lignina se forme o deposite entre las dos capas, más difícil es para los microorganismos ruminales digerir la celulosa y hemicelulosa, lo que afecta la cantidad de energía que pueden producir los animales (Angeles, 2003; Elizondo, 2009).

### **2.2.3 Digestibilidad**

La digestión de los rumiantes es un proceso complejo que involucra múltiples interacciones entre la dieta, los microorganismos ruminales y el hospedero. Anatómicamente el tracto digestivo de los rumiantes puede ser dividido principalmente en tres compartimientos, cada uno con características propias y particulares: retículo-rumen, intestino delgado e intestino grueso. En el rumen y en el intestino grueso la digestión ocurre por acción microbiana y en el intestino delgado diferentes complejos enzimáticos degradan los componentes del alimento. El contenido ruminal pueden ser distinguidos dos subcompartimientos con diferentes características de degradación y pasaje: una fase líquida y una fase sólida en la que se





evidencia la presencia de partículas con rápidas tasas de pasaje y degradación (alimentos concentrados) y partículas que presentan prolongados tiempos de retención y lenta degradación (forrajes) (Rosero y Posada, 2007).

La digestibilidad se refiere a que no todo el alimento que consumen los animales es realmente asimilado; un determinado porcentaje se elimina por el mecanismo de la excreción y, por tanto, no resulta realmente útil. Por ello, en nutrición animal, se maneja el concepto de digestibilidad, que se define como la capacidad de un determinado principio inmediato de ser realmente asimilado por un animal. Una forma muy elemental de cuantificarla es el denominado coeficiente de digestibilidad, que se define como el porcentaje de un determinado principio inmediato que, después de ser consumido por un animal, no es eliminado en forma de heces (San Miguel, 2006).

### **2.2.3.1 Degradabilidad *in situ***

La técnica *in situ* ofrece la posibilidad de estudiar la degradabilidad ruminal de los alimentos a través de la utilización de sacos de nylon suspendidos en el rumen. Esta técnica ha sido escogida debido a su gran aproximación a los resultados *in vivo*. Este método también puede ser usado para describir las características de degradación de los componentes estructurales del forraje (Rosero y Posada, 2007).

La degradabilidad ruminal *in situ* (método de la bolsa de nylon), también llamado *in sacco*, describe la cinética de degradación de los alimentos en el rumen



(Colombatto, 2003). Esta técnica puede también predecir relativamente bien el consumo voluntario y la digestibilidad de un alimento (Orskov, 2000), y ha contribuido extensivamente a mejorar el entendimiento del aporte de nitrógeno (N) al rumiante y sus microorganismos. La técnica consiste en incubar el substrato a estudiar en bolsas que se introducirán en el rumen de animales canulados. Las bolsas con el suplemento se incuban durante un número creciente de horas y así se obtiene una descripción de la degradación (Rotger, 2005). Tiene la ventaja ante los métodos *in vitro* que tiene en cuenta los procesos digestivos del rumen en funcionamiento pero más económico que los métodos *in vivo*. Muchos factores, además de la actividad microbiana, afectan a la desaparición del ingrediente incubado en las bolsas (Orskov, 2000).

### **2.2.3.2 Degradabilidad de la fibra**

Entre los alimentos con mayor variación de la digestibilidad están los forrajes y el principal causante es el estado de madurez; a medida que aumenta la madurez de la planta, disminuye su contenido de proteína y de azúcares, y se eleva el de fibra, principalmente celulosa y lignina (Maynard *et al.*, 1995; Shimada, 2003).

En el rumen, el tamaño y la forma de las partículas determinan la velocidad de su degradación por los microorganismos. En general, los rumiantes pasan menos tiempo regurgitando y masticando las leguminosas y más tiempo masticando forrajes maduros que inmaduros (Buxton y Redfearn, 1997). Las leguminosas son típicamente más digeribles puesto que tienen menor contenido de fibra; esto no se



debe a que su fibra sea más digerible. Por el contrario, su degradabilidad es menor dado a su mayor grado de lignificación. Las partículas de leguminosas son a menudo cuboidales en el rumen. Esto resulta en mayores tasas de pasaje para las partículas de leguminosas. Las leguminosas son potencialmente digeribles por tener una mayor proporción de FDN. Dependiendo de la madurez, los rumiantes digieren del 40 al 50% de FDN de las leguminosas de clima templado (Barahona y Sánchez, 2005).

La fibra digestible procedente de forrajes de buena calidad permite altos niveles de inclusión de forrajes en la ración, favorece la salud del rumen y del animal y promueve elevados niveles de síntesis de microbiana. El objetivo es 30-32% de fibra detergente neutro y 19-20% de fibra detergente ácido para buscar el equilibrio entre la ingestión máxima de materia seca y el mantenimiento de las funciones y condiciones normales del rumen (Davis, 2008).

La fibra se fermenta en el rumen lentamente por la acción de las bacterias fibrolíticas. El proceso de degradación de la fibra se inicia con la adhesión de las bacterias a la pared vegetal, proceso que se realiza a una velocidad inversamente proporcional al grado de lignificación de dicha pared. Una vez adheridas, la degradación de los componentes de la pared celular progresa por la acción de las celulasas y hemicelulasas, y varía en función de la composición, el entramado tridimensional de los componentes y el grado de lignificación (Calsamiglia, 1997).

Unas pocas especies de bacterias, protozoarios y hongos son los que llevan a cabo la fibrólisis, mientras que una población más abundante y diversa lleva a cabo



la degradación de azúcares y almidones (Stewart y Bryant, 1988). Cuando se desarrollaron los métodos de cultivo para bacterias anaerobias estrictas, Robert Hungate en la década del 50 aisló las bacterias celulolíticas predominantes y las clasificó como *Bacteroides succinogenes*, *Ruminococcus albus* y *Ruminococcus flavefaciens*. *B. succinogenes* se reclasificó como *Fibrobacter succinogenes* ya que no compartía homología a nivel del 16S con otros bacteroides (Montgomery *et al.*, 1988). Junto a estas bacterias, *Butyrivibrio fibrisolvens* es otra especie que si bien es pobremente celulolítica, juega un rol importante en el proceso de fermentación de la celulosa ya que se encuentra asociada a otras en los llamados consorcios fibrolíticos (Shinkai *et al.*, 2010). Junto a este grupo también se ubican las fibrolíticas *Prevotella ruminicola*, *Eubacterium fibrisolvens* y *Eubacterium ruminantium* (Stewart y Bryant 1988).

### 2.2.3.3 Cinética de la degradación ruminal

La técnica de degradación *in situ* ha sido ampliamente adoptada para evaluar la tasa y la extensión de la degradación de los alimentos en el rumen. Los nuevos modelos para formulación y evaluación de raciones requieren de la determinación precisa de aspectos dinámicos de la degradación de alimentos en el rumen y han adoptado a la técnica *in situ* como instrumento para facilitar este tipo de mediciones. Diferentes modelos matemáticos han sido propuestos para estudiar la cinética de degradación. En la construcción de estos modelos han sido tenidas en cuenta las características particulares del sustrato en estudio, aspectos anatómicos y fisiológicos



del animal y procesos relacionados con la hidratación y colonización del sustrato por parte de los microorganismos ruminales (Rosero y Posada 2007).

La primera curva de degradación ruminal y la más utilizada para determinar la cinética de degradación ruminal de la materia seca (MS), proteína y de algunos constituyentes de la pared celular puede ser descrita a través del modelo no lineal y se expresan en porcentaje (Orskov y McDonald, 1979), y se denota:

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

Donde:

p: es el por ciento de degradación al tiempo t,

a: es la fracción soluble o degradable al tiempo cero (intercepto de la curva con el eje y). Representa el sustrato soluble y completamente degradable que sale rápidamente del saco de nylon,

b: es la fracción insoluble pero potencialmente degradable si el tiempo no es limitante (diferencia entre a y la asíntota de la curva). Representa la fracción insoluble pero potencialmente degradable del sustrato el cual es degradado por los microorganismos de acuerdo con un proceso cinético de primer orden. Esta fracción se considera cero para la parte fibrosa, puesto que la fibra no se solubiliza por lavado.

a+b: es el potencial de degradabilidad del material. Representa la degradabilidad potencial de la muestra en el t máximo de incubación,

c: es la velocidad o tasa de degradación y se expresa en por ciento por hora,



e = base de los logaritmos neperianos,

c = tasa de degradación, en %/h,

t = tiempo de incubación ruminal, en horas.

La ecuación supone la existencia de tres fracciones en el alimento. Una fracción no degradable que representa la fracción del alimento que permanece en el saco después de un prolongado tiempo de incubación, otra fracción insoluble pero potencialmente degradable por los microorganismos ruminales y una tercera fracción rápidamente degradable que además del material soluble incluye pequeñas partículas que pueden salir de los sacos de nylon.

Se modificó ligeramente esta ecuación para poder ser utilizada en la evaluación de aquellos alimentos que su degradación ruminal no fuese inmediata y tuviesen una fase lag o de colonización (McDonald, 1981). Su ecuación incluye el término lag, que se expresa en horas. La ecuación es la siguiente:

$$p = a + b (1 - e^{-c(t - \text{lag})})$$

Donde:

p: degradación después de t horas,

a: fracción soluble, en %,

b: fracción degradable, en %,

e: base de los logaritmos neperianos,

c: tasa de degradación, en %/h,



t: tiempo de incubación ruminal, en horas,

L: tiempo de rezago (lag time), en horas asumiendo que:  $L > 0$  cuando la constante  $a \leq 0$  y  $L = 0$  cuando la constante  $a > 0$ .

La magnitud de degradación de la proteína dependerá del tiempo que permanezca en el rumen, por lo que se define la degradabilidad efectiva (DE) de la proteína (Orskov y McDonald, 1979), como:

$$DE = a + [bc/(c+r)] [1 - e^{-(c+r)t}]$$

En el cual r es la velocidad de pasaje del rumen al omaso. Como el tiempo de incubación se incrementa, la fracción de proteína que permanece en el rumen cae a cero, conjuntamente con la velocidad de degradación y la DE puede entonces definirse como:

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

En esta ecuación a es la proteína inmediatamente degradada y  $bc/(c + r)$  la fracción lentamente degradable. El valor de r puede ser determinado por tratamiento con dicromato a la proteína. También se puede calcular la degradabilidad efectiva (DE) del nitrógeno utilizando los parámetros de degradabilidad en combinación con la tasa de flujo ruminal de pequeñas partículas (k); la ecuación es la siguiente:

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



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Tipo y nivel de investigación**

Por el tipo de investigación, reúne las condiciones metodológicas de una investigación experimental, prospectiva, analítica y longitudinal y con un nivel de investigación explicativa; en razón que se utilizarán conocimientos de las ciencias veterinarias en un espacio de tiempo y con el fin de aplicarlas en la producción de leche en el futuro.

#### **3.2 Lugar de investigación**

La ejecución de la investigación se realizó durante el mes de octubre del 2013. En el Centro Experimental (Fundo La Banda) Huasacache de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Católica Santa María de Arequipa ubicado en el distrito de Jacobo Hunter, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa, en las coordenadas 16° 27' 69" latitud sur, 71° 34' 11" longitud oeste y una altitud de 2200 m.





**Figura 1.** Mapa de ubicación del Centro Experimental (Fundo La Banda) de Huasacache, distrito de Jacobo Hunter, provincia Arequipa, región Arequipa.

### 3.3 Animales

Se utilizó una vaca de la raza Holstein en seca, con una edad aproximada de 5 años y con un peso vivo de 600 kg, con una cánula ruminal permanente.



**Figura 2.** Vaca Holstein con cánula ruminal permanente.

### **3.4 Obtención de muestras de pisonay**

Se tomaron muestras del pisonay (*Erythrina sp*) a los 120 y 365 días de rebrote en estado verde tanto hojas y peciolo de la parte basal, media y apical de dos árboles por cada edad de rebrote; luego todo se mezcló para cada edad de rebrote. El material vegetal de cada rebrote se procesó de forma independiente, rotulada y expandida en bandejas para el secado. Posteriormente, se trituró a través de una criba con orificios de 2 mm de diámetro y se almacenaron en frascos de vidrio herméticos hasta el momento del análisis.

### **3.5 Análisis de los componentes de la pared celular**

La determinación de cada componente de la pared celular de la fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA) de acuerdo a la técnica que se detalla a continuación (Van Soest, 1991):

#### **a) Determinación de fibra detergente neutro (FDN)**

- Se molió la muestra seca (apertura malla de tamiz, 2mm).
- Se pesó en un crisol 1 g de muestra molida (1 mm), (precisión  $\pm$  1mg).
- Se agregó 100 ml de solución de detergente neutro a temperatura ambiente y 0.5 g de sulfito de sodio con algunas gotas de n-octanol.
- Se calentó hasta hervir y recircular por 60 minutos.
- Se filtró y lavo 3 veces con agua hirviendo y luego 2 veces con acetona fría.

- Se secó por 8 horas a 105 °C y se enfrió en un desecador.
- Se pesó la muestra.
- Para determinar el % FDN se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ FDN} = \left[ \frac{(\text{Peso del crisol} + \text{Peso del residuo}) - \text{Peso del crisol}}{\text{Peso de la muestra}} \right] \times 100$$

#### **b) Determinación de fibra detergente ácido (FDA)**

- Se molió la muestra seca, apertura malla de tamiz: 2mm.
- Se pesó en un crisol 1 g de muestra molida (1 mm), precisión  $\pm 1$ mg.
- Se agregó 100 ml de solución de detergente ácido a temperatura ambiente y algunas gotas de n-octanol.
- Se calentó hasta hervir y recircular por 60 minutos.
- Se filtró y lavó 3 veces con agua hirviendo y luego 2 veces con acetona fría.
- Se secó por 8 horas a 105°C y se enfrió en desecador.
- Se pesó la muestra.
- Para determinar el % FDA se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ FDA} = \left[ \frac{(\text{Peso del crisol} + \text{Peso del residuo}) - \text{Peso del crisol}}{\text{Peso de la muestra}} \right] \times 100$$

### c) Determinación de lignina detergente ácido (LDA)

- Se molió la muestra seca, apertura malla de tamiz: 2 mm.
- Se pesó en un crisol 1 g de muestra molida, (1 mm), precisión + 1mg.
- Se agregó 100 ml de solución de detergente ácido a temperatura ambiente y algunas gotas de n-octanol.
- Se calentó hasta hervir y recircular por 60 minutos.
- Se filtró y lavo 3 veces con agua hirviendo y luego 2 veces con acetona fría.
- Se agregó alrededor de 25 ml de ácido sulfúrico al 72%, (solvente para la celulosa) y continuó la extracción fresca durante 3 horas, revolviendo cada hora.
- Se filtró y lavó 3 veces con agua hirviendo.
- Se secó por 8 horas a 105 °C y enfrió en desecador.
- Se pesó la muestra.
- Para determinar el % LDA se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ LDA} = \left[ \frac{(\text{Peso del crisol} + \text{Peso del residuo}) - \text{Peso del crisol}}{\text{Peso de la muestra}} \right] \times 100$$

Para determinar el contenido de celulosa se realizó por diferencia entre la FDA–LDA y para hemicelulosa por diferencia entre FDN – FDA (Van Soest, 1991).

### 3.6 Análisis de la degradabilidad ruminal

Para calcular la degradabilidad de la FDN, FDA, HEM y CEL se utilizó la siguiente fórmula:

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

Donde:

La cantidad inicial y residual se refiere a la concentración (g) de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulosa (HEM) y celulosa (CEL) del forraje pisonay.

### 3.7 Análisis de la cinética ruminal

Para la estimación matemática de la cinética de degradación ruminal se empleará el siguiente modelo exponencial (Orskov *et al.*, 1980):

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

Dónde:

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,

P = Por ciento de degradación a tiempo t,

t = tiempo de incubación.

### 3.7 Técnicas de investigación

La degradabilidad se estimó mediante el procedimiento de incubación en bolsas de nylon en el rumen. 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, 7 días antes de la etapa experimental el animal recibió una dieta de mantenimiento a base de heno de alfalfa y agua a voluntad.

Para estimar la degradabilidad ruminal *in situ* de la fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (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, la evaluación *in situ* para cada edad de rebrote se incubó en una vaca Holstein en seca con cánula ruminal. Cada una de ellas se introdujo en el saco caudo ventral del rumen, en orden inverso a 0, 3, 6, 12, 24, 48h de incubación, atadas con un cordón de nylon a la cánula ruminal. La desaparición a 0h de incubación se evaluó por inmersión de las bolsas en agua a 40°C. En el tiempo previsto de 48h, las bolsas se removieron del rumen e inmediatamente se lavaron en abundante agua fría. La materia seca residual se pesó después de ser secadas a 105 °C.

### 3.9 Procesamiento y análisis de datos

Los parámetros de la cinética ruminal de cada día de rebrote se determinaron con el procedimiento RUMENAL con la función SOLVER en la hoja de cálculo Microsoft Excel (Correa, 2004).

La interpretación de los resultados de la degradabilidad ruminal y de los parámetros de la cinética ruminal se realizó a través del diseño factorial, cuyo modelo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + T_{ij} + FT_{ij} + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : medida de la cantidad (% de MS) de la muestra  $k$  dentro de los parámetros de la cinética ruminal  $j$  (horas de incubación  $j$ ) dentro de los días de rebrote  $i$ ,

$\mu$ : promedio general o efecto común a todas las muestras,

$F_i$ : efecto de la edad de rebrote a los 120 y 365 días,

$T_{ij}$ : efecto de las muestras o repeticiones,

$FT_{ij}$ : interacción del efecto de la edad de rebrote y los parámetros de la cinética ruminal (horas de incubación),

$e_{ijk}$ : error asociado con la muestra  $k$  dentro de la edad de rebrote  $i$ .

Además en los resultados de la composición química, degradabilidad ruminal y parámetros de la cinética ruminal del follaje de pisonay se determinó el promedio y la desviación estándar de las muestras en relación al promedio. Además, se realizó el estudio de los efectos simples de cada hora de incubación en la degradabilidad ruminal y de los parámetros de la cinética ruminal.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Composición química de la pared celular del pisonay

La composición química obtenida en la *Erythrina sp* conocida comúnmente como pisonay a los 120 y 365 días de rebrote (Tabla 7), se observa que la FDN es similar en ambos días de rebrote (57.7 y 58.8%, respectivamente), la FDA a los 120 días de rebrote (34.7%) es superior numéricamente en 2.1% a con respecto a los 365 días (32.6%), la HEM en ambos días de rebrote son diferentes y fue superior a los 365 días (25.9%) y con respecto a la CEL fue lo contrario y superior a los 120 días (25.5%).

**Tabla 7.** Composición química de la fibra de hojas y peciolo de pisonay.

Edad de rebrote (días)	Componente (%)			
	FDN	FDA	HEM	CEL
120	57.7±1.20	34.7±1.29	23.0±0.97	25.5±1.10
365	58.6±1.25	32.6±1.72	25.9±1.39	23.2±1.61

FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido;  
HEM = Hemicelulosa; CEL = Celulosa

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





condiciones medioambientales en especial a la época del año además de los días de rebrote.

Los reportes de FDN hallados en diferentes especies del genero *Erythrina* (Medina *et al.*, 2008; Suchitra y Wanapat, 2008 y Fino *et al.*, 2013), son significamente 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). Asimismo, se demostró que a mayor edad de rebrote se incrementa la FDN. Por otro lado, la FDA en el pisonay con respecto a los anteriores fue menor, esto nos indicaría que hay una mayor palatabilidad y consumo del forraje.

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 *et al.*, 2013); esta igualdad se debe probablemente a que fueron cosechadas en la misma época del año.

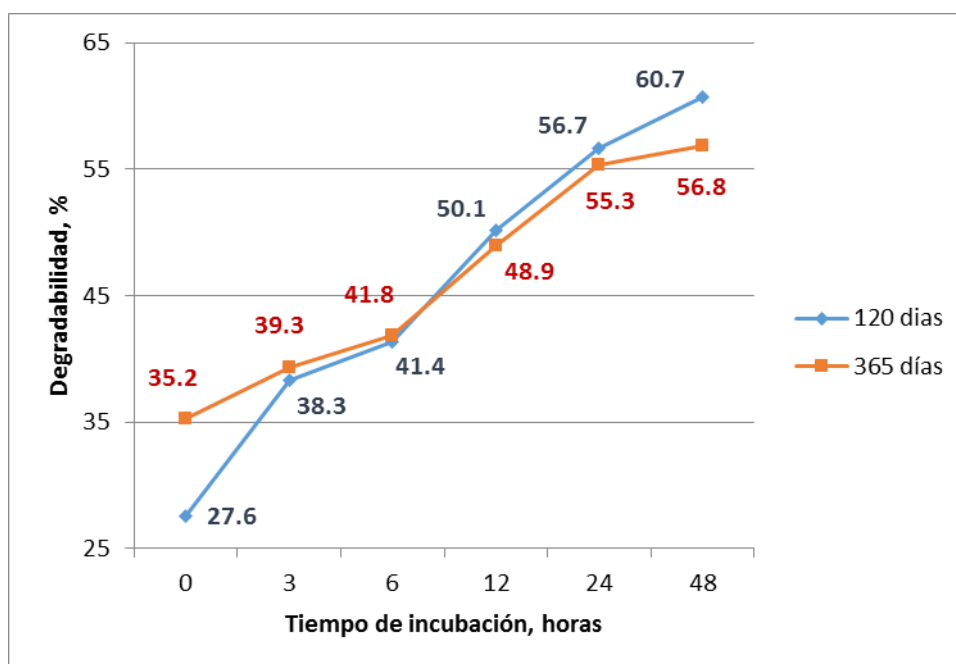
La composición nutricional con énfasis en la fibra realizada en el valle interandino de Abancay, son diferentes con lo reportado en otras especies del mismo género, esto demuestra que también la composición química de los forrajes tropicales está fuertemente afectada por las condiciones ambientales y 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).



## 4.2 Degradabilidad ruminal del pisonay

### 4.2.1 Degradabilidad ruminal de la pared celular del pisonay

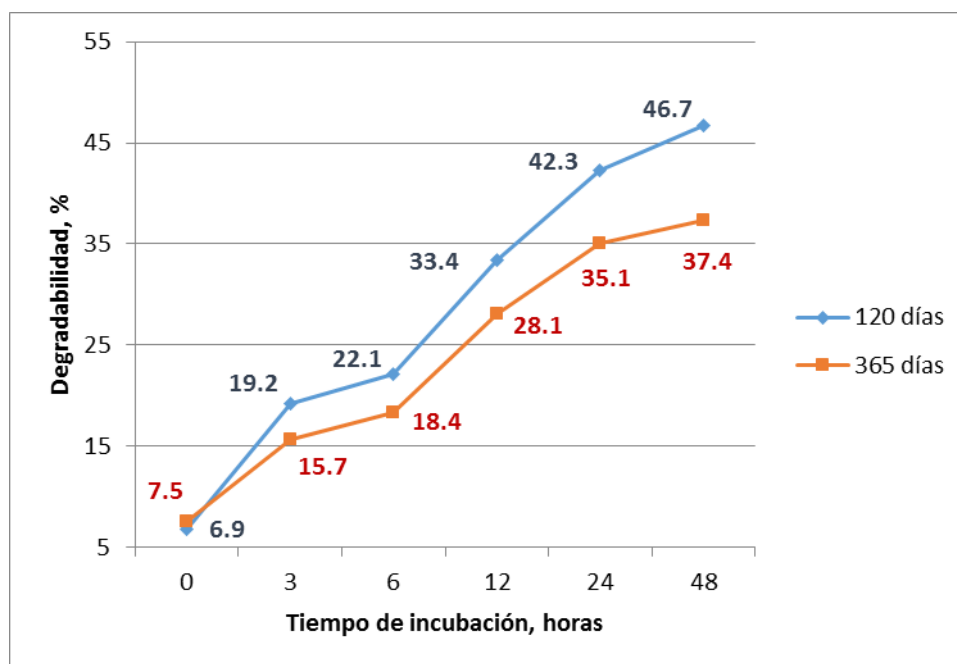
La degradabilidad ruminal de la FDN en hojas y peciolo del pisonay se observa en la figura 3, donde se aprecia que existe una diferencia significativa entre las 0 y 48 horas ( $P \leq 0.05$ ), a los 120 días de rebrote la degradabilidad a las 0 horas fue menor en 7.6% con respecto a los 365 días y fue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

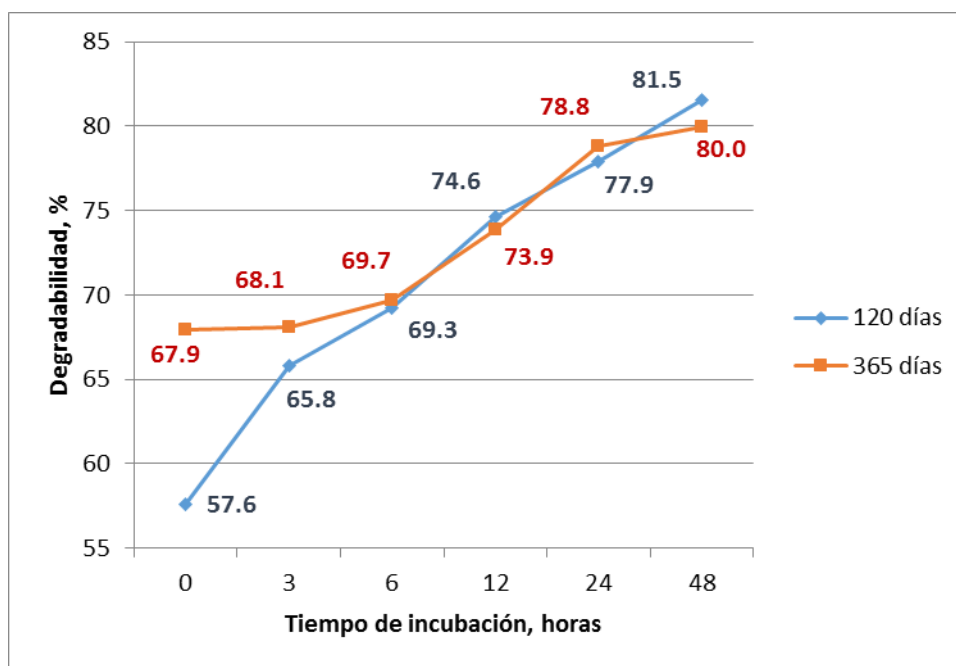
La degradabilidad de la FDN en el presente trabajo fue superior a las 24 y 48 horas con respecto a lo reportado por Roa *et al.* (1999), que halló en *E. glauca* y *E. poeppigiana*, una degradabilidad en promedio a las 24 horas de 22.5% y a las 48 horas de 27.5%. Esta diferencia probablemente se deba a que no especifica los días rebrote.

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, Este resultado se debe probablemente a los días de rebrote, ya que a mayor edad de rebrote existe mayor lignificación y por lo tanto menor degradación ruminal.



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

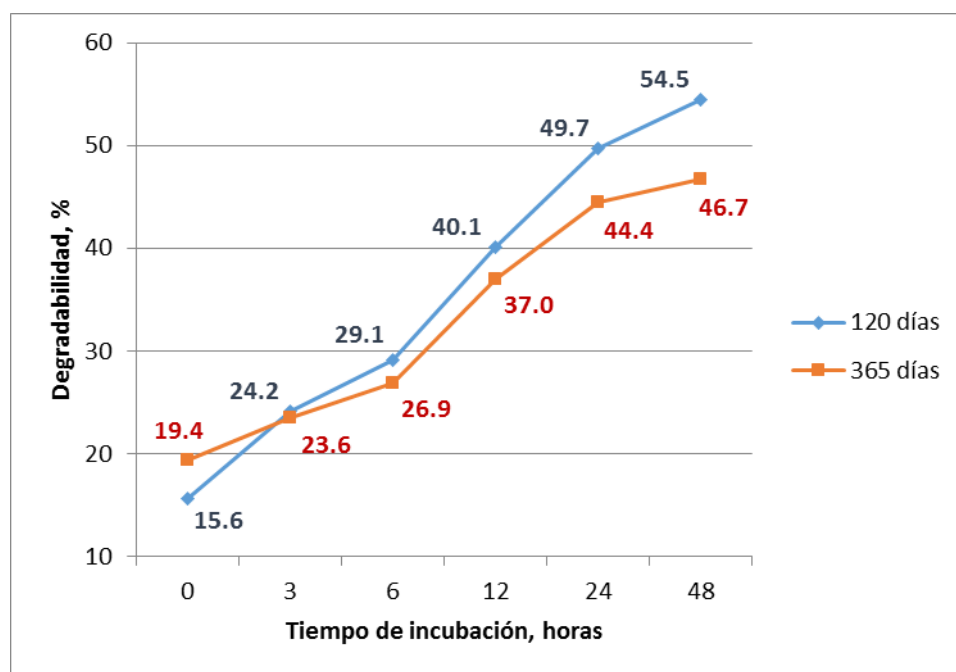
En la figura 5 se observa una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) a las 0, 3 y 48 horas de degradación ruminal de la HEM para los 120 y 365 días de rebrote. La degradabilidad de la HEM a las 0 y 3 horas fue menor en 10.3% y 2.3% respectivamente con relación a los 365 días; en los 120 días de rebrote 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 hemicelulosa por ser altamente degradable por los microorganismos ruminales, en la figura 5 se observa una alta degradabilidad a partir de las 0 horas hasta las 48 horas de forma homogénea, tanto para los 120 y 365 días de rebrote llegando a 81.5 y 80% respectivamente.

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.

Además, como se observa en la figura 6, 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.

#### 4.2.2 Cinética de la degradabilidad ruminal de la pared celular del pisonay

Los parámetros de la cinética ruminal de la fibra en hojas y peciolo del pisonay se observan en la tabla 6, los niveles obtenidos demuestran una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). La fracción insoluble potencialmente degradable (b) de la FDN a los 120 días de rebrote (39.4%) fue superior en 15.9% con respecto a los 365 días de rebrote (23.5%), los niveles obtenidos demuestran una diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ). La tasa de degradación y la degradabilidad efectiva de la FDN es significativamente superior a los 120 días de rebrote (9.4%/h y 19.6%, respectivamente) al ser comparados con los 365 días (7.5%/h y 13.0%, respectivamente).

La fracción insoluble potencialmente degradable (b) y la degradabilidad efectiva de la FDN a los 120 días de rebrote fue 39.4 y 23.5%, respectivamente, es significativamente superior al ser comparados con los 365 días (30.7 y 18.1%), pero la tasa de degradación en ambos días de rebrote son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

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

**Tabla 8.** Cinética ruminal y degradabilidad efectiva de la fibra en hojas y pecíolos de pisonay en dos edades de rebrote.

Componente	Edad de rebrote (días)	Cinética ruminal			Degradabilidad efectiva (%)
		a, %	b, %	c, %/h	
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
			**	**	**
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)  
 FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido; HEM = Hemicelulosa; CEL = Celulosa; \*\* =  $P \leq 0.01$ ; \* =  $P \leq 0.05$ ; NS = No significativo

La celulosa contenida en la FDA, presentó una fracción degradable distinta entre rebrotes ( $P \leq 0.05$ ), fue superior a los 120 días de rebrote con 38.1% y disminuyó a 34.4% a los 365 días de edad, la tasa de degradación fue similar entre días de rebrote con una velocidad de 8.2 a 6.9 %/h ( $P \geq 0.05$ ) y la degradabilidad



efectiva a los 120 días de rebrote fue 39.1% y al incrementarse la edad de rebrote a 365 días disminuye a 35.9% ( $P \geq 0.05$ ).

La fracción degradable y tasa de degradación de la FDN es significativamente superior a ser comparado con la *E. edulis* que fue 43.9 % y 5.0 %/h (Naranjo y Cuartas, 2011), esta diferencia se debe probablemente a la dieta basal y al manejo de la vaca fistulada.

En un trabajo realizado en pisonay a los 120 días de rebrote, donde se utilizó cabras para determinar los parámetros de la cinética ruminal de la FDN, FDA, HEM y CEL al ser comparados con nuestro trabajo resultan ser significativamente inferiores, esta diferencia probablemente se deba a la especie animal utilizada para el experimento. Por cuanto cada especie posee un rumen microbiano con distinta población de bacterias, protozoarios y hongos (Cárdenas *et al.*, 2013),



## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

- Los días de rebrote influyen en la composición nutricional de pared celular, a los 365 días existe una mayor cantidad de FDN y HEM, y a los 120 días mayor proporción de FDA y CEL.
- Los días de rebrote influyen en la degradabilidad ruminal de la FDN, FDA, HEM y CEL, se demuestra que a menor edad de rebrote se obtiene mayor degradabilidad ruminal y la degradabilidad máxima se da a partir de las 48 horas.
- Se demostró que la FDN a los 120 días de rebrote, fue mayor en la fracción insoluble potencialmente degradable, tasa de degradación y degradabilidad efectiva.
- La FDA a los 120 días fue mayor en la fracción degradable y degradabilidad efectiva, y para ambas edades la tasa de degradación fue similar.
- La HEM a los 120 días fue mayor en la fracción degradable y tasa de degradación, y a los 365 días fue mayor la fracción soluble, y para ambas edades la degradabilidad efectiva fue similar.
- La CEL a los 120 días fue mayor en la fracción degradable y para ambas edades la tasa de degradación y degradabilidad efectiva fue similar.

## 5.2 Recomendaciones

- El pisonay, potencialmente utilizable en el valle interandino de Abancay, debe ser utilizado como forraje a los 120 días de edad de rebrote como suplementación en la dieta de vacas lecheras.
- Realizar estudios complementarios como taninos hidrolizables y condensados, alcaloides, saponinas y polifenoles totales y cómo influyen en la degradabilidad ruminal del pisonay.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Abadingo, M., Calleja, J.M., Lumang, M.R., Miña, M. y Nono, K. 2003. Vegetation survey and road map update of the up arboretum. *Ekolohiya*, 1(1): 68-91.
2. Acero, L.E. 2002. Guía para el cultivo y aprovechamiento del chachafruto o balú (*Erythrina edulis*). Publicado por Convenio Andrés Bello. Colombia.
3. Alpízar, J.F. 2008. Fibra neutro detergente (FND): Un fraccionamiento de la fibra bruta, que puede utilizarse como indicador de la calidad de los alimentos para el ganado. *Revista ECAG*, 45(3): 56-58.
4. Angeles, S.C. 2003. Fermentación ruminal, tamaño de partícula y efecto de la fibra en la alimentación de vacas lecheras. Sitio argentino de Producción Animal. Disponible en: [www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/104-fermentacion\\_ruminal.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/104-fermentacion_ruminal.pdf)
5. Bach, A y Calsamiglia, S. 2006. La fibra en los rumiantes: ¿química o física? XXII Curso de especialización Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). España.
6. Barahona, R. y Sánchez, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista Corpoica*, 6(1): 69-82.
7. Barrios, A.; Fondevila, M.; González, M. y Castrillo, C. 1997. Fermentación *in vitro* de forrajes lignocelulósicos suplementados con distintos tipos y niveles de carbohidratos. *Arch. Latinoamericano Prod. Anim.* 8(5Supl. 1): 199-201.



8. Blummel, M. y Becker, K. 1999. The degradability characteristics of fifty-four roughages and roughage neutral-detergent fibres as described by in vitro gas production and their relationship to voluntary feed intake. *Br. J. Nutr.* 77(5): 757-758.
9. Botero, R. y Russo, R.O. 1997. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. In: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Cali, Colombia.
10. Buxton, D.R. y Redfearn, D.D. 1997. Plant limitations to fiber digestion and utilization. Conference: New Developments in Forage Science Contributing to Enhanced Fiber Utilization by Ruminants. *Journal of Nutrition*, 127(5): 814-818.
11. Cañas, R., 1995. Alimentación y nutrición animal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
12. Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. XIII Curso de especialización Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). España.
13. Cárdenas, L.A. 2011. Digestibilidad *in situ* del pisonay (*Erythrina sp*) en cabras (*Capra hircus*). Tesis de Maestría, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
14. 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.



15. Cherney, J.R. 2000. Characterization of forages by chemical analysis. En: Givens, D.I.; Owen, E.; Axford, R.F.E. y Omed, H.M. (eds.) Forage evaluation in ruminant nutrition. Cab International. Wallingford, UK.
16. Colombatto, D. 2003. Análisis de alimentos: Aplicaciones prácticas. 3ª Jornada Abierta de Lechería. Universidad de Buenos Aires, Argentina.
17. Correa, H.J. 2004. RUMENAL: procedimiento para estimar los parámetros de cinética ruminal mediante la función Solver de Microsoft Excel®. Rev Col CiencPec, 17(3): 250-254.
18. Davis, L.D. 2008. Sistemas de alimentación para optimizar la rentabilidad de rebaños lecheros de alta producción en EEUU. XXIV Curso de especialización Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal (FEDNA). España.
19. Delgado, D.; La O, O.; Chongo, B.; Galindo, J. y Santos, Y. 2002. Composición química y degradabilidad de la fracción fibrosa en diferentes arboles tropicales de uso en la ganadería. Memorias V Taller Internacional sobre la utilización de los sistemas silvopastoriles para la producción animal. Varadero, Cuba.
20. Deschamps, F.C. y Alves de Brito, C.J.F. 1998. Quality and participation of several fractions of three elephant grass cultivars (*Pennisetum purpureum*, Schumach). Anais da XXXV Reuniao da SBZ. Sao Paulo, Brasil.
21. Elizondo, J.A. 2009. Los forrajes y su componente fibroso. Revista ECAG- Informa, 49(3): 40-42. Disponible en: [eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS\\_PUBLICADOS/2009/139.pdf](http://eeavm.ucr.ac.cr/Documentos/ARTICULOS_PUBLICADOS/2009/139.pdf)

22. Ferrari, A.E. y Wall, L.G. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la vegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP, Argentina, 105(2): 63-87.
23. 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.
24. Gagliostro, G.A. y Gaggiotti, M. 2004. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Balcarce, Argentina.
25. Getachew, G.; Blummel, M.; Makkar, H.P.S y Becker, K. 1998. In vitro gas production measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: A Review. Anim. Feed Sci. Tech. 72(3-4): 261-281
26. Gómez, H., Nahed, J.; Tewolde, A.; Pinto, R. y López, J. 2006. Áreas con potencial para el establecimiento de árboles forrajeros en el centro de Chiapas. TécPecuMéx, 44(2): 219-230.
27. González, M.; Fondevila, M.; Barrios, A. y Newman, Y. 1998. In vitro gas production buffel grass (*Cenchrus ciliaris*) fermentation in relation to the cutting interval, the level of nitrogen fertilization and the season of growth. Anim. FeedSci. Technol. 72(1-2): 19-32.
28. Izaguirre, F. y Martínez, J. 2008. El uso de árboles multipropósito como alternativa para la producción animal sostenible. Tecnología en Marcha, 21(1): 28-40.



29. 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.
30. Lascano, C. 1979. Determinants of grazed forage voluntary intake in cattle. Tesis Ph.D. Texas College Station, Texas A & M University. Texas, EE.UU.
31. McDonald, I. 1981. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J Agric. Sci., Camb.*, 96: 251-252.
32. Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Revista Colombiana de Ciencia Pecuaria*, 15(2): 226-231.
33. Maynard, L.; Loosli, J.; Hintz, H. y Warner, R. 1995. *Nutrición animal*, Traducido por Alfonso Ortega Said. 4ª Ed. McGraw-Hill. México.
34. 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.
35. Montgomery, L.; Flesher, B. y Stahl D. 1988. Transfer of *Bacteroides succinogenes* (Hungate) to *Fibrobacter* gen. nov. as *Fibrobacter succinogenes* comb. nov. and description of *Fibrobacter intestinalis* sp. nov. *Int J Syst Bacteriol*, 38: 430-436.
36. Moore, K.J. y Hatfield, R.D. 1994. Carbohydrates and forage quality. In: *Forage Quality, Evaluation, and Utilization* (Fahey, G. C., Jr., Collins, M. C., Mertens, D. R. & Moser, L. E., eds.), American Society of Agronomy, Madison, WI. pp. 229–280.



37. Muñoz, A., 1995. Principios de nutrición básica, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
38. 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. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia, 6(1): 9-19.
39. Orskov, E.R. 2000. In forage evaluation in ruminant nutrition. CABI Publishing, Wallingford, UK.
40. Orskov, 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: 499-503.
41. Quispe, U.S. 2009. Evaluación del sistema de producción bovina del distrito de Tamburco, Región de Apurímac - Perú. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac.
42. 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.
43. Ramos, R. 2009. Valor nutricional y digestibilidad del pisonay (*Erythrina sp*) en el cuy (*Cavia porcellus*). Tesis Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
44. Resico, C. 2001. Estado actual de la información sobre productos forestales no madereros. Estado de la información forestal en Argentina. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/AD393S/AD393S00.pdf>





45. 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.
46. Rosero, R. y Posada, S.L. 2007. Modelación de la cinética de degradación de alimentos para rumiantes. *Rev Col Cienc Pec*, 20(2): 174-182.
47. Rotger, A. 2005. Fermentación ruminal, degradación proteica y sincronización energía-proteína en terneras en cebo intensivo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. España.
48. Russo, R.O. y Botero, R. 2005. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). San José, Costa Rica.
49. San Miguel, A. 2006. Fundamentos de alimentación y nutrición del ganado. Universidad. Politécnica de Madrid. España.
50. Shelton, M. 2000. Leguminosas forrajeras tropicales en los sistemas agroforestales. *Unasyuva* 200, 51: 25-32.
51. Shimada, A. 2003. Nutrición animal. Trillas S.A. México.
52. Shinkai, T.; Ueki, T. y Kobayashi, Y. 2010. Detection and identification of rumen bacteria constituting a fibrolytic consortium dominated by *Fibrobacter succinogenes*. *AnimSci J*, 81(1): 72-79.
53. Stewart, C.S. y Bryant, M.P. 1988. The rumen bacteria. En: Hobson P. N. (Ed). *The Rumen Microbial Ecosystem*. Elsevier, Barking, Essex, UK.
54. 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.



55. 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).
56. Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional ecology of the ruminant animal*. Cornell University Press, Ithaca, New York, EE.UU.
57. Van Soest, P.J.; Robertson, J. y Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74: 3583-3597.
58. Werner, D. 1992. *Symbiosis of plants and microbes*. Ed. Chapman & Hall, Cambridge, UK.



## ANEXOS

**Tabla 9.** Composición química de la fibra de hojas y peciolo de pisonay.

Días de rebrote	REP	FDN(%)	FDA(%)	LDA(%)	HEM(%)	CEL(%)
	1	57.9250	35.9200	9.3025	22.0050	26.6175
	2	58.6953	34.7407	9.3023	23.9546	25.4385
	3	56.3453	33.3498	8.9298	22.9955	24.4200
120 días	X	57.7	34.7	9.2	23.0	25.5
	DE	1.20	1.29	0.22	0.97	1.10
	CV	2.07	3.72	2.44	4.21	4.31
	1	58.9490	34.4667	9.5300	24.4823	24.9367
	2	59.6102	32.3759	9.6505	27.2343	22.7254
	3	57.1984	31.0660	9.2600	26.1324	21.8060
365 días	X	58.6	32.6	9.5	25.9	23.2
	DE	1.25	1.72	0.20	1.39	1.61
	CV	2.13	5.27	2.10	5.37	6.94

X = Promedio; DE = Desviación estándar; CV = Coeficiente de variabilidad;  
 REP = Repeticiones; FDN = Fibra detergente neutro; FDA = Fibra detergente ácido;  
 LDA = Lignina detergente ácido; HEM = Hemicelulosa; CEL = Celulosa



**Tabla 10.** Degradabilidad ruminal de la fibra detergente neutro (FDN) de las hojas y peciolsos del pisonay

Edad	Tiempo	Rep	Bolsas	PI	PF	FDN I(%)	FDN F(%)	FDN DEG(%)	
120	0	1	255	5.00	3.2486	58.695	65.73	27.2687053	
		2	443	5.00	3.3025	58.695	64.09	27.8793645	
		3	331	5.00	3.2267	58.695	65.82	27.6326093	
	3	1	252	5.00	2.8354	58.695	62.62	39.5002131	
		2	485	5.00	2.9306	58.695	63.14	36.9496401	
		3	303	5.00	2.7965	58.695	64.75	38.3005854	
	6	1	867	5.00	2.6935	58.695	61.84	43.2438526	
		2	446	5.00	2.8117	58.695	63.20	39.4502289	
		3	328	5.00	2.6382	58.695	65.18	41.4066244	
	12	1	28	5.00	2.2459	58.695	66.51	49.1016376	
		2	811	5.00	2.1563	58.695	66.30	51.2865197	
		3	375	5.00	2.3152	58.695	63.45	49.9451013	
	24	1	237	5.00	1.8897	58.695	67.97	56.2340278	
		2	274	5.00	1.8727	58.695	67.28	57.0680475	
		3	374	5.00	1.8572	58.695	68.42	56.7019646	
	48	1	41	5.00	1.6968	58.695	67.50	60.9733858	
		2	279	5.00	1.7808	58.695	65.38	60.3277794	
		3	311	5.00	1.7245	58.695	66.82	60.7358575	
	365	0	1	489	5.00	3.0537	59.61	63.02	35.4570322
			2	448	5.00	3.1110	59.61	62.27	35.0037889
			3	450	5.00	3.0232	59.61	63.92	35.1645082
		3	1	592	5.00	2.8917	59.61	62.28	39.5757870
			2	27	5.00	2.9156	59.61	62.30	39.0568143
			3	502	5.00	2.9205	59.61	61.85	39.3953317
6		1	804	5.00	2.7185	59.61	62.29	43.1858083	
		2	817	5.00	2.8439	59.61	62.32	40.5364368	
		3	820	5.00	2.6985	59.61	64.29	41.7930274	
12		1	813	5.00	2.4597	59.61	62.20	48.6687678	
		2	49	5.00	2.3881	59.61	63.37	49.2255322	
		3	50	5.00	2.4412	59.61	62.35	48.9319843	
24		1	493	5.00	2.2449	59.61	61.98	53.3171098	
		2	840	5.00	2.0437	59.61	62.31	57.2748044	
		3	37	5.00	2.1875	59.61	60.86	55.3327543	
48		1	280	5.00	2.1000	59.61	60.42	57.4294580	
		2	807	5.00	2.1405	59.61	61.09	56.1272840	
		3	35	5.00	2.0950	59.61	61.23	56.9614679	

REP = Repeticiones; PI = Peso inicial; PF = Peso final; FDN I = Fibra detergente neutro inicial; FDN F = Fibra detergente neutro final; FDN DEG = Fibra detergente neutro degradable.



**Tabla 11.** Degradabilidad ruminal de la fibra detergente ácido (FDA) de las hojas y peciolo del pisonay.

Edad	Tiempo	Rep	Bolsas	PI	PF	FDA I(%)	FDA F(%)	FDA DEG(%)	
120	0	1	255	5.00	3.2486	34.741	49.43	7.59128536	
		2	443	5.00	3.3025	34.741	49.39	6.09841303	
		3	331	5.00	3.3112	34.741	48.85	6.88040873	
	3	1	252	5.00	2.8354	34.741	48.40	20.9956915	
		2	485	5.00	2.9306	34.741	48.96	17.3982908	
		3	303	5.00	2.9155	34.741	48.15	19.1834295	
	6	1	867	5.00	2.6935	34.741	49.16	23.7710507	
		2	446	5.00	2.8117	34.741	49.15	20.4420502	
		3	328	5.00	2.7814	34.741	48.57	22.2281136	
	12	1	28	5.00	2.2459	34.741	52.08	32.6632006	
		2	811	5.00	2.1563	34.741	53.11	34.0709886	
		3	375	5.00	2.1725	34.741	53.22	33.4380962	
	24	1	237	5.00	1.8897	34.741	53.50	41.7980246	
		2	274	5.00	1.8727	34.741	53.57	42.2461505	
			374	5.00	1.8912	34.741	52.56	42.7752511	
	48	1	41	5.00	1.6968	34.741	54.59	46.6745131	
		2	279	5.00	1.7808	34.741	52.84	45.8287277	
		3	311	5.00	1.6847	34.741	54.14	47.4912225	
	365	0	1	489	5.00	3.0537	32.376	48.69	8.18601787
			2	448	5.00	3.1110	32.376	48.27	7.23482018
			3	450	5.00	3.1205	32.376	48.17	7.14431160
		3	1	592	5.00	2.8917	32.376	46.86	16.2927258
			2	27	5.00	2.9156	32.376	47.79	13.9258678
			3	502	5.00	2.7814	32.376	48.36	16.9083423
6		1	804	5.00	2.7185	32.376	47.51	20.2148532	
		2	817	5.00	2.8439	32.376	47.44	16.6574695	
		3	820	5.00	2.8179	32.376	46.95	18.2723795	
12		1	813	5.00	2.4597	32.376	47.84	27.3089415	
		2	49	5.00	2.3881	32.376	48.38	28.6282980	
		3	50	5.00	2.3692	32.376	48.87	28.4760083	
24		1	493	5.00	2.2449	32.376	48.17	33.1992518	
		2	840	5.00	2.0437	32.376	49.27	37.7975647	
		3	37	5.00	2.1436	32.376	49.58	34.3464897	
48		1	280	5.00	2.1000	32.376	47.18	38.7952805	
		2	807	5.00	2.1405	32.376	48.61	35.7240456	
		3	35	5.00	2.1120	32.376	47.85	37.5714085	

REP = Repeticiones; PI = Peso inicial; PF = Peso final; FDN I = Fibra detergente ácido inicial; FDN F = Fibra detergente ácido final; FDN DEG = Fibra detergente ácido degradable.





### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDN – 0 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	86.97967227	86.97967227	1181.99	0.0001
Error	4	0.29435013	0.07358753		
Corrected Total	5	87.27402240			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.996627	0.863890	0.27127022	31.40100133

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	86.97967227	86.97967227	1181.99	0.0001

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDN – 3 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.79032891	1.79032891	2.11	0.2201
Error	4	3.39535793	0.84883948		
Corrected Total	5	5.18568684			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.345244	2.374769	0.92132485	38.79639517

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	1.79032891	1.79032891	2.11	0.2201

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDN – 6 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.33349949	0.33349949	0.12	0.7420
Error	4	10.71083296	2.67770824		
Corrected Total	5	11.04433246			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.030196	3.933331	1.63637045	41.60266300

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.33349949	0.33349949	0.12	0.7420



## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDN – 12 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	12

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2.04981228	2.04981228	3.17	0.1494
Error	4	2.58332779	0.64583195		
Corrected Total	5	4.63314006			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.442424	1.622637	0.80363670	49.52659050

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	2.04981228	2.04981228	3.17	0.1494

## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDN – 24 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2.77354735	2.77354735	1.36	0.3090
Error	4	8.18209730	2.04552432		
Corrected Total	5	10.95564464			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.253161	2.554503	1.43021828	55.98811817

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	2.77354735	2.77354735	1.36	0.3090

## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDN – 48 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	22.11384215	22.11384215	81.64	0.0008
Error	4	1.08343038	0.27085759		
Corrected Total	5	23.19727253			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.953295	0.885716	0.52043981	58.75920550

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	22.11384215	22.11384215	81.64	0.0008





## Análisis estadístico de la degradabilidad ruminal de la FDA

The SAS System

OBS	EDAD	HORAS	DEGRAD
1	120	0	7.5913
2	120	0	6.0984
3	120	0	6.8804
4	120	3	20.9957
5	120	3	17.3983
6	120	3	19.1834
7	120	6	23.7711
8	120	6	20.4421
9	120	6	22.2281
10	120	12	32.6632
11	120	12	34.0710
12	120	12	33.4381
13	120	24	41.7980
14	120	24	42.2462
15	120	24	42.7753
16	120	48	46.6745
17	120	48	45.8287
18	120	48	47.4912
19	365	0	8.1860
20	365	0	7.2348
21	365	0	7.1443
22	365	3	16.2927
23	365	3	13.9259
24	365	3	16.9083
25	365	6	20.2149
26	365	6	16.6575
27	365	6	18.2724
28	365	12	27.3089
29	365	12	28.6283
30	365	12	28.4760
31	365	24	33.1993
32	365	24	37.7976
33	365	24	34.3465
34	365	48	38.7953
35	365	48	35.7240
36	365	48	37.5714

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	6	0 3 6 12 24 48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	5688.73758395	517.15796218	274.34	0.0001
Error	24	45.24187191	1.88507800		
Corrected Total	35	5733.97945586			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.992110	5.267984	1.37298143	26.06274957

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	200.17925946	200.17925946	106.19	0.0001
HORAS	5	5400.57210005	1080.11442001	572.98	0.0001
EDAD*HORAS	5	87.98622443	17.59724489	9.34	0.0001



### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDA – 0 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.66336583	0.66336583	1.49	0.2893
Error	4	1.78121728	0.44530432		
Corrected Total	5	2.44458311			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.271362	9.282123	0.66731126	7.18920947

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.66336583	0.66336583	1.49	0.2893

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDA – 3 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	18.20207442	18.20207442	6.37	0.0651
Error	4	11.42948671	2.85737168		
Corrected Total	5	29.63156114			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.614280	9.686567	1.69037619	17.45072462

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	18.20207442	18.20207442	6.37	0.0651

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDA – 6 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	21.26853169	21.26853169	7.15	0.0556
Error	4	11.89634629	2.97408657		
Corrected Total	5	33.16487798			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.641297	8.510298	1.72455402	20.26431945

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	21.26853169	21.26853169	7.15	0.0556



## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDA – 12 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	12

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	41.39121101	41.39121101	81.31	0.0008
Error	4	2.03627389	0.50906847		
Corrected Total	5	43.42748491			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.953111	2.319219	0.71349035	30.76425553

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	41.39121101	41.39121101	81.31	0.0008

## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDA – 24 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	76.87062171	76.87062171	25.76	0.0071
Error	4	11.93543029	2.98385757		
Corrected Total	5	88.80605200			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.865601	4.464243	1.72738460	38.69378873

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	76.87062171	76.87062171	25.76	0.0071

## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la FDA – 48 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	129.76967923	129.76967923	84.22	0.0008
Error	4	6.16311744	1.54077936		
Corrected Total	5	135.93279667			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.954661	2.954433	1.24128134	42.01419965

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	129.76967923	129.76967923	84.22	0.0008



## Análisis estadístico de la degradabilidad ruminal de la HEM

The SAS System

OBS	EDAD	HORAS	DEGRAD
1	120	0	55.8063
2	120	0	59.4677
3	120	0	57.6370
4	120	3	66.3368
5	120	3	65.3044
6	120	3	65.8206
7	120	6	71.4847
8	120	6	67.0173
9	120	6	69.2510
10	120	12	72.9419
11	120	12	76.2538
12	120	12	74.5978
13	120	24	77.1702
14	120	24	78.5639
15	120	24	77.8670
16	120	48	81.7107
17	120	48	81.3554
18	120	48	81.5330
19	365	0	67.8766
20	365	0	68.0153
21	365	0	67.9460
22	365	3	67.2545
23	365	3	68.9323
24	365	3	68.0934
25	365	6	70.4935
26	365	6	68.9236
27	365	6	69.7085
28	365	12	74.0612
29	365	12	73.7114
30	365	12	73.8863
31	365	24	77.2331
32	365	24	80.4292
33	365	24	78.8311
34	365	48	79.5816
35	365	48	80.3825
36	365	48	79.9821

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	6	0 3 6 12 24 48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	1604.57281009	145.87025546	109.84	0.0001
Error	24	31.87224754	1.32801031		
Corrected Total	35	1636.44505763			

R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
0.980523	1.598411	1.15239330	72.09616092

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	34.46200122	34.46200122	25.95	0.0001
HORAS	5	1431.33716089	286.26743218	215.56	0.0001
EDAD*HORAS	5	138.77364798	27.75472960	20.90	0.0001



### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la HEM – 0 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	159.41155145	159.41155145	95.00	0.0006
Error	4	6.71238578	1.67809644		
Corrected Total	5	166.12393722			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.959594	2.063040	1.29541362	62.79150000

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	159.41155145	159.41155145	95.00	0.0006

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la HEM – 3 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	7.74821157	7.74821157	15.97	0.0162
Error	4	1.94038329	0.48509582		
Corrected Total	5	9.68859486			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.799725	1.040202	0.69648821	66.95702400

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	7.74821157	7.74821157	15.97	0.0162

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la HEM – 6 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.31399552	0.31399552	0.11	0.7547
Error	4	11.21141743	2.80285436		
Corrected Total	5	11.52541295			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.027244	2.409583	1.67417274	69.47978017

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.31399552	0.31399552	0.11	0.7547



### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la HEM – 12 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	12

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.75943091	0.75943091	0.55	0.5003
Error	4	5.54545755	1.38636439		
Corrected Total	5	6.30488846			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.120451	1.585947	1.17743976	74.24204100

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.75943091	0.75943091	0.55	0.5003

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la HEM – 24 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1.39428624	1.39428624	0.92	0.3924
Error	4	6.07878931	1.51969733		
Corrected Total	5	7.47307555			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.186575	1.573420	1.23276004	78.34907783

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	1.39428624	1.39428624	0.92	0.3924

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la HEM – 48 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	3.60817351	3.60817351	37.60	0.0036
Error	4	0.38381418	0.09595355		
Corrected Total	5	3.99198769			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.903854	0.383572	0.30976369	80.75754250

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	3.60817351	3.60817351	37.60	0.0036



## Análisis estadístico de la degradabilidad ruminal de la CEL

The SAS System

OBS	EDAD	HORAS	DEGRAD
1	120	0	16.3600
2	120	0	14.9399
3	120	0	15.6500
4	120	3	25.9898
5	120	3	22.3529
6	120	3	24.1714
7	120	6	30.6043
8	120	6	27.5148
9	120	6	29.0596
10	120	12	40.1057
11	120	12	40.1387
12	120	12	40.1222
13	120	24	49.6793
14	120	24	49.6314
15	120	24	49.6553
16	120	48	54.6159
17	120	48	54.3433
18	120	48	54.4796
19	365	0	20.4810
20	365	0	18.3558
21	365	0	19.4184
22	365	3	24.5182
23	365	3	22.5857
24	365	3	23.5520
25	365	6	27.6755
26	365	6	26.0913
27	365	6	26.8834
28	365	12	36.7904
29	365	12	37.1803
30	365	12	36.9853
31	365	24	43.3377
32	365	24	45.5024
33	365	24	44.4201
34	365	48	48.1594
35	365	48	45.3135
36	365	48	46.7365

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	6	0 3 6 12 24 48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	5433.10907591	493.91900690	488.18	0.0001
Error	24	24.28228571	1.01176190		
Corrected Total	35	5457.39136162			

R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
0.995551	2.935874	1.00586376	34.26113992

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	57.32291044	57.32291044	56.66	0.0001
HORAS	5	5258.32287843	1051.66457569	1039.44	0.0001
EDAD*HORAS	5	117.46328704	23.49265741	23.22	0.0001



### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la CEL – 0 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	0

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	21.30154801	21.30154801	26.08	0.0069
Error	4	3.26655668	0.81663917		
Corrected Total	5	24.56810468			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.867041	5.153823	0.90368090	17.53418417

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	21.30154801	21.30154801	26.08	0.0069

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la CEL – 3 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.57545853	0.57545853	0.27	0.6299
Error	4	8.48100293	2.12025073		
Corrected Total	5	9.05646146			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.063541	6.102290	1.45610808	23.86166567

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.57545853	0.57545853	0.27	0.6299

### Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la CEL – 6 HORAS

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	6

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	7.10345847	7.10345847	4.71	0.0957
Error	4	6.02748691	1.50687173		
Corrected Total	5	13.13094538			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.540971	4.388565	1.22754704	27.97149317

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	7.10345847	7.10345847	4.71	0.0957





## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la CEL – 12 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	12

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	14.76019673	14.76019673	771.56	0.0001
Error	4	0.07652084	0.01913021		
Corrected Total	5	14.83671757			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.994842	0.358751	0.13831200	38.55379450

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	14.76019673	14.76019673	771.56	0.0001

## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la CEL – 24 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	24

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	41.11185284	41.11185284	70.16	0.0011
Error	4	2.34398696	0.58599674		
Corrected Total	5	43.45583980			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.946060	1.627428	0.76550424	47.03768517

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	41.11185284	41.11185284	70.16	0.0011

## Efectos simples interacción EDAD\*HORAS de la CEL – 48 HORAS

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
HORAS	1	48

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	89.93368291	89.93368291	88.03	0.0007
Error	4	4.08673139	1.02168285		
Corrected Total	5	94.02041430			

	R-Square	C.V.	Root MSE	DEGRAD Mean
	0.956534	1.997279	1.01078328	50.60801683

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	89.93368291	89.93368291	88.03	0.0007



## Análisis estadístico de la cinética ruminal de la FDN

The SAS System

OBS	EDAD	DEGRAD	PARAM
1	120	1	31.2778
2	120	1	33.0143
3	120	1	32.1462
4	120	2	9.8274
5	120	2	9.1017
6	120	2	9.2379
7	120	3	19.4207
8	120	3	19.8975
9	120	3	19.4885
10	365	1	22.5876
11	365	1	24.3199
12	365	1	23.6055
13	365	2	6.9752
14	365	2	7.9375
15	365	2	7.4498
16	365	3	12.1426
17	365	3	13.8503
18	365	3	13.0750

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	3	1 2 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	1325.19743053	265.03948611	591.23	0.0001
Error	12	5.37944903	0.44828742		
Corrected Total	17	1330.57687956			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.995957	3.821647	0.66954269	17.51974287

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	147.16733709	147.16733709	328.29	0.0001
DEGRAD	2	1142.62519091	571.31259545	1274.43	0.0001
EDAD*DEGRAD	2	35.40490253	17.70245127	39.49	0.0001

### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la FDN – fracción degradable

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	112.02070171	112.02070171	148.20	0.0003
Error	4	3.02348718	0.75587180		
Corrected Total	5	115.04418889			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.973719	3.124534	0.86940888	27.82522908

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	112.02070171	112.02070171	148.20	0.0003



## Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la FDN – tasa de degradación

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5.61530767	5.61530767	29.53	0.0056
Error	4	0.76058756	0.19014689		
Corrected Total	5	6.37589523			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.880709	5.177880	0.43605836	8.42156172

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	5.61530767	5.61530767	29.53	0.0056

## Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la FDN – degradabilidad efectiva

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	64.93623025	64.93623025	162.81	0.0002
Error	4	1.59537428	0.39884357		
Corrected Total	5	66.53160453			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.976021	3.871528	0.63154063	16.31243782

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	64.93623025	64.93623025	162.81	0.0002



## Análisis estadístico de la cinética ruminal de la FDA

The SAS System

OBS	EDAD	DEGRAD	PARAM
1	120	1	37.5462
2	120	1	40.4551
3	120	1	40.3198
4	120	2	8.7442
5	120	2	8.9465
6	120	2	8.7207
7	120	3	22.2672
8	120	3	24.2152
9	120	3	23.8859
10	365	1	29.9087
11	365	1	32.1004
12	365	1	30.2354
13	365	2	7.8270
14	365	2	9.2660
15	365	2	8.5302
16	365	3	16.9303
17	365	3	19.4839
18	365	3	17.7502

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	3	1 2 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	2256.62695802	451.32539160	365.26	0.0001
Error	12	14.82749432	1.23562453		
Corrected Total	17	2271.45445234			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.993472	5.168393	1.11158649	21.50739141

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	103.05112301	103.05112301	83.40	0.0001
DEGRAD	2	2099.43032098	1049.71516049	849.54	0.0001
EDAD*DEGRAD	2	54.14551403	27.07275702	21.91	0.0001

### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la FDA – fracción degradable

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	113.33245880	113.33245880	55.37	0.0017
Error	4	8.18701030	2.04675257		
Corrected Total	5	121.51946910			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.932628	4.076583	1.43064761	35.09428126

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	113.33245880	113.33245880	55.37	0.0017



## Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la FDA – tasa de degradación

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.10355835	0.10355835	0.39	0.5669
Error	4	1.06634636	0.26658659		
Corrected Total	5	1.16990470			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.088519	5.953578	0.51632024	8.67243633

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.10355835	0.10355835	0.39	0.5669

## Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la FDA – degradabilidad efectiva

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	43.76061990	43.76061990	31.40	0.0050
Error	4	5.57413766	1.39353441		
Corrected Total	5	49.33475756			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.887014	5.687567	1.18048059	20.75545664

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	43.76061990	43.76061990	31.40	0.0050



## Análisis estadístico de la cinética ruminal de la HEM

The SAS System

OBS	EDAD	DEGRAD	PARAM
1	120	1	56.8446
2	120	1	59.2739
3	120	1	54.7614
4	120	2	22.5645
5	120	2	22.2347
6	120	2	24.2349
7	120	3	14.6799
8	120	3	9.5211
9	120	3	19.8300
10	120	4	72.8623
11	120	4	72.9133
12	120	4	73.3669
13	365	1	66.7691
14	365	1	66.7459
15	365	1	66.0226
16	365	2	14.0998
17	365	2	15.9084
18	365	2	13.8054
19	365	3	5.3584
20	365	3	5.2088
21	365	3	6.2785
22	365	4	73.4208
23	365	4	74.1386
24	365	4	73.0819

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	4	1 2 3 4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	7	17871.77871081	2553.11124440	583.57	0.0001
Error	16	69.99924538	4.37495284		
Corrected Total	23	17941.77795619			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.996099	5.101942	2.09163879	40.99691236

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	20.62646429	20.62646429	4.71	0.0453
DEGRAD	3	17505.34183655	5835.11394552	1333.75	0.0001
EDAD*DEGRAD	3	345.81040996	115.27013665	26.35	0.0001

### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la HEM – fracción soluble

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	136.87682423	136.87682423	51.84	0.0020
Error	4	10.56157638	2.64039410		
Corrected Total	5	147.43840061			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.928366	2.632050	1.62492895	61.73626095

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	136.87682423	136.87682423	51.84	0.0020



### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la HEM – fracción degradable

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	106.01222574	106.01222574	86.65	0.0007
Error	4	4.89355652	1.22338913		
Corrected Total	5	110.90578226			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.955876	5.880857	1.10606923	18.80796004

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	106.01222574	106.01222574	86.65	0.0007

### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la HEM – tasa de degradación

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	123.17344350	123.17344350	9.16	0.0389
Error	4	53.80763362	13.45190840		
Corrected Total	5	176.98107711			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.695970	36.14863	3.66768434	10.14612150

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	123.17344350	123.17344350	9.16	0.0389

### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la HEM – degradabilidad efectiva

#### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	4

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.37438079	0.37438079	2.03	0.2270
Error	4	0.73647886	0.18411972		
Corrected Total	5	1.11085965			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.337019	0.585413	0.42909173	73.29730695

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	0.37438079	0.37438079	2.03	0.2270



## Análisis estadístico de la cinética ruminal de la CEL

The SAS System

OBS	EDAD	DEGRAD	PARAM
1	120	1	38.7512
2	120	1	41.8199
3	120	1	33.8695
4	120	2	7.7533
5	120	2	7.4831
6	120	2	9.4826
7	120	3	38.6612
8	120	3	37.3858
9	120	3	41.3249
10	365	1	30.1816
11	365	1	30.6830
12	365	1	30.2388
13	365	2	6.2285
14	365	2	8.1847
15	365	2	6.4341
16	365	3	35.1133
17	365	3	34.5029
18	365	3	38.0742

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	3	1 2 3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	5	3341.81647249	668.36329450	153.22	0.0001
Error	12	52.34546858	4.36212238		
Corrected Total	17	3394.16194108			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.984578	7.895087	2.08856946	26.45403918

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	75.60510300	75.60510300	17.33	0.0013
DEGRAD	2	3232.92538949	1616.46269475	370.57	0.0001
EDAD*DEGRAD	2	33.28598000	16.64299000	3.82	0.0522

### Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la CEL – fracción degradable

Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	1

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	90.77121840	90.77121840	11.24	0.0285
Error	4	32.30276646	8.07569162		
Corrected Total	5	123.07398486			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.737534	8.295379	2.84177614	34.25734062

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	90.77121840	90.77121840	11.24	0.0285





## Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la CEL – tasa de degradación

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2.49820534	2.49820534	2.14	0.2171
Error	4	4.66504613	1.16626153		
Corrected Total	5	7.16325148			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.348753	14.22019	1.07993589	7.59438679

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	2.49820534	2.49820534	2.14	0.2171

## Efectos simples interacción EDAD\*DEGRAD de la CEL – degradabilidad efectiva

### Analysis of Variance Procedure

Class	Levels	Values
EDAD	2	120 365
DEGRAD	1	3

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	15.62165926	15.62165926	4.06	0.1140
Error	4	15.37765599	3.84441400		
Corrected Total	5	30.99931525			

R-Square	C.V.	Root MSE	PARAM Mean
0.503936	5.227132	1.96071772	37.51039014

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
EDAD	1	15.62165926	15.62165926	4.06	0.1140





**Figuras 7 y 8.** Recolección de hojas y peciolos de pisonay.





**Figura 9.** Oreado y secado parcial de hojas y peciolo.



**Figura 10.** Triturado y molido de hojas - peciolo de pisonay.

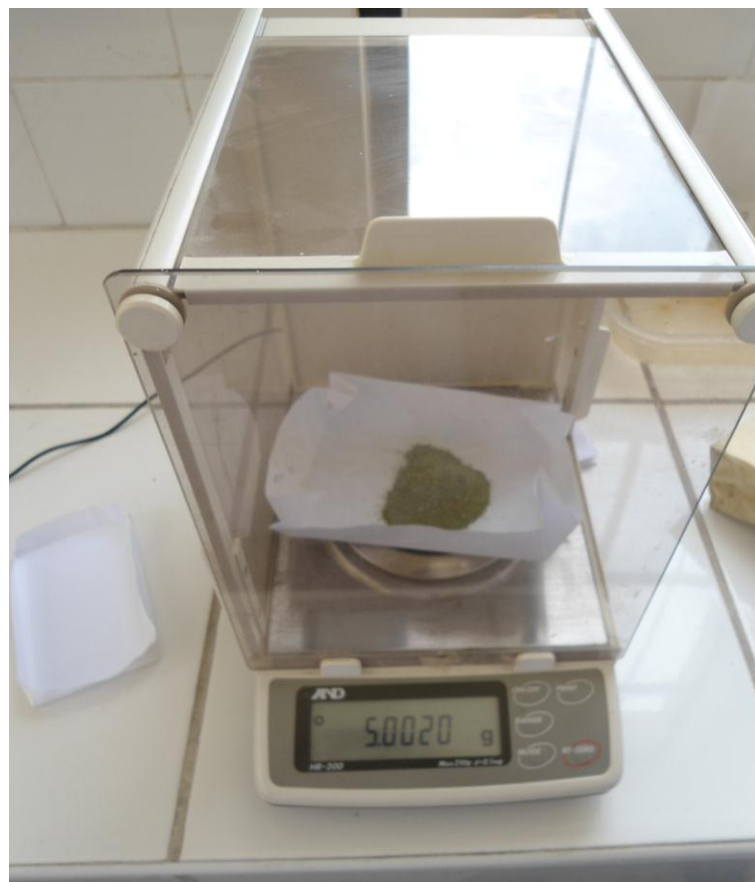


**Figura 11.** Secado total de la harina de pisonay.



**Figura 12.** Materiales usados para incubación de muestras.





**Figuras 13 y 14.** Pesaje de bolsas de nylon dacrón y muestras de pisonay.



**Figura 15.** Preparación de bolsas de nylon dacrón con muestras de pisonay.



**Figura 16.** Introducción de muestras para su incubación ruminal.



**Figura 17.** Extracción de las muestras incubadas.



**Figura 18.** Lavado de muestras.





Figura 19. Secado de muestras.



Figura 20. Pesado e identificado de muestras.





**Figura 21.** Degradabilidad del pisonay a las 0 horas.