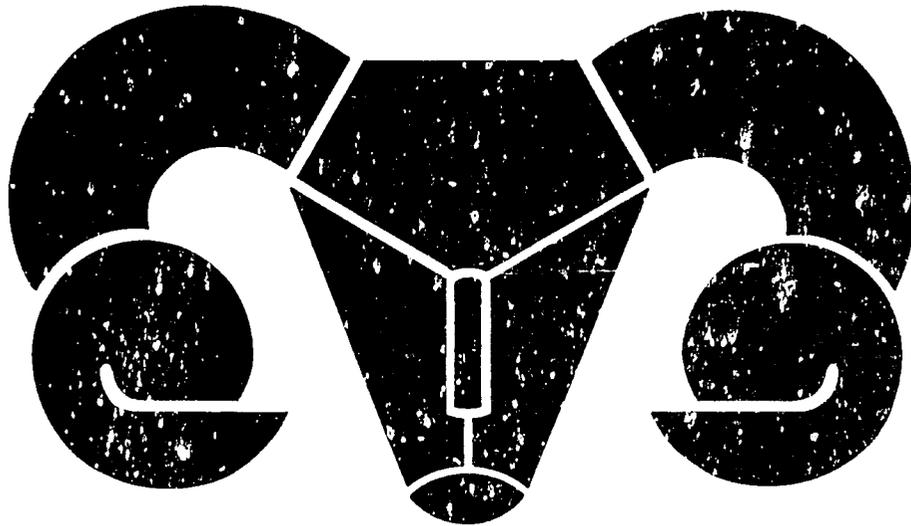


- PN-ABC-797



**INVESTIGACIONES SOBRE PASTOS Y FORRAJES
DE
TEXAS TECH UNIVERSITY
EN EL PERU**

VOLUMEN III

**EDITORES
L. C. FIERRO
R. FARFAN**

**RUMIANTES MENORES
PROGRAMA COLABORATIVO PARA EL APOYO A LA INVESTIGACION
IN COLLABORATION WITH
THE UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (U.S.-AID)
GRANT DSAN/XII-G-0049, AND
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION Y PROMOCION AGROPECUARIA
(INIPA) PERU**

**TECHNICAL ARTICLE T-9-468 OF THE
COLLEGE OF AGRICULTURAL SCIENCES
TEXAS TECH UNIVERSITY, LUBBOCK**

1986

CONTENIDO - CONTENTS

	Pág.
COMITE REVISOR -----	i
INTRODUCCION -----	ii
Introduction -----	iii
ESTUDIO AUTOECOLOGICO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS DE LOS PASTIZALES DE LA PUNA PERUANA. -----	1
Autoecological studies of the key grass species of the Andean grasslands.-----	1
DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LOS PASTIZALES NATURALES DE LA SIERRA CENTRAL.-----	14
Nutrient content of the key grass species of the Central Andes. -----	14
RELACIONES SUELO-PLANTA-AGUA DE ESPECIES CLAVE EN LOS PASTIZALES DEL SUR DEL PERU. -----	25
Soil-plant-water relationships of the key grass species in Southern Peru. -----	25
COMPORTAMIENTO Y GASTO ENERGETICO DE OVINOS EN PASTOREO EN EL ALTIPLANO DEL PERU. -----	58
Grazing sheep behavior and energy budgets in the Altiplano region of Southern Peru. -----	58
SELECCION Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE ALPACAS EN DOS SITIOS DE LOS ANDES DEL PERU. -----	76
Diet content of alpacas in two range sites of the Southern Andes of Peru. -----	76

W

	Pág.
CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE DE LLAMAS (<u>Lama glama</u>) EN PASTOREO EN UN PASTIZAL ANDINO DEL SUR DEL PERU.-----	89
Voluntary intake of llamas in the Andes of Southern Peru. -----	89
CONSUMO DE FORRAJE DE ALPACAS EN PASTOREO EN EL SUR DEL PERU. -----	99
Forage intake of grazing alpacas in Southern Peru.-----	99
SIMULACION COMPUTARIZADA DE LA PRODUCCION DE OVINOS CORRIEDALE EN PASTOREO EN EL ALTIPLANO PERUANO.-----	107
Systems analysis and computer simulations of Corriedale range ewes in Peruvian Altiplano. -----	107
VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE LLAMAS (<u>Lama glama</u>) EN PASTOREO DURANTE LA EPOCA DE SEQUIA Y LA EPOCA DE LLUVIAS EN EL SUR DEL PERU. -----	119
Nutritive value of llama diets during the drought and rainy seasons in Southern Peru. -----	119

COMITE REVISOR

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Dr. Arturo Florez M.
Ing. Efraín Malpartida I.
Ing. Javier Arias

TEXAS A&M UNIVERSITY

Dr. Thomas Cartwright
Dr. Harvey Blackburn

TEXAS TECH UNIVERSITY

Dr. B.L. Allen
Dr. Carlton Britton
Dr. Fred. C. Bryant
Dr. Frank Craddock
Dr. Bill E. Dahl
Dr. Russell Pettit
Dr. Ronald Sosebee

INTRODUCCION

El presente volúmen, sigue cumpliendo con el objetivo de divulgar al máximo entre los peruanos, los resultados de los trabajos de investigación sobre Manejo de Pastos y Forrajes que ha conducido Texas Tech University en el Perú, como parte del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación sobre Rumiantes Menores de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID) del Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica.

Esta serie de publicaciones ha sido posible gracias a la iniciativa y entusiasmo del Dr. Fred C. Bryant, Investigador Principal del proyecto. Deseamos también reconocer el esfuerzo de todos los autores que han participado, de los Comités Revisores y muy especialmente la cooperación del Dr. Arturo Florez Martínez, líder nacional de manejo de pastos y forrajes y del Ing. Juan Astorga Neira, pilar del manejo de pastos en el Sur del Perú. Es muy justo mencionar que la realización de los trabajos publicados en esta serie, no hubiese sido posible sin el apoyo logístico siempre eficaz del Dr. Benjamín Quijandría, Coordinador del Programa en el Perú y del personal de su oficina en Lima.

Como un respetuoso y modesto homenaje, dedicamos este - volúmen a la memoria del Dr. Dave Robinson, Director General del Programa de Rumiantes Menores, quien falleciese el pasado Diciembre. Descanse en paz, quien mucho diera en beneficio de nuestro programa.

L.C.FIERRO

R.FARFAN

Editores.



FOREWORD

Volume III is a continuation of our Spanish publication series sponsored by the Texas Tech University, Range and Forages Component of the U.S.A.I.D. Small Ruminant Collaboration Research Support Program. Our objective is to publish range and forages management research results generated by Texas Tech University in Peru. As per our past Volumes (I & II) an English title and abstract are included for each article for the benefit of English speaking scientists.

We sincerely hope that this publication series is achieving its purpose of providing original research results produced in Peru through the unified effort of Peruvian and American scientists. The work was made possible thanks to the enthusiasm and direction of Dr. Fred C. Bryant, Principal Investigator of Texas Tech's component of the SR-CRSP. Our appreciation also goes to all the authors, to the review committees and particularly to Dr. Arturo Florez, Range and Forages Research and Educational Leader at La Molina, and to Ing. Juan Astorga, Range Scientist at UNTA in southern Peru. We also especially thank Dr. Ben Quijandria, Site Coordinator of the SR-CRSP, and his excellent staff in Lima. This logistical support was paramount to all these studies being conducted and completed.

We wish to dedicate Volume III to the memory of Dr. David Robinson, Program Director of the Small Ruminant-CRSP. Dr. Robinson was one of the most talented individuals ever to work in the field of international agriculture.

Dr. Robinson was an exemplary leader, a brilliant planner, negotiator, and director, and an esteemed scientist. But most of us will remember Dave best because of sensitivity to all peoples of the world. Any small success we have had would not have been possible were it not for his leadership, guidance, friendship, and tireless effort.

L. C. Fierro

and

R. Farfan,

Editors



ESTUDIO AUTOECOLOGICO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES FORRAJERAS NATIVAS DE
LOS PASTIZALES DE LA PUNA PERUANA

L.S. Bueno y A. Florez.

ABSTRACT

An autoecological study of five key grass species of the Andean region was undertaken during two years in Central Peru. The species included were Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Stipa brachyphylla, Calamagrostis vicuniarum and Poa candamoana. This was the first study of this kind, and provides useful information for better management of high altitude grasslands in Central Peru.

Key words: Grass autoecology, Alpine grasslands.

Constituyendo el pasto natural el recurso forrajero más abundante y a la vez más económico para la producción de carnes, y teniendo en cuenta el mal manejo al que están siendo sometidos los pastizales actualmente; la optimización de su empleo será el más importante pilar de la política ganadera nacional. Esto implica diseñar un adecuado sistema de manejo de pastizales. Para alcanzar esta meta, es fundamental el conocimiento de las especies que componen la comunidad, lo cual se logra con la realización de estudios autoecológicos. Conociendo la autoecología de las principales especies forrajeras es posible establecer los eventos fenológicos, que indicarán las etapas de su ciclo biológico, períodos de crecimiento, de reproducción y la influencia del pastoreo en estos estados vegetativos.

Referente a las gramíneas altoandinas del Perú, no existen estudios autoecológicos completos; sólo se han efectuado investigaciones aisladas sobre diferentes tópicos. Así, dentro de los estudios botánicos y sistemáticos, Macbride (1961) clasificó las especies vegetales entre las que encontraban las forrajeras altoandinas: Infantas (1952) realizó un estu-

Los autores son, respectivamente, Tesista de la Universidad Nacional Agraria La Molina y Jefe del Programa de Forrajes de esa Institución.

dio botánico, químico y fitogeográfico del género Festuca; en igual forma Tovar (1960, 1965) estudió los géneros Calamagrostis y Poa respectivamente; así mismo Velarde (1961) estudió el género Stipa; Segura (1958) Tapia (1959) y Masías (1962), efectuaron estudios de las principales gramíneas forrajeras de Junín, Puno y el Callejón de Huaylas, respectivamente.

En 1980, Florez y Malpartida, estudiaron la autoecología de las principales especies forrajeras nativas de los pastizales de la Zona Rígida de Pampa Galeras. Determinaron la ocurrencia y duración de los eventos fenológicos: rebrote, elongación, espigado, floración, semilleo, diseminación e hibernación; de ocho especies nativas; Calamagrostis vicunarium, Festuca rigescens, Muhlenbergia ligularis, Muhlenbergia peruviana, Stipa brachyphylla, Stipa ichu y Stipa obtusa. Concluyeron que, en forma general, para todas las especies estudiadas el patrón de eventos fenológicos comienza en Diciembre con el rebrote, estando las plantas en la etapa de elongación en Enero; el espigado se presenta en Febrero y la floración entre Marzo y Abril; la presencia de semillas ocurre entre Abril y Mayo; concluyendo el ciclo vegetativo de todas las especies en Junio, excepto Muhlenbergia peruviana que lo hace en Julio. Inmediatamente después, coincidente con la falta de lluvias y con la presencia de bajas temperaturas, las plantas entran a un estado de hibernación hasta el próximo período de crecimiento a partir de Diciembre.

Son objetivos del presente estudio el determinar los eventos fenológicos de las especies: Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Stipa brachyphylla, Calamagrostis vicunarium y Poa candamoana, consideradas como claves en la Sierra Central del Perú.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en la Unidad de Producción Corpacancha de la SAIS Pachacutec, ubicada en el distrito de Marcapomacocha, provincia de Yauli, departamento de Junín, a una altura de 4,250 m.s.n.m.

El área de estudio está constituida por pastizales que se caracterizan por una composición florística polífita y donde las especies gramínoideas en su mayoría pertenecen a las subclases monocotiledoneas y dicotiledoneas. Los elementos característicos de estos pastizales constituyen vigorosos tipos de gramíneas perennes, principalmente especies de los géneros Festuca y Calamagrostis, llamadas todas éstas "ichu" por los lugareños. Acompañando a las gramíneas se encuentra una rica vegetación herbácea, caracterizada esencialmente por un tallo simple, ligeramente ramificado y al mismo tiempo subterráneo, de manera que sólo las hojas son visibles, tal es el caso de plantas arrossetadas, como Nototriche y Hypochoeris.

De acuerdo al mapa ecológico del Perú (ONERN, 1976), el área experimental se encuentra localizada dentro de la zona andina, con características ecoclimáticas que pertenecen a la formación vegetal y piso altitudinal de Páramo muy húmedo sub-andino y tundra pluvial andino.

En vista que desde 1972 en Corpacancha no se consignaban datos climatológicos, en Mayo de 1981 el Proyecto Rumiantes Menores-Texas Tech University, instaló una estación meteorológica en dicho lugar. Es entonces que a partir de Junio del mismo año se comenzaron a registrar diariamente datos de precipitación pluvial y temperaturas. En el Cuadro 1, se presentan los valores promedio de las temperaturas y precipitaciones pluviales en la zona de estudio, desde Junio de 1981 hasta Diciembre de 1982.

Un estudio total de las gramíneas de la puna peruana sería tarea de una larga investigación científica, por lo que dadas las limitaciones, en el presente estudio sólo se han considerado especies dominantes. De esta manera sólo las siguientes especies fueron incluidas en el estudio: Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Stipa brachyphylla, Calamagrostis vicunarum y Poa candamoana.

CUADRO 1. Datos climatológicos de la U.P. Corpacancha. 1981 - 82.

Meses	Temperatura \bar{x} /día (°C)		Precipitación (mm)
	Mínima	Máxima	
Junio 1981	12.85	-5.63	7.62
Julio	13.07	-5.56	0.43
Agosto	11.71	-3.33	42.41
Setiembre	12.20	-4.66	89.91
Octubre	12.97	-2.90	82.80
Noviembre	12.33	0.81	84.07
Diciembre	12.97	0.46	102.87
Enero 1982	12.72	1.110	146.05
Febrero	12.97	0.950	172.46
Marzo	13.20	0.038	77.70
Abril	11.70	-0.483	62.23
Mayo	13.65	-4.710	9.65
Junio	12.98	-4.480	17.52
Julio	12.57	-6.200	4.57
Agosto	11.64	-2.900	53.086
Setiembre	11.88	-2.220	59.18
Octubre	12.43	-0.683	103.12
Noviembre	12.77	0.220	164.88
Diciembre	13.94	-0.110	98.29

A cada una de las especies consideradas se les estudió los siguientes eventos fenológicos durante dos años. 1)Elongación, o estado de crecimiento inicial, en el cual la planta está en crecimiento previo al alargamiento de los tallos. 2)Espigado, o estado de crecimiento avanzado, en la que las flores comienzan a aparecer dentro de la última hoja. 3)Floración, período en el que 1/10 a 2/3 de la planta están floreciendo. 4)Semillero, estado en el cual las semillas se encuentran bien formadas. y 4) Diseminación, etapa en la que las semillas caen.

Se determinaron las fechas de aparición de cada uno de estos eventos fenológicos, así como su duración correspondiente. Considerando las cinco especies a estudiar con tres repeticiones; se distribuyeron al azar estacas identificadas y que representaban en cada especie en cinco eventos fenológicos.

RESULTADOS Y DISCUSION

En forma general, las especies evaluadas inician su rebrote cuando existen condiciones ambientales favorables, siendo la humedad uno de los principales factores que influyen sobre ésta capacidad de las especies. En Corpacancha, las primeras lluvias caen en el mes de Octubre; aunque en los meses de Agosto y Setiembre se presentan ciertos días de lluvias los cuales no son suficientes para promover el crecimiento continuo de las plantas.

El rebrote de Festuca dolichophylla comenzó a fines de Octubre, en ambos años de observación. A mediados de Noviembre, la elongación alcanza el 50% en el primer año y el 45% en el segundo año, culminando a inicios y mediados de Diciembre en el primero (85%) y el segundo año (100%) respectivamente. El 45% (primer año) y 50% (segundo año) de espigado se obtiene a fines de Diciembre, llegando a su máximo a mediados del mes de Enero, siendo 80% en el primer año y 95% en el segundo año. La floración es de 30 y 50% en el primer y segundo año respectivamente, a inicios del mes de Febrero y alcanza el 100%, en ambos años, a inicios de Marzo. El 60% de semillero ocurrió a inicios de Abril, en el primer año y a fines de Marzo en el segundo año. El evento diseminación fue de 70 y 80% a inicios de Mayo y culminó (100%) a principios de Junio, para ambos años (Cuadro 2).

La especie Muhlenbergia fastigiata inició su rebrote finalizando el mes de Octubre, para los dos años de evaluación. La elongación comenzó a fines de Octubre en el primer año (5%) y a mediados de Noviembre en el segundo año (10%), llegando al 100 y 80% a fines de Diciembre en el primer y segundo año, respectivamente. El 70% del espigado se logró a co-

mienzos de Febrero para ambos años, siendo del 100% a inicios de Marzo del segundo año. El 50% de floración para los dos años, se alcanza en la cuarta semana de Marzo, concluyendo este evento a mediados de Abril. El 85 y 65% del semilleo se logró en la primera semana de Mayo para el primer y segundo año, respectivamente. A inicios de Junio se observa el 90 y 60% de diseminación en el primer y segundo año, respectivamente; alcanzando el 100% de este estadio a fines de Junio en ambos años (Cuadro 3).

CUADRO 2. Ocurrencia de los eventos fenológicos de Festuca dolichophylla 1980 - 82.

	Año 1		Año 2	
Rebrote:	22/10/80		27/10/81	
Elongación:	30/10/80	15%	29/10/81	10%
	15/11/80	50%	15/11/81	45%
	03/12/80	85%	11/12/81	100%
Espigado:	29/12/80	45%	30/12/81	50%
	14/01/81	80%	16/01/82	95%
Floración:	04/02/81	30%	07/02/82	50%
	03/03/81	100%	03/03/82	100%
Semilleo	19/03/81	30%	25/03/82	60%
	06/04/81	60%		
Diseminación:	06/05/81	70%	18/04/82	20%
	02/06/81	100%	09/05/82	80%
			03/06/82	100%

En los dos años de observación, el rebrote de Stipa brachyphylla se inició en la tercera semana de Octubre. La elongación a fines de Octubre fue de 15 y 20% para el primer y segundo año, respectivamente; terminando a mediados de Diciembre, en ambos años. A fines de Diciembre el espigado llegó a 25% en el primer año y a 45% en el segundo; observándose el 100% a mediados de Enero, para los dos años. El 45 y 30% de floración para el primer año y segundo año, respectivamente, se alcanza a inicios

CUADRO 3. Ocurrencia de los eventos fenológicos de Muhlenbergia fastigiata. 1980 - 82.

	Año 1		Año 2	
Rebrote:	25/10/80		30/10/81	
Elongación:	30/10/80	5%	15/11/81	10%
	15/11/80	25%	11/12/81	40%
	03/12/80	55%	30/12/81	80%
	29/12/80	100%		
Espigado:	14/01/81	30%	16/01/82	15%
	04/02/81	70%	07/02/82	70%
			03/03/82	100%
Floración:	03/03/81	5%	25/03/82	50%
	19/03/81	45%	18/04/82	100%
	06/04/81	90%		
Semilleo:	06/05/81	85%	09/05/82	65%
Diseminación:	02/06/81	90%	03/06/82	60%
	27/06/81	100%	30/06/82	100%

de Febrero. El 25% de semilleo en el primer año y el 10% en el segundo, se observa a principios de Marzo; alcanzándose el 55% en la tercera semana de Marzo para el primer año y el 75% a fines de Marzo en el segundo año. El evento diseminación comenzó la primera semana de Abril y finalizó (100%) los primeros días de Mayo para ambos años (Cuadro 4).

La especie Calamagrostis vicunarum comenzó su rebrote a inicios de Noviembre en el primer año y a fines de Octubre en el segundo. A mediados de Noviembre, la elongación alcanza el 20 y 40% en el primero y segundo año, respectivamente; observándose el 100% a fines de Diciembre en el segundo año. El espigado alcanza a mediados de Enero, a 45% en el primer año y a 55% en el segundo, llegando a 75 y 95% en el primero y segundo año, respectivamente. El 30 y 45% de floración para el primer y segundo año, respectivamente, se registra a principios de Marzo. El semi-

lleo alcanza 45% a inicios de Abril en el primer año y 100% a mediados de Abril en el segundo año. El evento diseminación, a comienzos de Mayo, fue de 60 y 70% para el primer y segundo año, respectivamente; observándose el 100% en la primera semana de Junio en el primer año y a fines de Mayo en el segundo año (Cuadro 5)

CUADRO 4. Ocurrencia de los eventos fenológicos de Stipa brachyphylla. 1980 - 82.

	Año 1		Año 2	
Rebrote	18/10/80		18/10/81	
Elongación:	30/10/80	15%	29/10/81	20%
	15/11/80	45%	15/11/81	50%
	03/12/80	75%	11/12/81	90%
Espigado:	29/12/80	25%	30/12/81	45%
	14/01/81	95%	16/01/82	100%
Floración:	04/02/81	45%	07/02/82	30%
Semilleo:	03/03/81	25%	03/03/82	10%
	19/03/81	55%	25/03/82	75%
Diseminación:	06/04/81	30%	18/04/82	45%
	06/05/81	100%	08/05/82	100%

CUADRO 5. Ocurrencia de los eventos fenológicos de Calamagrostis vicunarum. 1981 - 82.

	Año 1.		Año 2.	
Rebrote:	04/11/80		26/10/81	
Elongación	25/11/80	20%	29/10/81	5%
	03/12/80	45%	15/11/81	40%
	29/12/80	100%	29/12/81	90%
Espigado	14/01/81	45%	30/12/81	25%
	04/02/81	75%	16/01/82	55%
			07/02/82	95%
Floración:	03/03/81	30%	03/03/82	45%
	19/03/81	55%		
Semilleo:	16/04/81	45%	25/03/82	25%
			18/04/82	100%

CUADRO 5. Cont....

	Año 1		Año 2	
Diseminación:	06/05/81	60%	09/05/82	70%
	02/06/81	95%	28/05/82	100%
	07/06/81	100%		

Poa candamoana, en ambos años inicia su rebrote a mediados de Octubre. A fines de Octubre, el evento elongación fue de 50 y 70% para el primer y segundo año, respectivamente. A mediados de Noviembre el espigado llegó a 25% en el primer año y a 50% en el segundo. La floración fue de 80 y 70% a fines y mediados de Diciembre en el primer y segundo año respectivamente. El evento semilleo a mediados de Enero, fue de 20% en el primer año y 50% en el segundo, y a inicios de Febrero, para estos mismos años, se registraron 65 y 85% respectivamente. El 50% de diseminación se logra en la tercera semana de Marzo en el primer año y a inicios del mismo mes en el segundo año; concluyendo este evento a comienzos en la tercera semana de Mayo, en el primer y segundo año, respectivamente (Cuadro 6).

CUADRO 6. Ocurrencia de los eventos fenológicos en Poa candamoana.
1980 - 82.

	Año 1		Año 2	
Rebrote:	20/10/80		15/10/81	
Elongación:	30/10/80	50%	29/10/81	70%
Espigado:	15/11/80	25%	15/11/81	50%
	03/12/80	95%		
Floración:	29/12/80	80%	11/12/81	70%
Semilleo:	14/01/81	20%	30/12/81	15%
	04/02/81	65%	16/01/82	50%
			07/02/82	85%
Diseminación:	03/03/81	20%	03/03/82	50%
	19/03/81	50%	25/03/82	75%
	06/04/81	80%	18/04/82	100%
	06/05/81	100%		

El período de duración de cada uno de los eventos fenológicos a lo largo de todo el ciclo vegetativo de las cinco especies estudiadas se muestra en el Cuadro 7.

CUADRO 7. Tiempo de duración (días) de los eventos fenológicos en las cinco especies en estudio. Sais, Pachacutec. 1980 - 82

Especie	Elong.		Espig.		Florac.		Semilleo		Diseminac.		Total		\bar{x}
	año		año		año		año		año		año		
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Fedo	848	47	36	42	45	42	38	44	35	34	202	209	206
Mufa	64	61	54	58	43	38	33	35	23	26	217	218	218
Stbra	61	58	36	30	37	38	30	32	41	43	205	201	103
Cavi	58	52	55	50	36	40	29	22	49	40	221	204	218
Poca	21	23	22	23	28	31	47	46	64	57	182	180	181

En la especie Festuca dolichophylla, para ambos años de evaluación, el evento elongación tuvo una mayor duración (48 días en promedio); siendo la diseminación el evento de más corta duración, registrándose 35 días como promedio.

En Muhlenbergia fastigiata, para los dos años, los eventos iniciales tuvieron una mayor duración que los últimos años, registrándose promedios de 63, 56, 41, 34 y 25 días desde la elongación hasta la diseminación, respectivamente.

Stipa brachyphylla, para los 2 años de observación, el evento elongación registró la mayor duración (60 días promedio); siendo los de más corta duración el semilleo para el año 1 y el espigado para el año 2, con 30 días de duración en ambos casos.

En la especie Calamagrostis vicunarum, el espigado fue el evento de mayor duración en el año 1, con 55 días; mientras que en año 2 la mayor duración se observó en el evento elongación, con 52 días; sin embargo, en los dos años el semilleo fue la etapa de más corta duración, con 44 días como promedio.

En Poa candamoana ocurrió lo contrario que en Muhlenbergia fastigiata, es decir la duración de los eventos fenológicos fue menor en los primeros estadios y mayores en los últimos, registrándose en promedio una duración de 22, 23, 30, 47 y 61 días desde la elongación hasta la diseminación, respectivamente.

Considerando todo el ciclo de eventos fenológicos, se observa que Poa candamoana es la especie que presenta el ciclo más corto, con 181 días de duración como promedio para los 2 años; en comparación con Muhlenbergia fastigiata, que es la especie cuyo ciclo vegetativo es el más largo, con una duración promedio de 218 días para los dos años de observación.

Las conclusiones a las que se arribó en este experimento son las siguientes: 1.- Todas las especies en estudio cumplen su ciclo de eventos fenológicos en el lapso de Octubre a Mayo; a partir de Junio, coincidente con la falta de lluvias y con la presencia de bajas temperaturas, las plantas ingresan a un estado de hibernación hasta la próxima etapa de crecimiento. 2.- Las especies Poa candamoana y Stipa brachyphylla son las que rebrotaron más tempranamente, mientras que Muhlenbergia fastigiata y Calamagrostis vicunarum presentaron un rebrote ligeramente tardío. Festuca dolichophylla mostró un rebrote intermedio. 3.- El tiempo de duración de cada evento fenológico es variable, según la especie de que se trate. Así por ejemplo, en Muhlenbergia fastigiata la duración promedio en los años de evaluación, para los eventos de elongación, espigado, floración, semilleo y diseminación fueron de 63, 56, 41, 34 y 25 días, respectivamente. 4.- Poa candamoana es la especie que exhibió el ciclo de eventos fenológicos más corto, con 181 días de duración como promedio; mientras que Muhlenbergia fastigiata presentó el ciclo vegetativo de más larga duración, con 218 días en promedio.

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la autoecología de las especies forrajeras nativas predominantes en los pastizales de la puna peruana, se condujo el presente experimento en la S.A.I.S. "Pachacutec" ubicada en el distrito de Marcapomacocha, provincia de Yauli, departamento de Junín a una altura de 4,250 m.s.n.m. Las especies: Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Stipa brachyphylla, Calamagrostis vicunarum y Poa candamoana, en cada uno de los cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida; elongación, espigado, floración, semilleo y diseminación. La fase de campo tuvo una duración de dos años, abarcando desde Octubre de 1980 hasta Octubre de 1982. Los resultados indicaron que todas las especies evaluadas cumplen su ciclo de eventos fenológicos entre Octubre y Mayo, y a partir de Junio entran a un estado de hibernación hasta la próxima etapa de crecimiento; siendo Poa candamoana la especie de más corta duración y Muhlenbergia fastigiata la de más larga duración.

LITERATURA CITADA

- Florez, J.A. y E. Malpartida. 1980. Estudios autoecológicos de las principales especies forrajeras nativas de los pastizales de Pampa Galeras, Programa de Forrajes. Univ. Nac. Agraria La Molina, Boletín Técnico No.22.
- Infantas, J. 1952. Estudio botánico, químico y fitogeográfico del género Festuca. Revista de Ciencias. Nos. 479-480. Perú.
- McBride, J.F. 1961. Flora of Peru. Publications Field Museum of Natural History Bot. U.S.A.
- Masias, I. 1963. Pastos naturales en las punas sur del Callejón de Huaylas. Tesis. Ing. Agrónomo. Univ. Nac. Agraria. La Molina.
- ONERN, 1976. Mapa ecológico del Perú. Guía explicativa. Ed. ONERN. Lima, Perú.
- Segura, M. 1957. Estudio de algunas de las principales gramíneas forrajeras silvestres de la puna peruana. Tesis. Ing. Agrónomo. Esc. Nac. Agricultura.

- Tapia,C. 1959. Contribución al estudio de los pastos naturales del Altiplano de Puno, Tesis. Ing. Agrónomo. Esc. Nac. de Agricultura.
- Tovar,O. 1960. Revisión de las especies peruanas del género Calamagrostis Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" No.11 Lima, UNMSM Imprenta UNMSM.
- Tovar,O. 1965. Revisión de las especies peruanas del género Poa. Memorias del Museo de Historia Natural "Javier Prado" No.15, Lima, UNMSM. Imprenta UNMSM.
- Velarde,O. 1961. Gramíneas nuevas del Perú. Revista Agronomía. Vol.XXVIII No.3 y 4.

DETERMINACION DEL VALOR NUTRITIVO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES
DE LOS PASTIZALES NATURALES DE LA SIERRA CENTRAL

N.Rodríguez, A.Florez y E.Malpartida.

ABSTRACT

The nutritive value of the key species of the Central Andes of Peru was determined through conventional analysis, that included crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and cell contents (CC). The species included in the study were: Calamagrostis vicunarum, Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Poa candamoana and Stipa brachyphylla. Values for CP and CC were higher during the growing stages of the grasses. NDF values in contrast, were higher during the maturation stages of the plants.

Key words: Nutritive value, Alpine grasses.

El área total nacional de pastos naturales alto-andinos se estima en 20'120,000 has (Ohern, 1980). Estos pastizales soportan el 82% de la ganadería del Perú. De esta forma por su importancia para la economía del país es necesario estudiar y conocer todos los factores del ambiente que inciden en la productividad y conservación de este vasto recurso natural. Entre estos, deben considerarse las variaciones del valor nutritivo de las especies más importantes durante el año y si satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales de pastoreo. Una de las formas más comúnmente aplicadas para medir el valor nutritivo de los forrajes es la determinación de la cantidad de ciertos nutrientes que el alimento puede aportar al animal y al mismo tiempo poder estimar el grado de utilización que esos nutrientes tendrán en el animal.

Los autores son, respectivamente, Tesista de la Universidad Nacional Agraria La Molina y Profesores del Programa de Forrajes de la misma Institución.

La importancia del contenido protéico radica en que éste, proporciona el nitrógeno necesario para la formación de los tejidos en los animales y para nutrir los microorganismos del rumen, los cuales a su vez ayudan en la transformación de la energía proveniente de las plantas. En cuanto al contenido celular desde el punto de vista nutricional es utilizado de manera uniforme tanto por rumiantes como no rumiantes; mientras que la fibra detergente neutro, compuesta por la celulosa, hemicelulosa y lignina, constituye una fracción parcialmente digestible en rumiantes y baja en no rumiantes. Así cuanto mayor sea el valor de la fibra detergente neutro de una especie, menor será su valor nutricional. Por todo esto, el conocimiento del valor nutritivo de las plantas a través de sus diferentes estados fenológicos es fundamental para la obtención, por medio del manejo de pasturas, de un óptimo rendimiento animal.

Analizando las variaciones del valor nutritivo en los diversos estados fenológicos de la planta, en 10 especies forrajeras de la Zona Rígida de Pampa Galeras, Flórez y Malpartida (1980) concluyeron que el contenido de proteína es mayor en los primeros eventos fenológicos decreciendo paulatinamente del rebrote al espigado, floración y caída de semillas.

La determinación de los niveles de proteína es importante ya que una deficiencia de nitrógeno o proteína en la dieta de los rumiantes frecuentemente es causa de una baja ingestión de alimento y una pobre eficiencia en la utilización de energía. Cuando el contenido de proteína en base seca es inferior a 7%, la pastura no es capaz de soportar un adecuado crecimiento del ganado, haciéndose necesaria la suplementación protéica (concentrados, ureas, etc.) o la introducción de leguminosas en la pastura. También el crecimiento de la lana incrementa indirectamente los requerimientos de proteína y especialmente de azufre (aminoácidos sulfurados) para la síntesis de la queratina de la lana (Valdivia, 1982).

Los objetivos del presente estudio han sido determinar el contenido de proteína, fibra detergente neutro y contenido celular de las principales especies nativas alto-andinas, Festuca dolichophylla, Calamagrostis

vicunarum, Muhlenbergia fastigiata, Poa candamoana y Stipa brachyphylla en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida, a través del año.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo fue llevado a cabo en la Unidad de Producción Corpacancha, la cual está ubicada a 4,200 m.s.n.m. El pastizal donde se localizó el experimento según el mapa ecológico del Perú, está ubicado dentro de la Zona Andina, con características ecoclimáticas que pertenecen a la formación vegetal y piso altitudinal de Páramo muy húmedo Sub-Andino.

En cuanto a la precipitación anual tenemos que ésta varía entre 800 a 1,000 mm. Con respecto a la temperatura la diferencia entre los mínimos y máximos están influenciados más por los cambios bruscos de temperatura entre el día y la noche, que por las variaciones estacionales y en la estación seca la diferencia se acentúa mucho más que en la estación lluviosa.

Los pastizales del área de estudio, se caracterizan por una composición florística polífita, cuyas especies pertenecen por lo general a las sub-clases monocotiledóneas y dicotiledóneas, predominando las gramíneas. En cuanto a los suelos, el área de estudio pertenece a la serie Marcamarcán y son mollisoles de textura franca, estructura granular y color amarillento oscuro. Los suelos son profundos y la topografía con laderas de relieve ligeramente inclinado. El pH es de 6.4 y el contenido de materia orgánica altos, más no así el nitrógeno, indicándonos esto que se trata de materia orgánica fresca. El contenido de potasio es alto y en contraste el nivel de fósforo es bajo.

Se tomaron muestras del forraje de cada especie en los cinco estadios fenológicos de su ciclo de vida, determinándose su contenido de proteína, fibra detergente neutro y contenido celular en cada evento fenológico.

Las especies incluídas fueron: Calamagrostis vicunarum, Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Poa candamoana y Stipa brachyphylla, Los eventos fenológicos considerados de acuerdo con Bueno y Florez (1986), fueron: 1) Elongación, 2) Espigado (50% o más), 3) Floración (50% o más), 4) Semilleo y 5) Caída de semillas.

El trabajo de laboratorio fue desarrollado en las instalaciones del Programa de Forrajes de la Universidad Nacional Agraria La Molina donde se clasificaron las especies estudiadas y luego se procedió a realizar el respectivo análisis. Las muestras fueron secadas a 60°C durante 24 horas, realizándose la determinación de la proteína cruda (PC) por el método de micro-Kjeldahl. Las determinaciones de contenido celular y fibra detergente neutro, se hicieron por el método de Van Soest. Los datos fueron analizados a través de un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 5X5.

RESULTADOS Y DISCUSION

Proteína

En los Cuadros 1 y 2, se muestran los contenidos de proteína para las especies en estudio en cada uno de los eventos fenológicos. El contenido protéico fue mayor en los primeros eventos fenológicos para todas las especies en estudio, decreciendo lentamente desde la elongación hasta la caída de semillas. Así, durante el año 1980-81, la especie Festuca dolichophylla, gramínea alta y apetecible fue la que mostró el más alto contenido de proteína a la elongación (20.1%) a la caída de semillas.

La especie Poa candamoana, gramínea alta y apetecible mostró también un contenido protéico alto a la elongación (18.4%) reduciéndose su valor a la caída de semillas (6.8%). Las especies Calamagrostis vicunarum y Stipa brachyphylla, gramíneas medias y poco apetecible la primera y apetecible la segunda, mostraron un contenido protéico de 14.9% y 14.6% durante la elongación; 5.7% y 8.3% a la caída de semillas respectivamente.

La Muhlenbergia fastigiata, gramínea pequeña y apetecible, especie de bajo contenido de proteína mostró valores de 6.2% a la elongación y 5.2% a la caída de semillas.

Con relación a los eventos fenológicos, el mayor contenido de PC fue observado durante la elongación. Entre los eventos espigado, floración y semilleo no existen diferencias significativas. Pero, hay una alta significación con respecto a la caída de semillas, que mostró el menor contenido.

Los valores más altos de PC observados en las especies Stipa brachyphylla (11.3%), Festuca dolichophylla (10.8%) y Poa candamoana (10.5%), no existiendo diferencias significativas entre ellas. Pero, existen tales diferencias con relación a las demás especies, Muhlenbergia fastigiata fue la que mostró el menor contenido protéico (5.8%).

CUADRO 1. Contenido de proteína (%) de las especies en estudio en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida a través del año. (1980-1981).

Especies	Eventos Fenológicos					\bar{x}
	E	Es	F	S	CdeS	
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	14.9	8.6	8.2	7.0	5.7	8.9
<u>Festuca dolichophylla</u>	20.1	14.0	10.2	4.9	4.9	10.8
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	6.2	6.0	5.9	5.8	5.2	5.8
<u>Poa candamoana</u>	18.4	12.1	8.5	6.8	6.8	10.5
<u>Stipa brachyphylla</u>	14.6	13.9	9.9	9.5	8.3	11.3
\bar{x}	14.8	10.9	8.5	6.8	6.2	

CUADRO 2. Contenido de proteína (%) de las especies en estudio en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida a través del año. (1981-1982).

Especies	Eventos Fenológicos					\bar{x}
	E	Es	F	S	CdeS	
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	9.2	8.4	7.5	6.0	5.8	7.4
<u>Festuca dolichophylla</u>	11.2	7.1	6.4	6.1	5.8	7.3
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	8.5	7.8	7.8	6.2	4.0	6.9
<u>Poa candamoana</u>	11.6	10.4	10.1	8.4	8.0	9.7
<u>Stipa brachyphylla</u>	10.2	8.8	7.4	7.2	7.0	8.1
\bar{x}	10.1	8.5	7.8	6.8	6.1	

Durante el segundo año, la especie Festuca dolichophylla presentó un contenido de proteína a la elongación de 11.2%, disminuyendo ésta hasta 5.8%, a la caída de semillas. El valor más alto de proteína fue observado en la especie Poa candamoana durante el estadio de elongación decreciendo hasta 8.0% a la caída de semillas.

Todas las especies del estudio mostraron un contenido protéico por debajo del 7% a la caída de semillas, excepto las especies Stipa brachyphylla durante el año 1980-81 y la Poa candamoana durante el año 1981-82.

Fibra detergente neutro.

En los Cuadros 3 y 4, se muestran los valores de la fibra detergente neutro (FDN) para las cinco especies en estudio de cada uno de los eventos fenológicos. Para todas las especies en estudio el contenido de FDN fue menor en los primeros eventos fenológicos, aumentando lentamente desde la elongación hasta la caída de semillas y, observándose una relación inversa del contenido protéico. Así, durante el año 1980-81, la especie Festuca dolichophylla mostró el valor más bajo de FDN en el evento de elongación.

Los más altos contenidos fueron observados a la caída de semillas y semilleo, no mostrando diferencias significativas según la prueba de Duncan. Entre el espigado y floración no hubo diferencias significativas y el valor más bajo se presentó durante la elongación.

CUADRO 3. Contenido de fibra detergente neutro (%) de las especies en estudio en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida a través del año. (1980 - 81)

Especies	Eventos fenológicos					\bar{x}
	E	Es	F	S	CdeS	
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	55.9	62.8	65.0	69.8	70.0	64.7
<u>Festuca dolichophylla</u>	52.6	71.5	72.5	74.3	75.2	69.2
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	66.0	68.2	70.5	73.0	75.9	70.7
<u>Poa candamoana</u>	59.2	62.0	65.4	70.5	72.0	65.8
<u>Stipa brachyphylla</u>	55.0	58.4	60.2	69.8	74.3	63.6
\bar{x}	57.7	64.6	66.7	71.5	73.5	

En el segundo año de estudio (Cuadro 4), las especies Poa candamoana y Stipa brachyphylla mostraron los valores más bajos de FDN.

CUADRO 4. Contenido de fibra detergente neutro (%) de las especies en estudio en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida a través del año (1981 - 82).

Especies	Eventos fenológicos					\bar{x}
	E	Es	F	S	CdeS	
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	69.8	71.6	77.1	84.9	86.1	77.9
<u>Festuca dolichophylla</u>	70.4	75.1	80.5	82.0	84.0	78.4
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	68.0	70.2	71.2	74.0	75.0	71.7
<u>Poa candamoana</u>	67.6	68.3	69.1	70.3	70.9	69.2
<u>Stipa brachyphylla</u>	65.0	68.4	70.1	72.0	74.8	70.1
\bar{x}	68.2	70.7	73.6	76.6	78.2	

Muhlenbergia fastigiata tuvo valores medios con respecto a las otras especies con 65% a la elongación y 75.0% a la caída de semillas.

Las prueba de Duncan nos indica que los contenidos más altos son observados a la caída de semillas y semilleo, no existiendo diferencias significativas entre ellos. El contenido más bajo se presentó durante la elongación.

De los datos analizados se dedujo que existe una asociación lineal entre las variables proteína y fibra detergente neutro, esta asociación es inversa, esto quiere decir que a medida que el contenido de PC sube, el valor de la fibra detergente neutro baja y viceversa.

Estos coeficientes de correlación son:

	1980-1981	1981-1982
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	-0.9246	-0.9104
<u>Festuca dolichophylla</u>	-0.8816	-0.8992
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	-0.5767	-0.8770
<u>Poa candamoana</u>	-0.8916	-0.6020
<u>Stipa brachyphylla</u>	-0.7518	-0.8473

Contenido Celular.

En los Cuadros 5 y 6 se muestran los contenidos celulares de las cinco especies en estudio, en cada uno de los eventos fenológicos. El contenido celular siguió la misma tendencia que la proteína, fue mayor en los primeros eventos fenológicos, decreciendo paulatinamente desde la elongación hasta la caída de semillas.

El mayor contenido celular estuvo en el evento de elongación y el menor en los eventos de semilleo y caída de semillas, no existiendo diferencias significativas entre estos dos últimos eventos, según la prueba de Duncan. Los valores más altos de contenido celular fueron observados en las especies Stipa brachyphylla, Calamagrostis vicunarum y Poa candamoana. Las de menor valor fueron las especies Festuca dolichophylla

y Mulhenbergia fastigiata, no existiendo diferencias significativas entre ellas.

En el segundo año de estudio (Cuadro 6), el mayor contenido celular es observado durante la elongación y el menor en los eventos de semilleo y caída de semillas, no existiendo diferencias significativas entre estos dos últimos.

Las especies Poa candamoana y Stipa brachyphylla presentaron los contenidos celulares más altos, no existiendo diferencias significativa entre estas especies. Calamagrostis vicunarum y Festuca dolichophylla presentaron los menores valores, no existiendo diferencias significativas tampoco entre ellas.

CUADRO 5. Contenido celular (%) de las especies en estudio en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida a través del año. (1980 - 81)

Especies	Eventos fenológicos					\bar{x}
	E	Es	F	S	CdeS	
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	44.1	37.2	35.0	30.2	30.0	35.3
<u>Festuca dolichophylla</u>	47.7	28.5	27.5	25.7	24.8	30.8
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	34.0	31.8	29.5	25.7	24.7	29.2
<u>Poa candamoana</u>	40.8	38.0	34.6	29.5	28.0	34.2
<u>Stipa brachyphylla</u>	45.0	41.6	39.8	30.2	25.7	36.4
\bar{x}	42.3	35.4	33.3	28.3	26.6	

CUADRO 6. Contenido celular (%) de las especies en estudio en cinco eventos fenológicos de su ciclo de vida a través del año (1981 - 82)

Especies	Eventos fenológicos					\bar{x}
	E	Es	F	S	CdeS	
<u>Calamagrostis vicunarum</u>	30.2	28.5	23.0	15.1	13.9	22.1
<u>Festuca dolichophylla</u>	29.6	25.0	19.5	18.0	16.0	21.6
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	32.0	29.8	28.8	26.0	25.0	28.3
<u>Poa candamoana</u>	32.4	31.7	30.9	29.7	29.1	30.8
<u>Stipa brachyphylla</u>	35.0	31.6	29.9	28.0	25.2	29.9
\bar{x}	31.8	29.3	26.4	23.4	21.8	

RESUMEN

Se determinó el contenido de proteína, fibra detergente neutro y contenido celular de cinco especies nativas Calamagrostis vicunarum, Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, Poa candamoana y Stipa brachyphylla en cinco eventos fenológicos de su ciclo vital, a través del año: elongación, espigado, floración, semilleo y caída de semillas. El contenido protéico y celular fueron mayores en los primeros eventos fenológicos para todas las especies en estudio, decreciendo lentamente desde la elongación hasta la caída de semillas; a contrario sensu, la fibra detergente neutro es menor en los primeros eventos fenológicos, aumentando paulatinamente a partir de la elongación hasta la caída de semillas. Asimismo, se encontró que existía una asociación lineal a inversa entre las variables proteína y fibra detergente neutro, indicándonos todo esto que la calidad forrajera declina con la madurez.

LITERATURA CITADA

- Bueno, L.S. y A. Florez. 1986. Estudio autoecológico de las principales especies forrajeras nativas de los pastizales de la puna Peruana. In: L.C. Fierro y R. Farfán (eds.) Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Peru. Vol. III. AID-Texas Tech Univ.
- Florez, A., E. Malpartida. 1980. Estudio autoecológico de las principales especies forrajeras nativas de los pastizales de Pampa Galeras. Bol. Técnico del Programa de Forrajes de la UNA-La Molina, No. 22. tr p. Lima, Perú.
- Malpartida, E. 1980. Manejo de pasturas tropicales. UNA-La Molina, 250 p. Lima, Perú.

RELACIONES SUELO-PLANTA-AGUA DE ESPECIES CLAVE EN LOS
PASTIZALES DEL SUR DEL PERU

L. Aguirre.

ABSTRACT

The growth patterns of key range species and forage production on two range sites, and the influence of soil water on plant water status and growth were measured. The research was conducted at La Raya Research Station, Department of Cusco (highlands of southern Peru) during June 1984 to May 1985. Site II (light sandy loam soil) has higher mean forage production (2,417 kg/ha) than Site I (heavy sandy loam soil (1,436 kg/ha). Site I was dominated by Festuca dolichophylla and Muhlenbergia fastigiata. Vegetative composition included grasses, 87%, sedges and reeds, 7%, and forbs, 5%. Site II was dominated by F. rigida and Stipa obtusa. The vegetation was composed of grasses, 93%, forbs, 6% and sedges, 1%. Festuca dolichophylla and F. rigida started regrowing in September; although F. rigida grew at a faster rate than F. dolichophylla and produced a greater amount of dry matter, it started decreasing earlier (May-June) than F. dolichophylla (July). Soil water content increased as the wet season progressed. The soil water content was higher on Site I (heavy sandy loams) 26% than at Site II (light sandy loam) 20% from September to April. The greatest water content occurred in November (36% and 34%, Site I and Site II, respectively). The water content was lowest (10% and 8%, Site I and Site II, respectively) in September. Soil water potential averaged across month and time of day (dry season and early wet season) was higher on Site II, -47 bars, than at Site I, -54 bars. During the dry season, the potentials were -70 and -69 bars,

La autora es asistente de investigación de Texas Tech University.

on site I and Site II, respectively. Plant water potentials also increased as the wet season progressed. F. dolichophylla had lower plant water potentials than F. rigida throughout the day. Festuca dolichophylla attained higher conductance rates than Festuca rigida during November; conductances at mid-day were 0.3727 and 0.2900 cm.sec⁻¹ respectively.

La disponibilidad de agua es uno de los factores más importantes que influyen la clase y cantidad de vegetación (Kramer, 1983). Las condiciones medio ambientales en el sur del Perú se hacen cada vez menos favorables proporcionalmente al incremento en altitud, consecuentemente el número de especies que están adaptadas a estas condiciones y que son capaces de sobrevivir disminuyen (Tranquilini, 1964).

La producción de forraje puede ser mejorada a través de la aplicación de un uso adecuado del recurso pastizal, basado en el conocimiento de la fisiología y ecología de las especies Alto-andinas. Teniendo en consideración los aspectos mencionados, los objetivos del presente estudio fueron: 1) Determinar los patrones de crecimiento de especies claves, y producción de forraje en dos sitios diferentes, representativos de los pastizales Alto-andinos; y 2) Relacionar el estado hídrico del suelo con el estado hídrico de la planta y su crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio estuvo ubicada en el Centro Nacional de Investigación para Camélidos Sudamericanos, La Raya-IVITA, en el Altiplano del sur del Perú, Departamento de Cusco, cerca a las coordenadas 14°30' y 71°0'. La altitud varía de 4,000 a 5,000 m sobre el nivel del mar.

Dos sitios de pastizales fueron seleccionados para el estudio, mismos que de acuerdo a su uso en ganadería fueron clasificados como: Sitio I. Regular para alpacas y vacunos; bueno para ovinos; Sitio II. Pobre para alpacas y ovinos y muy pobre para vacunos (Aquirre y Oscanoa, 1985).

El sitio I estuvo ubicado en una área relativamente plana (5% de pendiente) a 4,000 m. Las especies predominantes en este sitio fueron Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata y Alchemilla pinnata. El suelo fue clasificado por su textura como Franco-arenoso pesado (Pachic Cryoboroll).

El sitio II estuvo ubicado en una ladera a 4,200 m con pendiente de 15 a 20% y fue mucho más seco que el sitio I. Las especies dominantes fueron: Festuca rígida, Stipa obtusa, Lepechinea meyeri y Vulva megalura. El suelo para este sitio fue clasificado también Franco-arenoso liviano.

Los suelos en ambos sitios de estudio tuvieron un alto porcentaje de saturación de bases a través de todo el perfil (93% en el Sitio I y 92% en el sitio II). Estos valores fueron más altos que aquellos reportados por Wilcox (1982), lo cual se podría deber a una materia madre más básica, o a suelos más jóvenes (por lo tanto menor lixiviación a través del tiempo) o a ambas causas. Los valores de capacidad de intercambio catiónico fueron más bajos que aquellos hallados por Wilcox (1982) en los Andes del Centro de Perú, aparentemente debido al más elevado porcentaje de materia orgánica en estos suelos.

Datos meteorológicos indicaron un promedio anual de precipitación para ambos sitios de 1213 mm (1984) y un promedio mensual de precipitación desde Enero a Abril (1983) de 152 mm. Temperatura media máxima y mínima de 12.5°C y 0.0°C respectivamente, en 1984, con un promedio de 6.25°C. La temperatura media máxima y mínima para Enero-Abril 1985 fue de 12.7°C y 1.75°C, respectivamente, con un promedio de 7.22°C.

Producción de Forraje

La producción de forraje en los Sitios I y II fueron obtenidas en clausuras que fueron cercadas durante el estudio. La producción fue medida a través de cortes de un determinado número de cuadrantes en cada sitio. Con la finalidad de que la vegetación fuera uniforme, ambos

sitios fueron sometidos a un corte general el cual se realizó a 10 cm de altura, al final del período seco (última semana de Agosto). La forma y el tamaño de los cuadrantes adecuados para el área de pastizales bajo estudio fueron: 1 m² (cuadrados) para las especies altas amacolladas que constituyeron el mayor porcentaje en la composición florística de ambos sitios (*Festuca dolichophylla*, *F. rigida* y *Sida obtusa*). Cuadrantes de 0.5 m² (rectangulares) fueron utilizados para medir la producción de gramíneas bajas, como *Muhlenbergia fastigiata*, *Poa* sp., *Paspalum pigneum* y otros, y cuadrantes de 0.25 m² (cuadrangulares) fueron usados para medir la producción de hierbas.

Los cortes fueron realizados mensualmente (Junio 1984 - Abril 1985) en número de 15 cuadrantes para gramíneas altas, gramíneas bajas y hierbas. Los cortes se hicieron tan cerca como fue posible de la superficie del suelo, sin embargo las gramíneas altas amacolladas tales como especies del género *Festuca* y *Stipa* frecuentemente no fueron cortadas por debajo de 7.5 cm. Al tiempo de realizar los cortes se separaron las plantas en: 1) especies claves de gramíneas altas, 2) gramíneas bajas y 3) hierbas. Las muestras fueron secadas y pesadas. La composición florística (%) se calculó en base al peso de cada especie.

Contenido de agua en el suelo.

El contenido de agua en el suelo fue medido gravimétricamente. Las muestras fueron colectadas al azar cada 15 días desde Setiembre de 1984 a Abril de 1985. El suelo fue muestreado en tres profundidades; 15, 30 y 45 cm (seis repeticiones por sitio). Las muestras fueron pesadas, secadas por 24 - 48 h a 105°C y nuevamente pesadas para calcular el contenido de agua (%).

Potencial hídrico del suelo.

El potencial hídrico del suelo fue medido utilizando psicrometros Peltier desde Junio de 1984 a Octubre de 1984, tres veces al día (08:00, 12:00 y 16:00 horas)

Cuatro psicrometros fueron enterrados horizontalmente como lo recomiendan Wiebe (1971) a 4 profundidades (15, 30, 45 y 60 cm) en cada sitio, seis veces. Los psicrometros utilizados fueron previamente calibrados, suspendiéndolos en una cámara cerrada que contenía como fuente de vapor de agua, soluciones molares de NaCl de 0.5, 1.0, 1.5, los que tienen potenciales hídricos de -22.81, -46.40 y -71.34 bares, respectivamente. Un pedazo de papel filtro saturado con la solución correspondiente fue sellada con el psicrometro dentro de la cámara de calibración y sumergida en un medio de agua mantenida en condiciones isotermales a 25°C. Con el objeto de lograr un equilibrio de la presión de vapor dentro de la cámara de calibración, los psicrometros fueron mantenidos sumergidos en el agua por 5 horas, al final del mismo se tomaron las lecturas con un microvoltímetro utilizando 30 segundos como tiempo de enfriamiento, y una corriente de enfriamiento de 7 ma.

Valores de potencial hídrico por debajo de los -75 bares están limitados por la eficiencia del efecto conocido como enfriamiento-Peltier. Para obtener los potenciales hídricos corregidos se usó un programa de computadora.

El diseño utilizado para el análisis del potencial hídrico fue el de bloques completamente al azar con un arreglo de parcela dividida, donde los sitios constituyeron los mayores efectos. Los meses y la hora del día fueron efectos de subunidades.

Potencial hídrico-planta.

El potencial hídrico-planta fue medido utilizando la cámara de presión (Scholander et al., 1984). Las especies elegidas como representantes del Sitio I y II fueron Festuca dolichophylla y F. rigida, respectivamente.

El potencial hídrico-planta se midió cada 15 días, tres veces al día (08:00, 12:00 y 16:00 horas con 7 repeticiones/planta en ambos sitios). Estas medidas se tomaron cortando lo más rápido posible, una hoja,

encerrándola en la cámara de presión, de tal manera que el extremo del tallo o peciolo cortado sobresalga de la cámara en la cual está encerrada. La presión dentro de la cámara que fue cerrada herméticamente, fue siendo incrementada gradualmente por el ingreso del nitrógeno comprimido hasta el momento en el cual se observó (con la ayuda de una lupa) la aparición de una pequeña gota de savia en el extremo de los tubos del xilema.

En ese momento el potencial de la savia fue considerado equivalente a la presión atmosférica. Scholander et al. (1964) sugirieron que la presión medida en esta manera compensa a la presión negativa original en los conductos xilemáticos intactos. Como las células tienen membranas citoplasmáticas semipermeables, la savia tiene un potencial hídrico muy alto, cerca a cero. Aparentemente existe una pequeña resistencia al fluído a través del xilema, de tal modo que la tensión en el xilema es aproximadamente equivalente al potencial hídrico en las hojas. Del tal manera, la presión aplicada incrementa el potencial hídrico de las células a un valor del potencial osmótico de la savia igual a la del xilema a presión atmosférica.

El determinar el potencial hídrico de la planta requirió 1-2 minutos/muestra. Un diseño de bloques completamente al azar con arreglo de parcela dividida fue también utilizado para analizar las diferencias de potencial hídrico bajo el efecto de diferentes horas del día, meses y diferentes sitios.

Conductancia.

Fueron elegidas para esto, especies claves que representaban a cada sitio; en el Sitio I, Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata y Alchemilla pinnata fueron seleccionadas y en el Sitio II, F. rigida y M. fastigiata. Asumiendo que la velocidad de transpiración es controlada exclusivamente o mayormente por la apertura de los estomas, la resistencia a la difusión de vapor de agua fue utilizada como una medida de la resistencia de los estomas. Las medidas de conductancia fueron tomadas

de Octubre a Diciembre de 1984, cada 15 días a tres horas del día: 08:00, 12:00 y 15:00 horas, con 15 repeticiones por especie, en ambos sitios. Un porómetro automático MK II fue utilizado con este propósito, el cual está compuesto de una cámara para la hoja la cual contiene un sensor higrométrico eléctrico y un termocople para medir la temperatura de la hoja y del aire. El porómetro fue calibrado en base a resistencias de difusión conocidas, luego una curva de calibración fue hecha en base a estas resistencias. Los valores hallados fueron reportados como conductancia, que es el recíproco de la resistencia de difusión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de forraje y patrones de crecimiento.

La producción de forraje fue altamente correlacionada a la precipitación durante el período de estudio (Fig. 1). La producción más alta ($P < .005$) fue medida en Abril, con un promedio de 1875 y 2417 kg/ha, Sitio I y Sitio II, respectivamente.

En general la producción fue significativamente más alta ($P < .005$) en el Sitio II con una producción de materia seca de 2,417 kg/ha mientras que únicamente llegó a 1,436 kg/ha en el Sitio I. Estas producciones son presumiblemente el resultado de: 1) adaptación fisiológica de las especies que conforman el Sitio II a la limitación de agua, 2) mayor disponibilidad de agua en el Sitio II debido al menor contenido de materia orgánica y arcilla en el suelo.

Las especies que se hallan presentes en el Sitio II particularmente la especie clave Festuca rigida, aparentemente ha desarrollado una adaptación fisiológica en respuesta a su medio ambiente, ya que estas especies están creciendo en suelos de textura más gruesa y las raíces son capaces de explorar horizontes más profundos. Otra adaptación es bajo valor en conductancia en comparación con Festuca dolichophylla, Stipa obtusa y Muhlenbergia fastigiata. Su baja conductancia podría ser una adaptación para disminuir el agua que se pierde por transpiración, lo

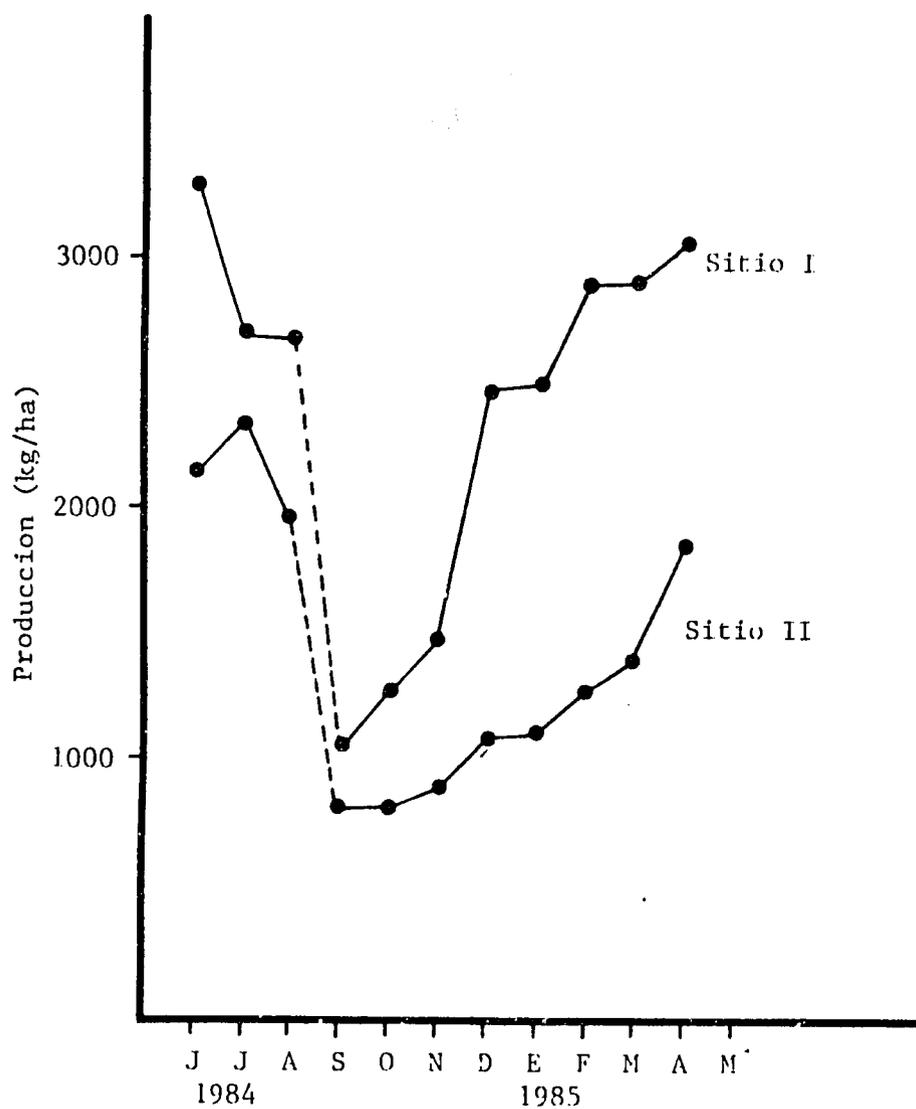


Fig. 1 Producción de biomasa (kg/ha) en dos sitios (Sitio I, franco-arenoso pesado; y Sitio II, franco-arenoso ligero) de pastizales en el Altiplano del sur del Perú, en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos.

cual permitiría a esta especie incrementar su capacidad de supervivencia frente a la limitación del factor agua. Otra razón de la más alta producción en el Sitio II podría ser la disponibilidad de agua; el Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) mostró tener mayor contenido de agua durante el período de estudio, por lo mismo se esperaría que fuera este sitio el que alcanzaría la mayor producción de materia seca; sin embargo, el Sitio II (suelo franco-arenoso liviano) tuvo la más alta producción de materia seca. Esto puede atribuirse a las fuerzas de capilaridad de los poros del suelo en el Sitio II, los cuales no poseen tanta fuerza capilar como las fuerzas ejercidas por los poros del suelo en el Sitio I (franco-arenoso pesado). Los suelos en el Sitio I tuvieron más alto contenido de arcilla y de materia orgánica que los suelos del Sitio II, lo cual podría hacer que el agua en el Sitio II sea más disponible que en el Sitio I, aunque el Sitio II tuvo menor contenido de agua. El Sitio II mostró tener potenciales hídricos más altos que el Sitio I, lo que muestra la relación entre el contenido de agua y su disponibilidad.

Se obtuvieron curvas de respuesta de crecimiento para las especies dominantes en cada sitio. Entre las gramíneas altas, Festuca rigida tuvo el promedio de crecimiento más alto y una producción mayor que Festuca dolichophylla (Fig.2). La producción de F. rigida empezó a decrecer (Mayo-Junio), mucho antes que F. dolichophylla (Julio). Aparentemente F. rigida responde más favorablemente al incremento de agua en el suelo que F. dolichophylla.

Muhlenbergia fastigiata parece ser altamente sensible a la diseminación de agua en el suelo, puesto que se observó que esta especie decrece notoriamente en cuanto el período lluvioso termina (Fig.3). Y tan pronto como la humedad del suelo incrementa, el crecimiento se reinicia, su producción fluctúa paralelamente al contenido de agua en el suelo. Este patrón de crecimiento es más notorio en el Sitio II (franco-arenoso liviano) que en el Sitio I (franco-arenoso pesado) lo mismo que podría estar relacionado al hábito de crecimiento radicular de poca profundidad y por otro lado la capacidad de retención de agua que es probablemente

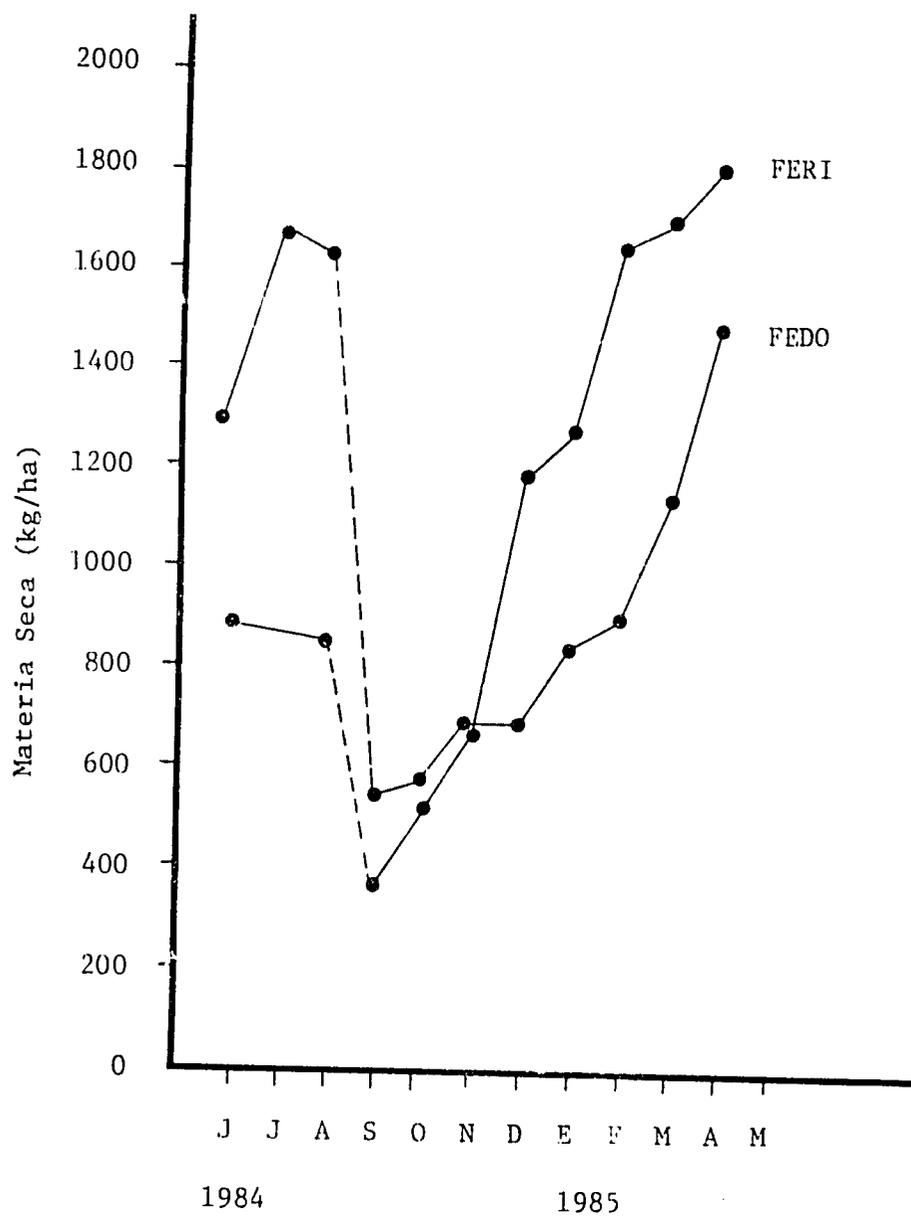


Fig. 2 Curva de crecimiento de *Festuca dolichophylla* (FEDO), y *Festuca rigida* (FERI) en el Altiplano del Peru, durante 1984 y 1985. FEDO y FERI fueron especies representativas del Sitio I (suelo franco-arenoso pesado), y Sitio II (suelo franco arenoso liviano), respectivamente.

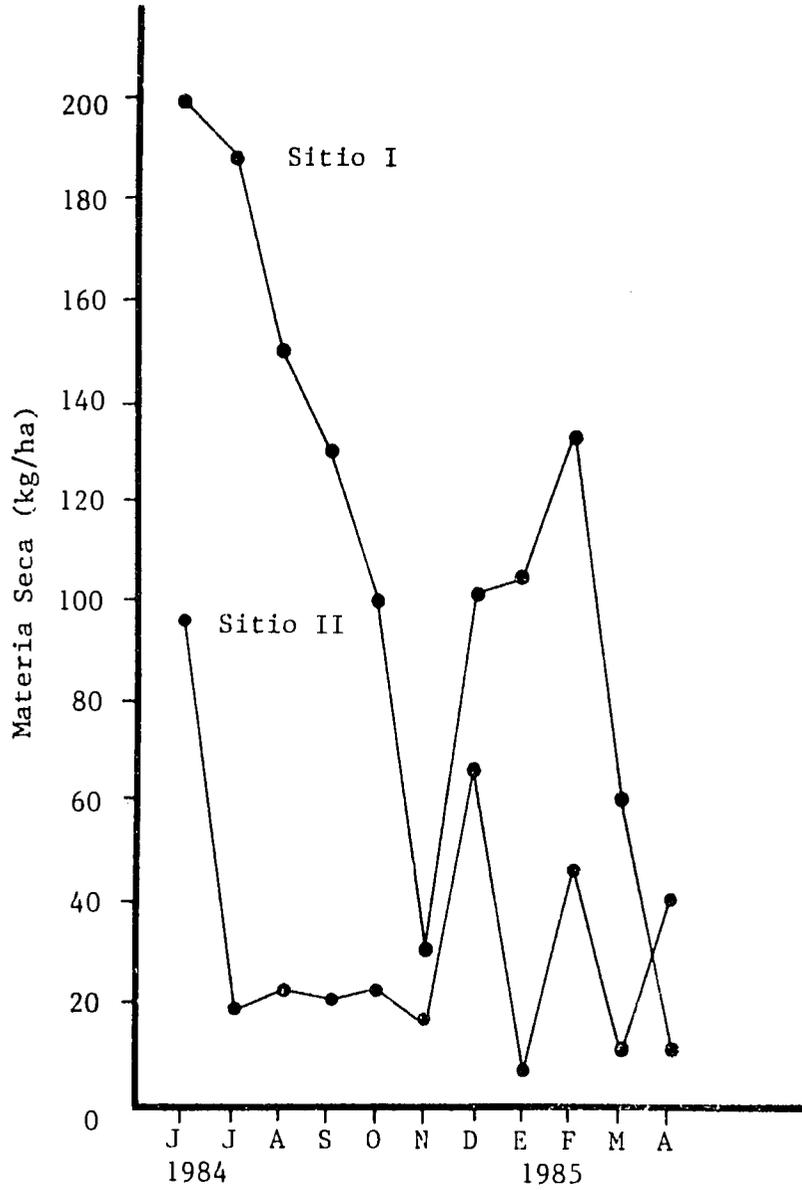


Fig. 3 Curva de crecimiento de *Muhlenbergia fastigiata* en el Altiplano del sur del Peru, durante 1984 y 1985, en dos sitios de pastizales Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) y Sitio II (suelo franco arenoso liviano).

mayor en el Sitio I que en el II, puesto que esta especie utiliza esencialmente el agua más cercana a la superficie. Lo opuesto fue observado en el patrón de crecimiento de hierbas (Fig.4), las mismas que mostraron un abrupto declive tan pronto como la humedad finalizó, empero tan pronto como el contenido de humedad en el suelo incrementó, se observó la iniciación de un constante incremento que se prolongó durante el período lluvioso.

En cuanto a la estructura botánica Festuca dolichophylla formó parte de la biomasa total con 74.5% en el Sitio I. Farfán (1982) halló resultados similares (71%) en un área del Altiplano (La Raya-Cusco). Esta especie es considerada importante por su amplia distribución (Tovar, 1973; Wilcox, 1982) y su valor como forraje. Esta especie fue mencionada por Reiner (1985) como una gramínea alta predominante en la dieta de alpacas. Farfán (1982) halló que F. dolichophylla formó parte con un 15% de la dieta de alpacas durante la época seca. Las gramíneas altas en el Sitio II (F. rigida y Stipa obtusa) no tienen mucho valor como forraje, excepto en un estado vegetativo temprano, puesto que se tornan fibrosos en tanto que la época avanza, lo cual las hace no palatables. La contribución de las gramíneas altas en el Sitio I fue seguida por Muhlenbergia fastigiata la cual constituía el 9% de la comunidad. Esta especie fue mencionada por Farfán (1982) y Reiner (1985) como preferida por las alpacas. Festuca rigida y Stipa obtusa (45% y 42% de la composición de especies) fueron las gramíneas dominantes en el Sitio II, y Muhlenbergia fastigiata aportó con un 2% en la estructura botánica, este bajo porcentaje podría atribuirse a la competencia existente con las hierbas, puesto que ambas especies utilizan esencialmente el agua más cercana a la superficie, por lo que las hierbas parecen ser más competitivas con respecto al uso del agua. Las hierbas contribuyeron en un 5% y 6% a la composición de la comunidad en el Sitio I y II, respectivamente; sin embargo, cabe mencionar que las hierbas en el Sitio I estuvieron dominadas por Alchemilla pinnata una especie altamente palatable (Farfán, 1982; Reiner, 1985; Fierro, 1985) mientras que Lepechinia meyeri citada por Tapia y Flores (1984) como una especie poco palatable, fue la que dominó el Sitio II.

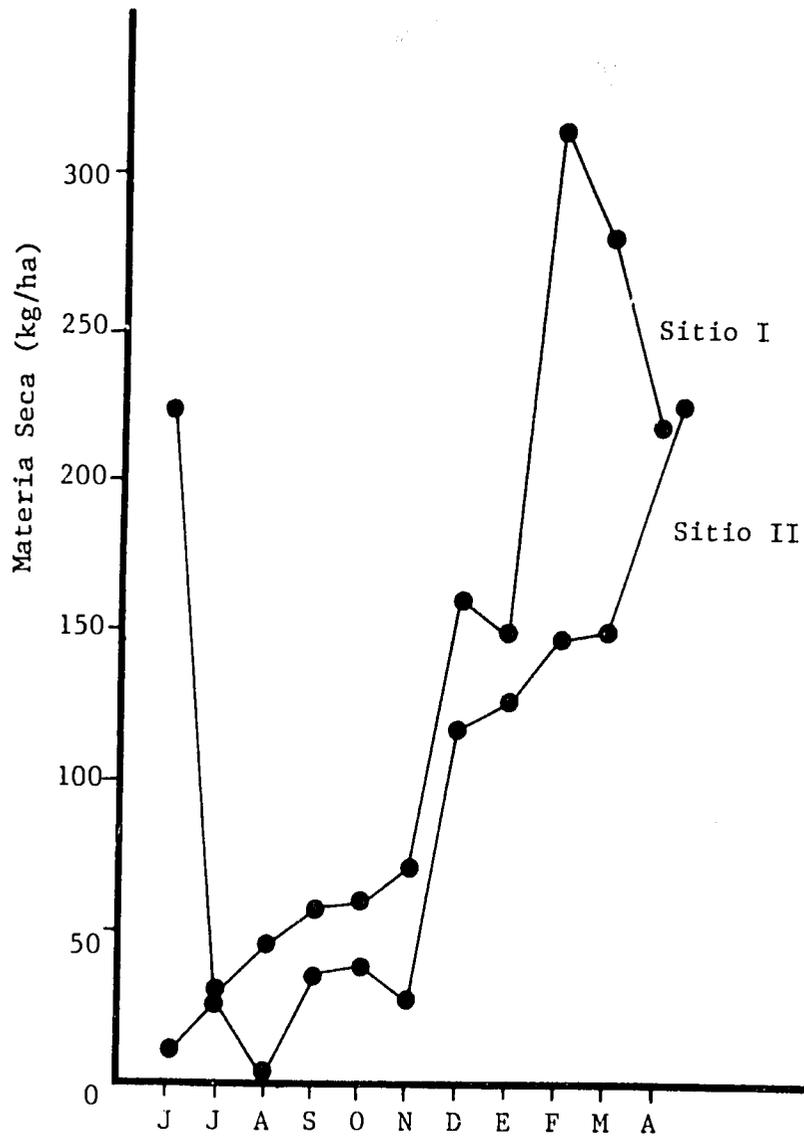


Fig. 4 Curva de crecimiento de hierbas en dos sitios del Altiplano del sur del Peru durante 1984 y 1985. Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) y Sitio II (suelo franco-arenoso liviano).

Contenido de agua en el suelo.

Dos aspectos del contenido de humedad del suelo son importantes en el ciclo de vida de una planta. El primero es la cantidad de agua que es proveída a través de la lluvia o suplementada como irrigación. El segundo aspecto es la fuerza capilar con la cual el agua es retenida en los poros del suelo, lo cual determina su disponibilidad para las plantas.

En el presente estudio, el contenido de agua fue tomado para determinar la variación mensual durante la época húmeda temprana (Setiembre-Noviembre) y la época húmeda propia (Diciembre-Abril). El contenido de agua en el suelo reflejó el patrón de precipitación, y la cantidad de vegetación incrementó en ambos sitios en tanto que la época húmeda progresaba.

El Sitio I (franco-arenoso pesado) fue significativamente ($P < .005$) más húmedo (26%) que el Sitio II (franco-arenoso ligero) (20%) como resultado del promedio a través de las diferentes profundidades. Los regímenes de humedad fueron significativamente diferentes ($P < .005$) en ambos sitios (Fig.5 y Fig.6). La diferencia en el contenido de humedad en los dos sitios está relacionada a la diferencia en suelos, aunque ambos sitios tenían textura franco-arenosa, ambos suelos aún eran diferentes, debido a que el Sitio I contenía casi el doble de la cantidad de arcilla que el Sitio II. Por otro lado, el contenido de humedad fue también afectado significativamente ($P < .005$) por la profundidad, el cual disminuyó con el incremento en profundidad independientemente del sitio (Fig.7). Este resultado puede estar relacionado a la disminución de materia orgánica con el incremento en profundidad. No se observaron efectos significativos debido a la interacción Sitio X Profundidad. El promedio de contenido de agua a las profundidades de 15, 30 y 45 cm fueron 29, 25 y 25% en el Sitio I y 22, 20 y 18% en el Sitio II, respectivamente. La interacción Sitio X Mes fue significativa ($P < .005$). El contenido de humedad en el Sitio I fue más alto (26%) que en el Sitio II (20%) cuando se promedió a través de los meses, y alcanzó el más alto contenido en Noviembre

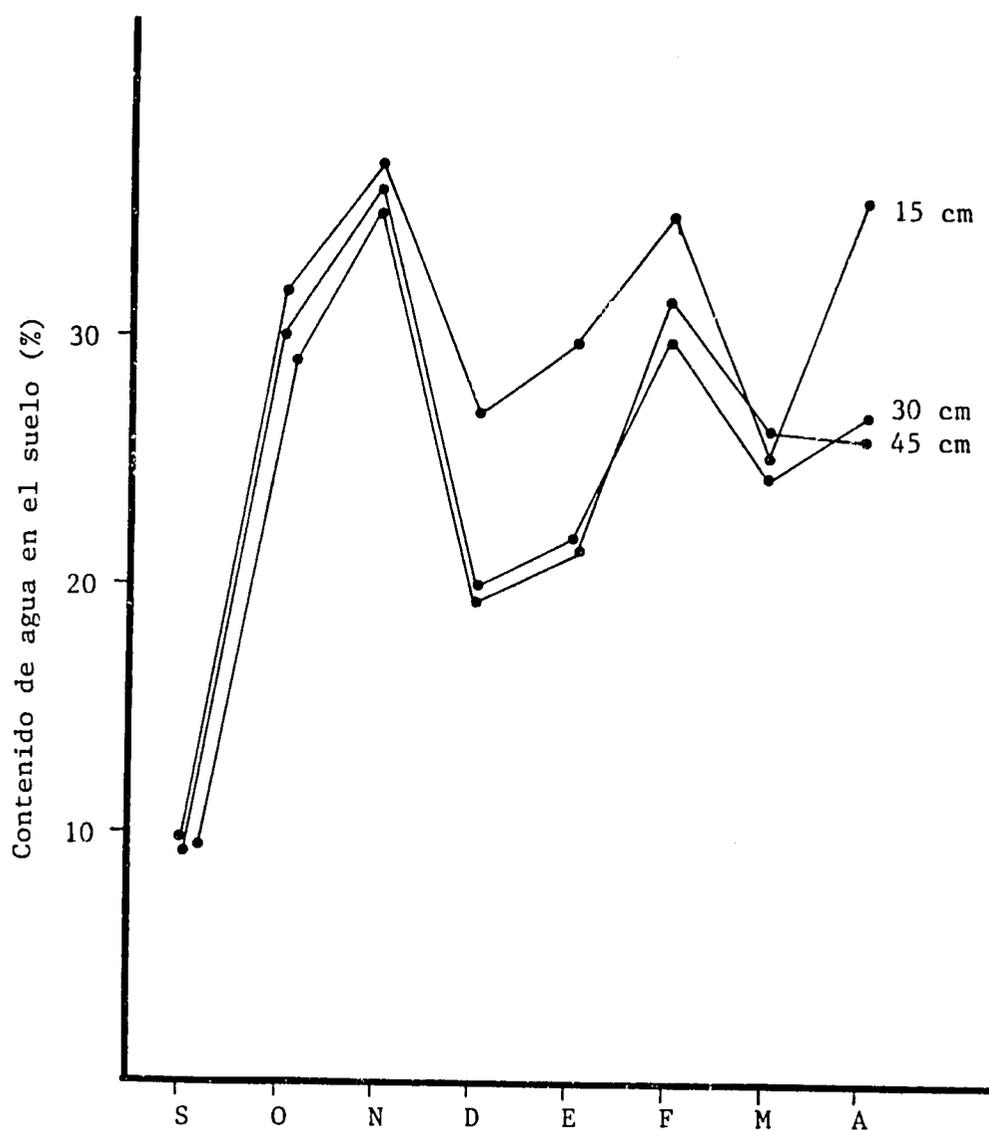


Fig. 5 Contenido de agua en el suelo del Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) en tres profundidades (15, 30, y 45 cm), en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos.

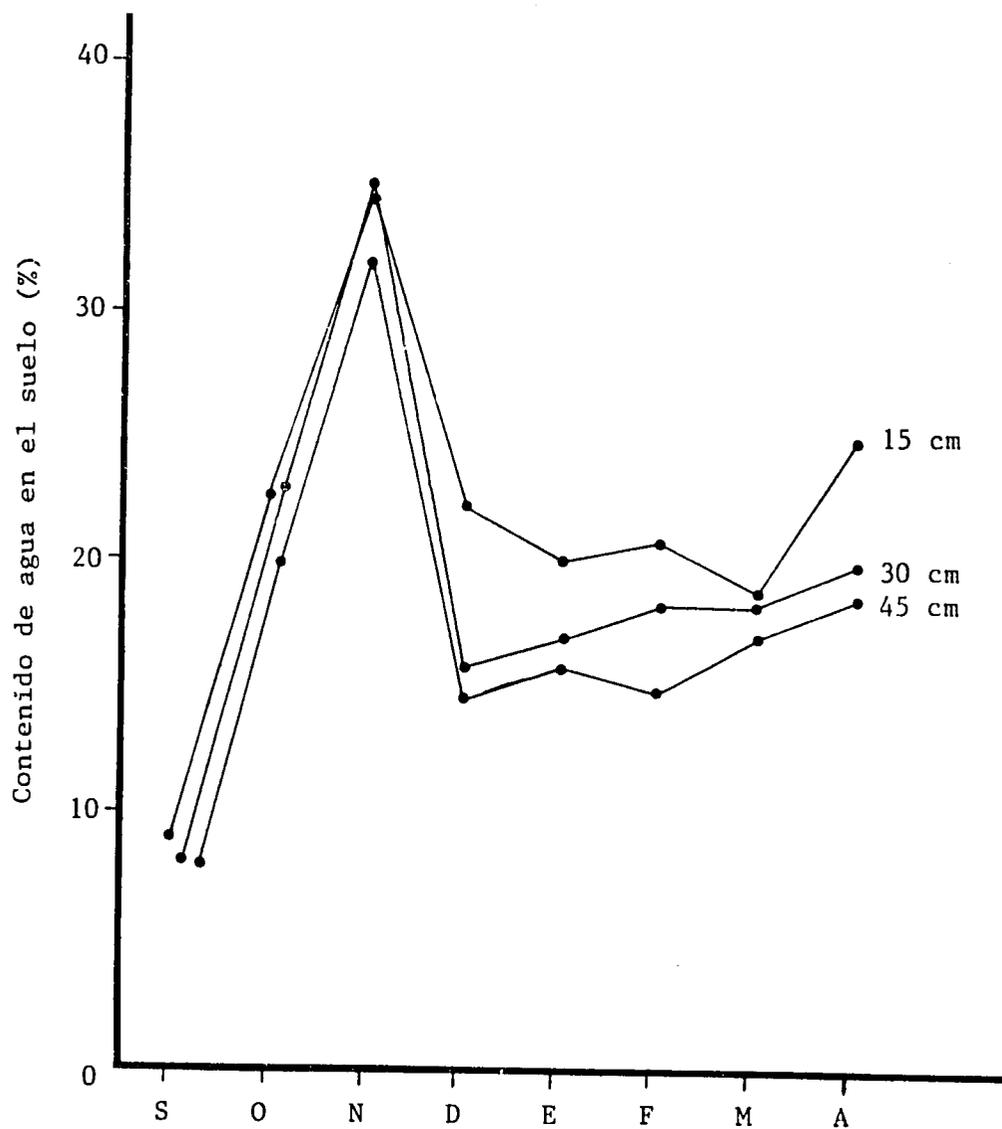


Fig. 6 Contenido de agua en el suelo del Sitio II (suelo franco-arenoso liviano) en tres profundidades (15, 30, y 45 cm); en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos.

(36% y 34% para el Sitio I y II, respectivamente), el contenido más bajo en Setiembre (10% y 8% para el Sitio I y II, respectivamente). No se observó efecto significativo en la interacción Profundidad X Mes, por lo que se concluyó que el contenido de agua varía cada mes independientemente de la profundidad.

Potencial hídrico del suelo.

El potencial hídrico fue significativamente diferente en ambos sitios. El potencial hídrico en el Sitio I, un suelo franco-arenoso pesado fue más negativa (-54 bares) que el potencial hídrico en el Sitio II, suelo franco-arenoso liviano (-47 bares) estos valores fueron resultados de promedios a través de las diferentes profundidades. El potencial hídrico incrementó de Junio a Octubre (Fig. 8 y 9). Los potenciales hídricos en Junio y Julio fueron de -79 y -69 bares, respectivamente, como resultado de promediar a través del tiempo y profundidad. Durante la época seca se observaron pequeños cambios en el potencial hídrico diurno los que se debieron al relativo estado estático del contenido de agua durante esta época.

El potencial hídrico del suelo al iniciarse el período húmedo (Setiembre) dió como promedio del tiempo y profundidad -39 bares (Sitio I), y -37 bares (Sitio II); sin embargo, estos valores exhibieron un amplio rango entre los potenciales medidos en las primeras horas de la mañana y las últimas de la tarde. Estos potenciales variaron desde -11 a -77 bares (al medio día) en el Sitio I, y -22 a -77 bares (Sitio II), los potenciales hídricos de -22 bares en la mañana y -70 bares al medio día fueron equivalentes a 8% (Sitio II) de contenido de humedad. La vegetación nativa no mostró signos de marchitamiento, aún con potenciales hídricos bajos, lo que indica que el punto de marchitamiento de la superficie que se desarrollan en estas áreas ocurre a potenciales menores que -15 bares, aunque esta agua retenida sea considerada de poco valor para las plantas.

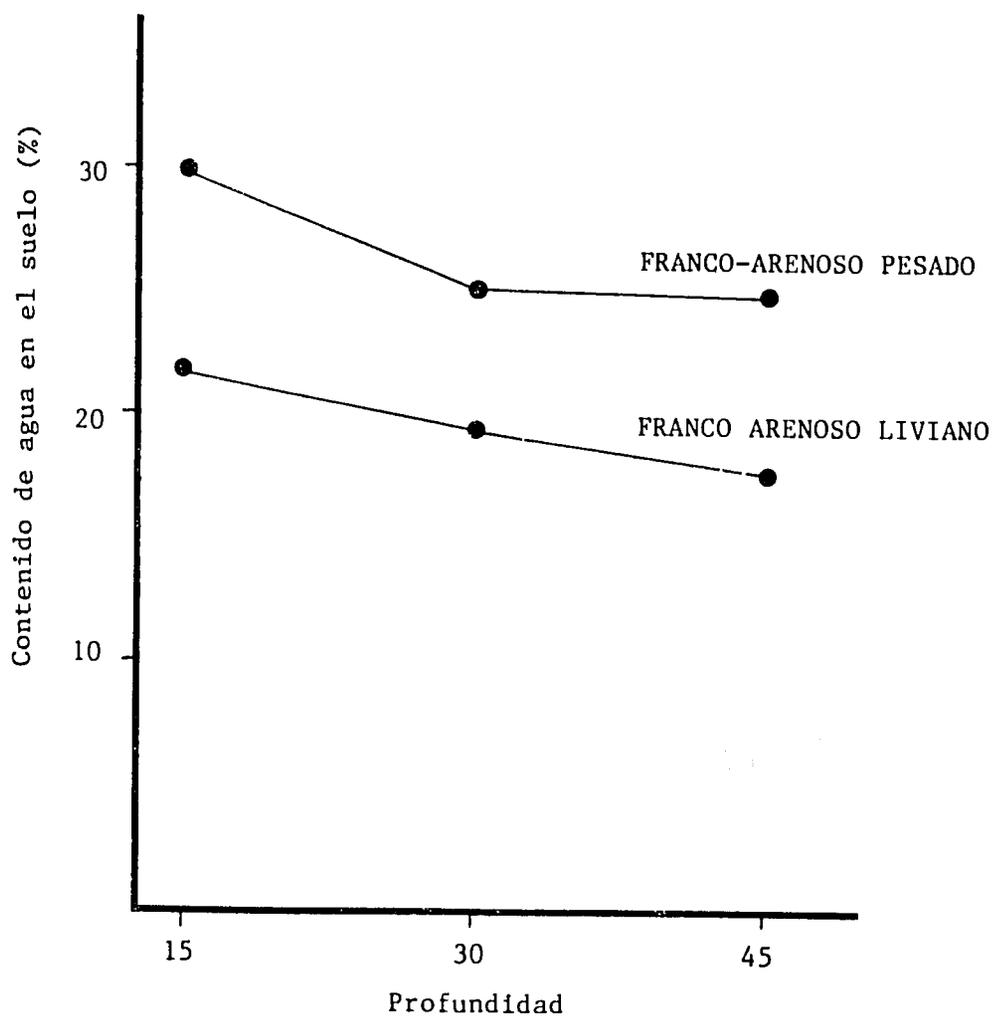


Fig. 7 Contenido de agua en el suelo a diferentes profundidades y en dos sitios de pastizales (franco-arenoso pesado, y franco-arenoso liviano) en el Centro Nacional de Investigacion de Camelidos Sudamericanos, en el Altiplano del sur del Peru.

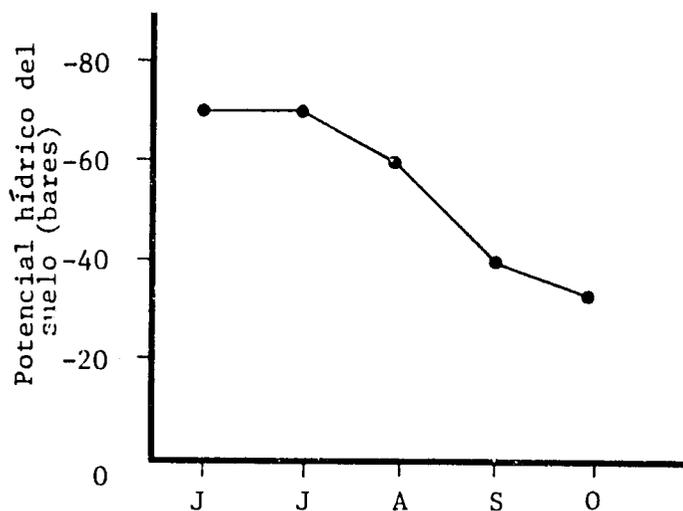


Fig. 8 Variación mensual del potencial hídrico en el suelo (Junio - Octubre) en el Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) en el Altiplano sur del Peru.

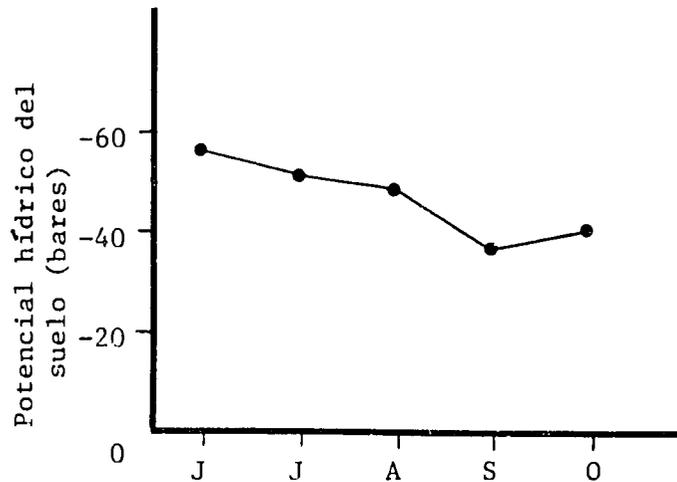


Fig. 9 Variación mensual del potencial hídrico en el suelo (Junio - Octubre) en el Sitio II (suelo franco-arenoso liviano) en el Altiplano sur del Peru.

El potencial hídrico fue significativamente más negativo ($P < .005$) a 15 cm que a 30 cm de profundidad (Sitio I), y más negativo a 15 cm que a 45 cm (Sitio II). El potencial hídrico más negativo en ambos sitios fue observado a 15 cm (-56.1 y -56.2 bares para el Sitio I y II, respectivamente), mientras que el valor más alto ocurrido a 30 cm de profundidad (-53 bares [Sitio I] y -38 bares a 60 cm [Sitio II], Fig. 10 y 11).

Potencial hídrico-planta.

El potencial hídrico de Festuca dolichophylla y F. rigida fue significativamente ($P < .005$) influenciado por los efectos de sitio, hora y mes. Festuca dolichophylla alcanzó un potencial hídrico más bajo (-18 bares) que Festuca rigida (-16 bares) durante la época húmeda, paralelamente se observó que en Setiembre (inicio de la época húmeda), el potencial hídrico del suelo en el Sitio I fue más negativo (-39 bares) que en el Sitio II (-37 bares).

Los patrones de crecimiento de F. rigida indican que esta especie responde antes que F. dolichophylla a los pequeños incrementos de agua en el suelo. F. dolichophylla tuvo el potencial hídrico más negativo al medio día (-29 bares), mientras que F. rigida tuvo el potencial hídrico más alto (-26 bares). El potencial hídrico más alto en el caso de las dos especies fue alcanzado en la tarde (Fig.12). El descenso del potencial hídrico durante el medio día es un resultado inevitable de la velocidad relativa de transpiración y absorción diaria. Al comienzo de cada día por el proceso de transpiración el agua de las hojas es eliminada sin que se produzca absorción compensatoria lo cual reduce el potencial hídrico por debajo del valor que posee al amanecer.. Aunque la absorción se inicia tan pronto como la gradiente de potencial se extiende a través de la interfase suelo-raíz, el total del rezago cuantitativo de absorción frente a la velocidad total de transpiración y por lo tanto la magnitud del déficit hídrico interno, continúa incrementando hasta que la velocidad de absorción iguale o supere a la de transpiración.

El potencial hídrico más alto fue observado en Abril (-13 y -14 bares para F. dolichophylla y F. rigida, respectivamente), mientras que el

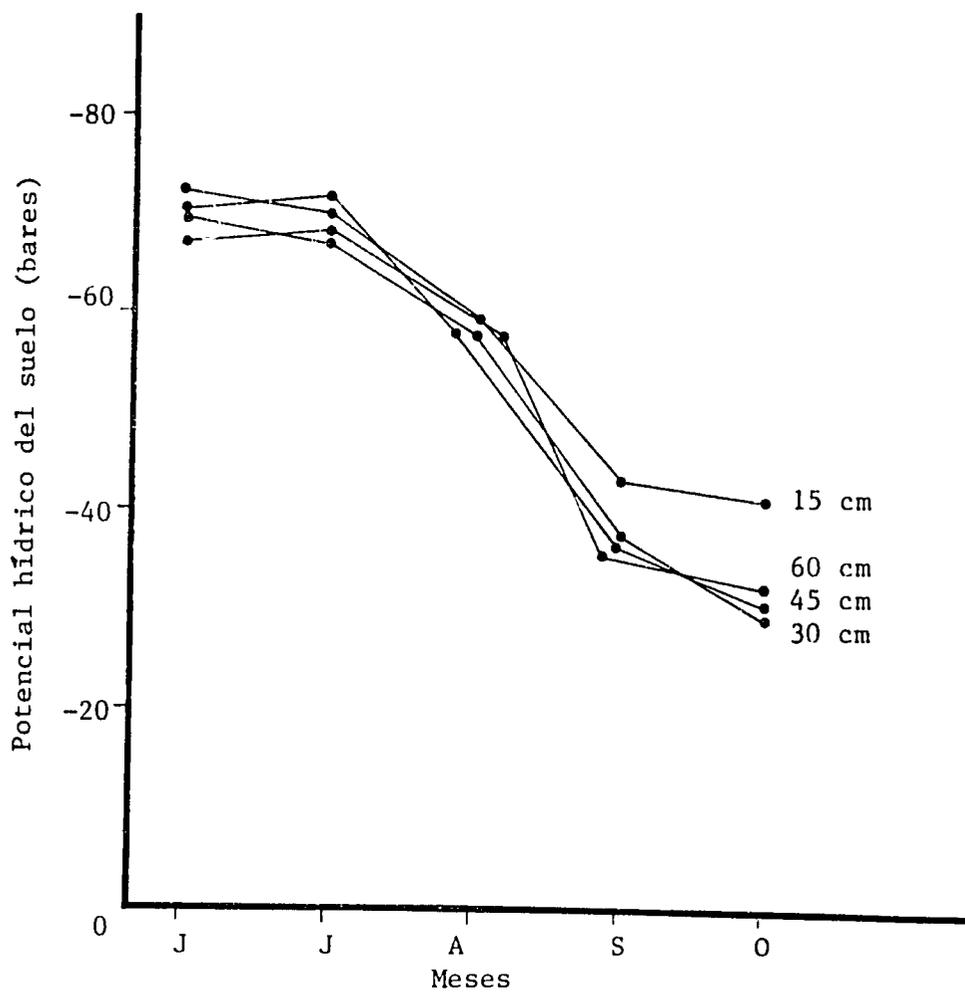


Fig. 10 Variación mensual del potencial hídrico - suelo a diferentes profundidades en el Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) desde Junio - Octubre, 1984 en los Andes del sur del Peru.

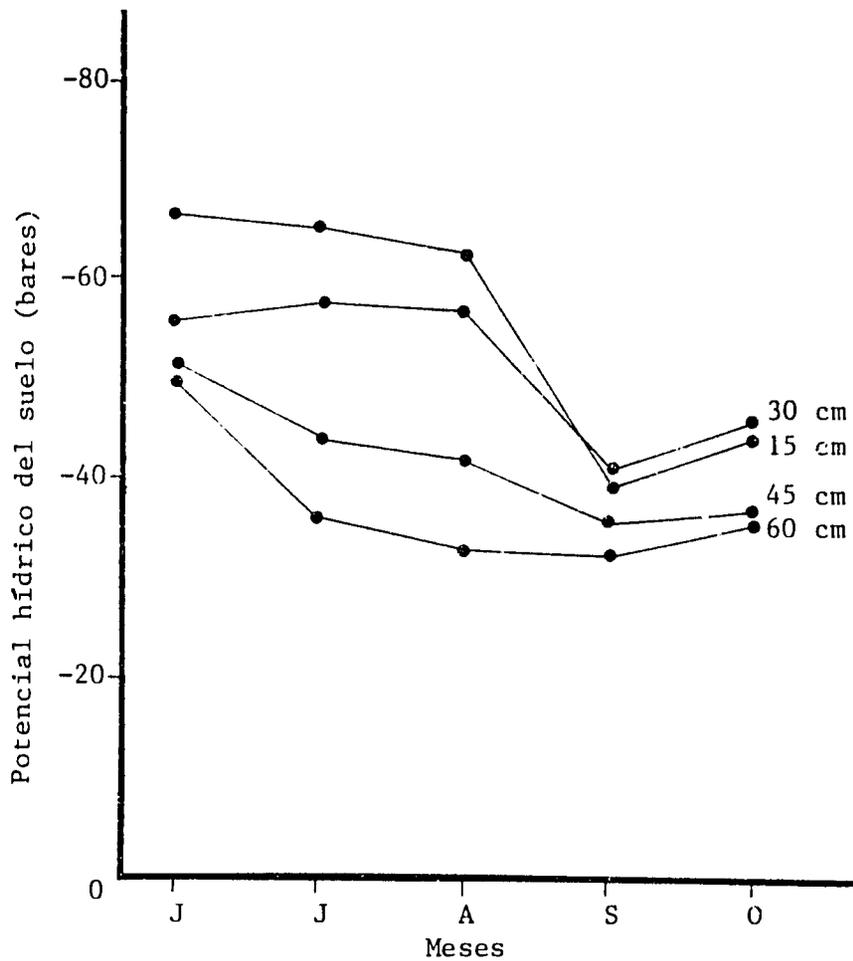


Fig. 11 Variación mensual del potencial hídrico - suelo, a diferentes profundidades en el Sitio II (suelo franco-arenoso liviano) desde Junio - Octubre, 1984 en los Andes del sur del Peru.

potencial hídrico más bajo fue medido en Noviembre (-12 y -18 bares para F. dolichophylla y F. rigida, respectivamente).

La interacción Hora del día X Mes fue también significativa ($P < .005$) (Fig.13 y 14), es necesario mencionar que no fue posible medir el potencial hídrico durante los meses previos a Noviembre debido a que el límite de la cámara de presión era -45 bares. Fue en Noviembre en que se observó el incremento suficiente como para hacer posible las mediciones. Esto muestra que como el rebrote de las especies empezó en Setiembre, las gramíneas altoandinas empezaron a aprovechar el agua existente, ejerciendo potenciales por debajo de -45 bares.

Conductancia.

El curso de conductancia diurna (1/resistencia difusiva) fue medida en cinco especies. Entre las gramíneas estudiadas, Festuca dolichophylla y Muhlenbergia fastigiata lograron las velocidades diarias de conductancia más altas. Mientras que F. rigida y Stipa obtusa mostraron tener valores de conductancia más bajos. Los valores máximos que mostró tener F. dolichophylla (Fig.15) ocurrieron en el mes de Noviembre ($-0.3727 \text{ cm sec}^{-1}$), el cual fue el mes que presentó el más alto contenido de agua. Muhlenbergia fastigiata mostró su más alta conductancia también en el mes Noviembre ($0.3669 \text{ cm sec}^{-1}$). F. rigida y Stipa obtusa tuvieron valores de conductancia más bajos que las especies antes mencionadas (0.2900 y $0.2598 \text{ cm sec}^{-1}$, respectivamente).

La variación en conductancia durante el día fue significativa ($P < .005$), se observó que esta variación es mayor cuando el contenido de humedad del suelo fue bajo. F. rigida exhibió menor fluctuación en conductancia diurna durante los meses de Noviembre y Diciembre (varió desde 0.2628 a $0.2905 \text{ cm sec}^{-1}$, en meses húmedos), mientras que en Junio (mes seco) esta variación fue desde 0.068 a $0.2144 \text{ cm sec}^{-1}$). En cambio, Alchemilla pinnata mostró la más alta conductancia diurna, variando desde 0.4402 a $0.4551 \text{ cm sec}^{-1}$ (durante el mes de Noviembre) (Fig.16).

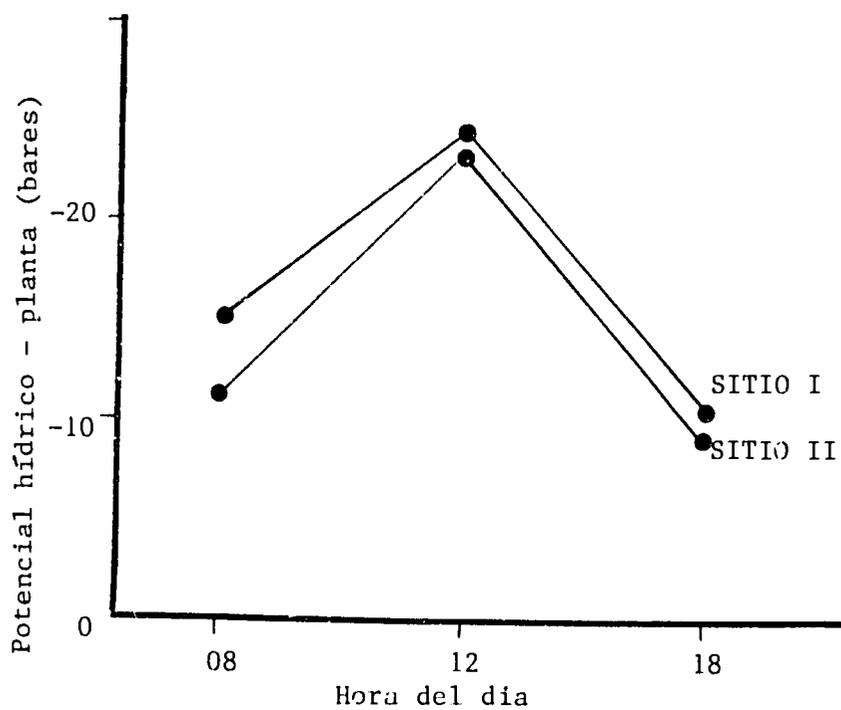


Fig. 12 Fluctuación diurna del potencial hídrico - planta en dos especies nativas (Festuca dolichophylla y Festuca rigida) en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos. Estos valores representan a los promedios desde Noviembre - Abril 1985.

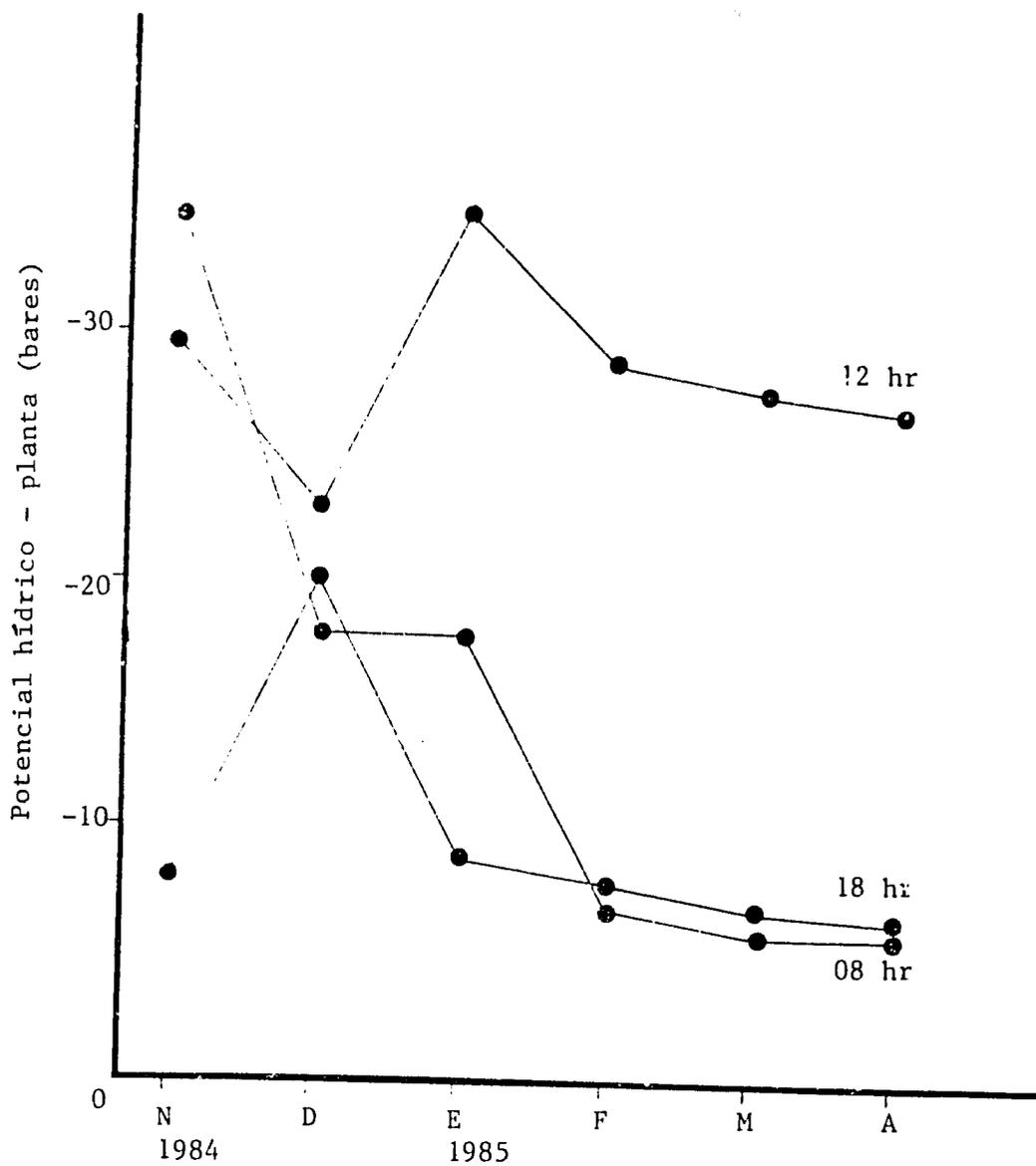


Fig. 13 Potencial hídrico de *Festuca dolichophylla* (gramínea nativa de pastizales) desarrollando en un suelo franco-arenoso pesado, en el Centro de Investigación para Camelidos Sudamericanos en el Altiplano del sur del Perú.

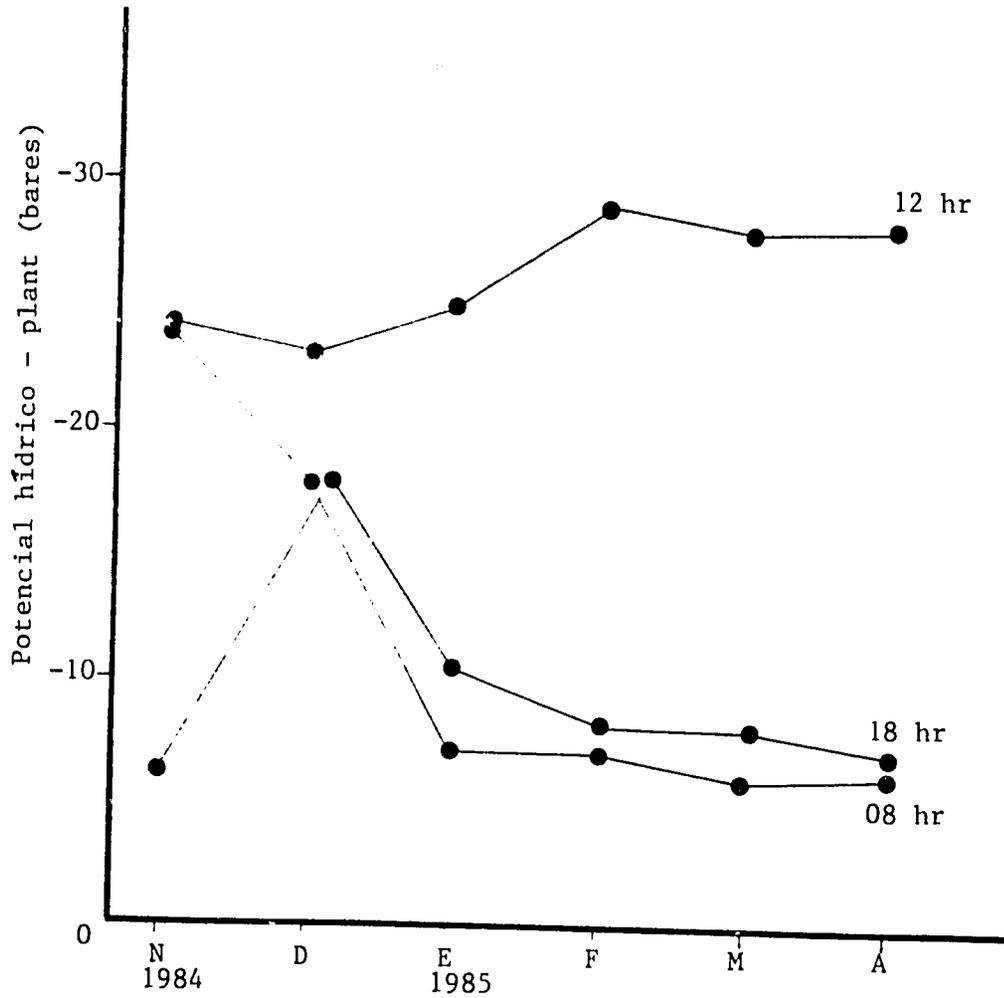


Fig. 14 Potencial hídrico de *Festuca rigida* (gramínea nativa de pastizales) desarrollando en un suelo franco-arenoso liviano, en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos, en el Altiplano del sur del Perú.

Durante Octubre y Noviembre se observaron pequeñas fluctuaciones en la conductancia diurna, lo cual podría estar relacionado al contenido de agua en el suelo, el cual incrementó de 10% (Setiembre) a 30% y 36% en Octubre y Noviembre, respectivamente. De tal manera que el déficit creado por la pérdida de agua a través de la transpiración es rápidamente superado con un incremento en la velocidad de absorción. Cuando la humedad del suelo es limitada, el tiempo que se necesita para que el equilibrio entre absorción y transpiración se prolonga. La figura 17, muestra las conductancias observadas en F. rigida durante Junio (mes seco). Los patrones de conductancia parecen seguir las variaciones en contenido de agua en el suelo y la temperatura ambiental. Se observó que la resistencia de la hoja tiende a decrecer en tanto que la temperatura incrementa, Gates et al. (1968) sostienen que a resistencia por sobre 10 sec cm^{-1} (0.1 cm sec^{-1}), el efecto de la temperatura sobre la hoja es relativamente pequeño. En el presente estudio, todos los valores de conductancia estuvieron por encima de 0.1 cm sec^{-1} ; por lo tanto supuestamente la temperatura no tuvo mucho efecto en los cambios de conductancia.

Las gramíneas altoandinas exhibieron conductancias relativamente más bajas. F. dolichophylla varió en conductancia de $0.0134 - 0.3727 \text{ cm sec}^{-1}$ (resistencia $74.6 - 2.7 \text{ sec cm}^{-1}$), F. rigida, $0.1519 - 0.2598 \text{ cm sec}^{-1}$ ($6.2 - 3.2 \text{ sec cm}^{-1}$); Muhlenbergia fastigiata, $0.0431 - 0.3679 \text{ cm sec}^{-1}$ ($22.9 - 2.7 \text{ sec cm}^{-1}$); y Alchemilla pinnata, $0.1192 - 0.5661 \text{ cm sec}^{-1}$ ($8.4 - 1.7 \text{ sec cm}^{-1}$).

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio, se pueden concluir que: 1) Festuca rigida es una de las especies mejor adaptadas a la limitación del factor agua en el Altiplano del sur del Perú, puesto que esta especie inicia el crecimiento con bajos contenidos de agua en el suelo. 2) F. rigida tiene una mayor velocidad de crecimiento y una mayor producción de materia seca que F. dolichophylla, sin embargo esta última permanece mayor tiempo en estado vegetativo. Tomando en consideración estas conclusiones, se puede sugerir que F. rigida podría ser pastoreada

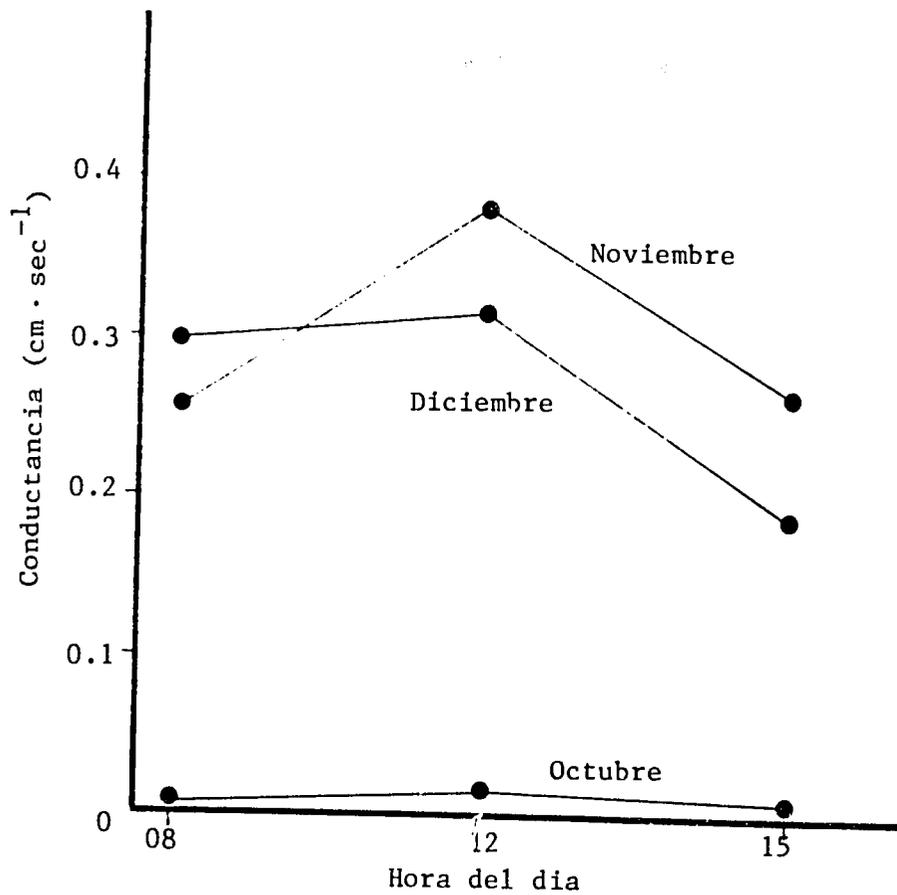


Fig. 15 Fluctuación diurna en conductancia de Festuca dolichophylla en un pastizal, en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos en el Altiplano sur del Perú.

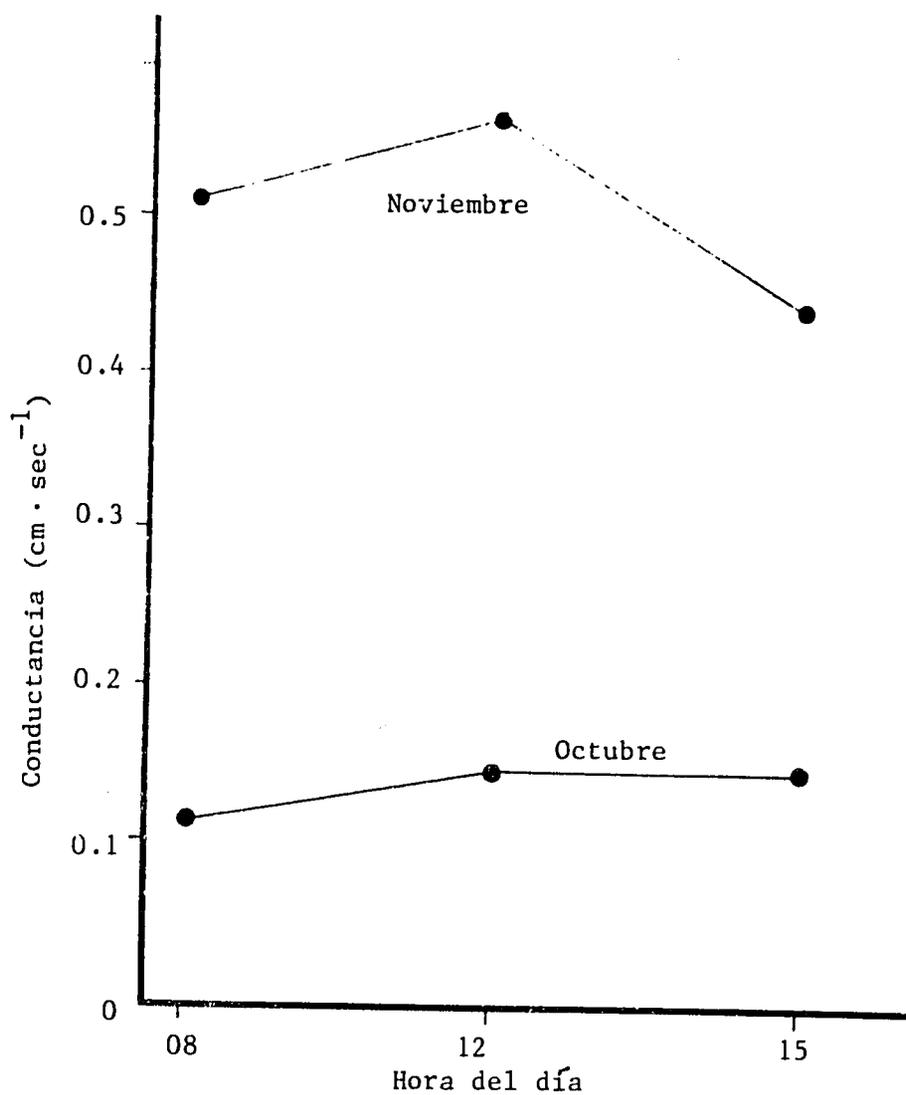


Fig. 16 Fluctuación diurna en conductancia de Alchemilla pinnata, en un pastizal en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos en el Altiplano sur del Peru.

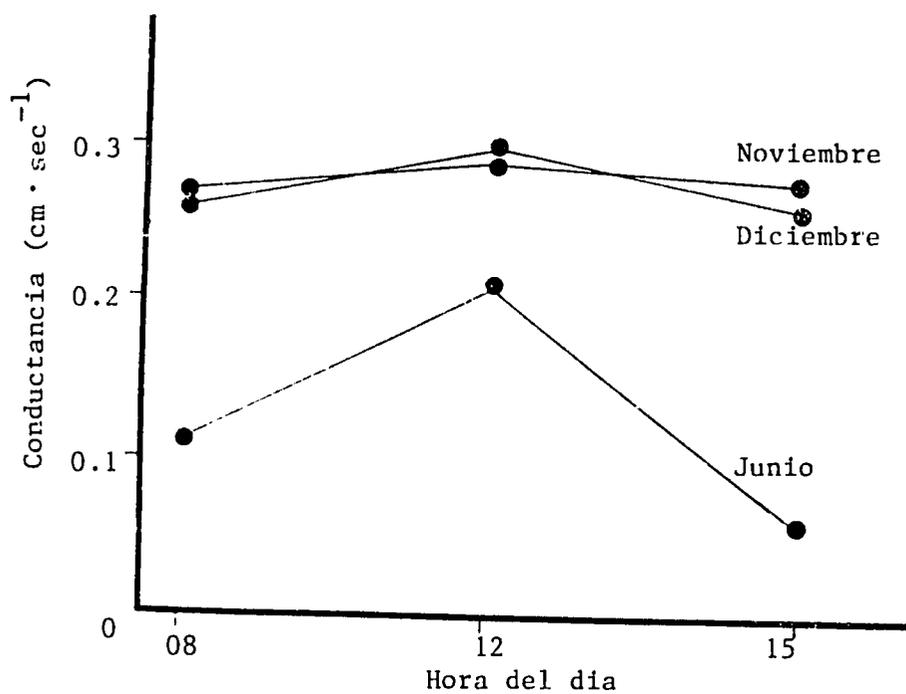


Fig. 17 Fluctuación diurna en conductancia de Festuca rigida en un pastizal, en el Centro Nacional de Investigación de Camelidos Sudamericanos en el Altiplano sur del Peru.

intensamente durante su primer estado de crecimiento. De otro modo, se torna más fibrosa lo cual aparentemente reduce su palatabilidad. En cambio F. dolichophylla respondería positivamente a un pastoreo menos intenso durante todo el período de crecimiento.

Muhlenbergia fastigiata, Alchemilla pinnata y otras especies formaron también parte de la estructura botánica en los sitios de estudio. Sin embargo, considerando que los mayores componentes en el aporte a la cantidad de forraje en los pastizales altoandinos son las gramíneas altas, los programas o esquemas de pastoreo se debieran basar en ellos.

LITERATURA CITADA

- AGUIRRE, L. y L. OSCAONA. 1985. Mapeo de sitios, determinación de la condición y estimación de la soportabilidad ganadera en la Estación Experimental de Camélidos Sudamericanos. Documento interno. La Raya, Cusco, Perú.
- ASTORGA, J. 1982. Manejo integrado de praderas nativas en la sierra sur (Altiplano). Curso corto, Manejo y Mejoramiento de pastizales naturales. Small Ruminant CRSP, Texas Tech Univ., Lima, Perú. 8p.
- FARFAN, R.D. 1982. Dry season forage preferences of alpaca (Lama pacos) in southern Peru. MS Thesis, Texas Tech Univ. Lubbock.
- FLOREZ, A., E. MALPARTIDA and F. BRYANT. 1982. Relationships between nutrient content and phenology of cool season grasses in the Andes of Peru. Research Highlights, Noxious Brush and Weed Control. Range and Wildl. Manage. Vol. 13. Texas Tech Univ. Lubbock. p. 30.
- FIERRO, L.C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Peru. PhD. Dissertation. Texas Tech Univ., Lubbock.
- REINER, R.J. 1985. Nutrition of alpacas grazing high altitude rangeland in southern Peru. PhD Dissertation. Texas Tech Univ., Lubbock.
- SAN MARTIN, F. 1982. Características de los pastos cultivados de los Andes. Curso corto de Manejo y Mejoramiento de pastizales naturales. Small Ruminant CREST, Texas Tech Univ. Lima, Perú. 8p.

- SCHOLMIDT, P.F., H.T.HAMELL, E.A.HEMMINGSEN and E.D.BRADSTREET. 1964.
Hydrostatic pressure and osmotic potential in leaves of mangroves and
some other plants. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 52:110-125.
- TAPIA, M.E. y J.FLORES. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur
del Perú. INIPA. Programa colaborativo de apoyo a la investigación
en rumiantes menores. Lima, Perú.
- TOVAR, O. 1973. Comunidades vegetales de la Reserva Nacional de vicuñas
de Pampa Galeras, Ayacucho, Perú. *Publ. Mus. Hist. Nat. Javier Prado.*
Serv. Bot. No.27. Lima, Perú.
- TRANQUILINI, W. 1964. The physiology of plants at high altitudes. *Ann.*
Rev. Plant Physiology. 15:345-362.
- WIEBE, H.H. 1971. Measurement of plant and soil water status. *Bulletin*
No.484, *Utah Agric. Exp. Sta.* p. 7-50.
- WILCOX, B.P. 1982. Plant communities and soils of the central Andes of
Peru. MS Thesis. Texas Tech Univ. Lubbock.

RESUMEN

Los patrones de crecimiento de especies claves de los pastizales, su producción de forraje y la influencia del estado hídrico del suelo sobre el estado hídrico de la planta, fueron medidos en dos sitios representativos del sur del Perú. El estudio fue conducido en el Centro La Raya-IVITA, en el Departamento de Cusco, durante Junio de 1984 a Mayo de 1985. El Sitio II (suelo franco-arenoso liviano) tuvo un promedio de producción más alto (3,417 kg/ha) que el Sitio I (suelo franco-arenoso pesado) (1,436 kg/ha). El Sitio I estuvo dominado por Festuca dolichophylla y Muhlenbergia fastigiata. Su composición botánica incluyó gramíneas (87%), juncaceas y cyperaceas (7%) y hierbas (5%). El Sitio II estuvo dominado por F. rigida y Stipa obtusa. Su composición es también a base de gramíneas (93%), hierbas (6%) y ciperaceas (1%). F. dolichophylla y F. rigida empezaron a rebrotar en Setiembre, aunque F. rigida creció con mayor rapidez que F. dolichophylla y produjo una mayor cantidad de materia seca. La humedad del suelo incrementó paralelamente al avance de la época húmeda. El contenido de agua en el suelo fue más alto en el Sitio I con 26%, de Setiembre a Abril. El mayor contenido de agua fue medido en Noviembre (36% y 34%, Sitio I y II, respectivamente). El más bajo contenido de humedad fue observado en Setiembre (10% y 8%, Sitio I y II, respectivamente). El promedio del potencial hídrico del suelo a través de los meses y hora del día (durante el período seco y húmedo temprano) fue más alto en el Sitio II (-47 bares) que en el Sitio I (-54 bares), durante el período seco, los potenciales hídricos fueron -70 a -69 bares, en el Sitio I y II, respectivamente. F. dolichophylla tuvo potenciales hídricos más bajos que F. rigida a través del día. F. dolichophylla mostró tener valores más altos de conductancia que F. rigida durante Noviembre; conductancias al medio día fueron 0.3727 y 0.2900 cm sec⁻¹, respectivamente.

COMPORTAMIENTO Y GASTO ENERGETICO DE OVINOS EN PASTOREO EN
EL ALTIPLANO DE PERU.

G. Atamari y L.C. Fierro.

ABSTRACT

A band of herded sheep in southern Peru, was observed throughout the year, in order to document sheep behavior and energy budgets. All activities were recorded and the energy factorization approach was used to estimate energy expenditure. Season and physiological status of sheep affected behavior, however, the main factor involved was the herding management itself. Grazing and walking were the main activities. Under the diurnal herding regime typical of Peru, rumination was not an important activity during the day time. Sheep grazed an average of 6 hr/day (diurnal observations of 11.5 hrs) and walked 4.6 km/day. Energy expenditures fluctuated from 229 Kcal/day (February) to 280 Kcal/day (November), and an estimated energy balance indicated that energy intake was adequate during most of the year, except during early nursing of lambs. Key words: Sheep behavior, Bioenergetics, Energy budgets, Herded sheep.

Desde sus inicios, los estudios de comportamiento animal de animales en pastoreo han mostrado su importancia y como ciertos factores tales como estado fisiológico, condición, clima, estado fenológico de las plantas y la disponibilidad de forraje, entre los principales, pueden determinar el tiempo dedicado a cada actividad (Cory, 1927; Tribe, 1950; Arnold, 1960; González, 1964; Fierro, 1974). En el caso del Peru, son

Los autores son respectivamente, Asistente de investigación de Texas Tech University en el Perú e Investigador residente del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación de Rumiantes Menores - AID, en el Perú.

escasos los datos sobre el comportamiento de animales en pastoreo (Koford, 1957; Ríos, et al. 1984; García, et al. 1984; Farfán y Bryant, 1984), particularmente en el caso de los ovinos (Tapia y Florez, 1984; Fierro, 1985).

Dichos estudios de comportamiento, si combinados con el uso de la factorización energética pueden sin duda hacerse de mayor utilidad, ya que es posible realizar estimaciones cuantitativas y así estudiar la bioenergética de los animales en pastoreo (Blaxter, 1962; Osuji, 1974). Para ello se utilizan los requerimientos energéticos de las diversas actividades que han sido medidas directa e indirectamente con técnicas calorimétricas (Brody, 1945; Graham, 1964). De esta manera, se sumarian los tiempos y el costo energético de cada actividad, para estimar el gasto diario promedio (Cook, 1970; Malechek y Smith, 1976; Sánchez y Ortíz, 1976; Chávez, 1983).

En el caso de las empresas ovinas en el Perú, donde aún predomina el pasoreo a base de pastores, conocer el comportamiento animal puede ser particularmente importante para mejor entender el status nutricional de los animales en pastoreo.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro Experimental de Chuquibambilla propiedad de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, ubicada en el Departamento de Puno en el Sur de Perú. El área de estudio comprendía una superficie aproximada de 400 ha, dividida en cuatro canchas de similar tamaño. La vegetación y suelos son típicos del Altiplano Peruano e incluían tres comunidades dominadas por Festuca dolichophylla, Calamagrostis antoniana y F. dichoclada, y fueron detalladamente descritas al igual que la climatología por Velarde (1983) y Velarde y Astorga (1984).

Las observaciones se llevaron a cabo en una "punta" de 500 ovejas Corriedale, desde su empadre (Junio) hasta el destete de sus corderos

(Marzo), efectuando dos observaciones por mes, durante 10 meses. La punta era manejada de manera tradicional, pastoreando durante el día al amanecer (entre 5:30 y 6:00 AM) bajo la supervisión de un pastor y su familia, para ser encerrada en corral después de las 5:00 PM. A este período se le consideró un día animal y coincidía muy de cerca con el fotoperíodo. El día-animal varió durante los 10 meses de observación, por tanto, los tiempos de observación fueron ajustados proporcionalmente a 11 horas 30 minutos, para fines comparativos.

Todas las actividades de una oveja fueron registradas en minutos por observación directa y continua. De acuerdo a Hodgson (1982) la observación continua es más precisa para relacionar comportamientos con la nutrición del animal. Las actividades registradas fueron: a) Pastoreo, b) Rumia c) Descanso, d) Caminata, e) Frecuencia de las deyecciones y f) Frecuencia al abrevadero. Al inicio de cada observación, una oveja era seleccionada al azar y marcada con un listón de color, para ser observada durante todo el día. Este método se considera confiable como un monitor de las actividades del rebaño (Southcott, et al. 1962; Bowns, 1971).

El rebaño era seguido a pie por el observador, guardando una distancia prudente y con la ayuda de binoculares. No hubo problemas en mantener observada la oveja marcada y debido a la familiaridad de los ovinos en el Perú, a la presencia humana no interfirió en su comportamiento. Lo que se trató, fue el mantenerse alejado del pastor para no influenciar el comportamiento y movimientos regulares de este.

Debido al número limitado de observaciones (20 en total), no se llevó a cabo ninguna comparación estratégica entre meses. Sólo se realizaron correlaciones con la disponibilidad de forraje, consumo y valor nutricional de la dieta de ovinos en la misma área de estudio, obtenidos durante el mismo período (Fierro, 1984; Fierro, et al. 1986).

La distancia caminada fue medida con el uso de pedómetros, colocados con arneses de cuero a las patas de seis ovejas, de acuerdo a lo des-

crito por Anderson y Kothman (1980). Los pedómetros se leyeron durante tres días consecutivos cada mes.

Las constantes energéticas utilizadas para la aproximación del gasto energético son presentadas en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Factores energéticos utilizados para calcular el gasto energético de ovejas en pastoreo.

Actividad o Función	Costo	Fuente
Metabolismo basal	60 Kcal W ^{0.75}	Blaxter, 1962
Pastoreo	0.45 Kcal/hr/kg peso vivo	Osuji, 1974
Rumia	0.03 Kcal/hr/kg peso vivo	Osuji, 1974
Parados	0.06 Kcal/hr/kg peso vivo	Graham, 1964
Caminando	0.59 Kcal/km/kg peso vivo	Osuji, 1974
Gestación	4,400 Kcal/kg aumento feto (EN)	Brody, 1945
Lactación	1,695 Kcal/kg de aumento (EM)	Graham, et al. 1974; Blackburn, 1984
Crecimiento de la Lana	6,481 Kcal/kg lana limpia (EN)	Mitchel, 1962

En esa base, el gasto energético (Kcal/día) se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Gasto energético} = \sum (K t) P V$$

\sum = Sumatoria del costo energético de todas las actividades por día.

K = Costo energético de cada actividad por unidad de tiempo.

t = Tiempo dedicado a cada actividad.

PV = Peso vivo promedio de los animales.

La energía necesaria en los procesos productivos, era adicionada al costo energético del metabolismo basal y de la actividad, para así aproximar el total de requerimientos energéticos (Kcal/día) expresados en energía metabolizable (EM)

$$\text{Requerimientos EM} = \frac{\text{Costo energético (CE) del metabolismo basal} + \text{Gasto energético por actividad}}{\text{FEI}}$$

CE gestación + CE crecimiento de lana + CE producción de leche.

FEI

FEI = Factor de eficiencia (0.82).

RESULTADOS

Pastoreo

La actividad del pastoreo, definida como el tiempo dedicado a la búsqueda e ingestión de forraje (Tribe, 1979; Dwyer, 1961; González, 1964) fue la principal actividad durante todo el período de estudio (Cuadro 2 y 3), representando aproximadamente el 50% del período considerado como día-animal.

CUADRO 2. Tiempo (minutos/día) dedicado por los ovinos a diferentes actividades durante el año, en el Altiplano de Puno, Peru. 1983-84.

Actividad	Meses									
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
Pastoreo	389	350	434	387	355	322	331	348	353	365
Rumia ¹	83	80	56	56	84	74	120	98	122	105
Descanso ¹	107	121	87	86	92	125	102	88	64	58
Parados	83	63	43	58	50	93	65	57	35	30
Echados	24	58	44	28	42	32	37	31	29	28
Caminando	102	132	124	149	148	144	109	147	144	149
Bebiendo	9	7	9	12	11	25	28	9	7	13
Total	690	690	690	690	690	690	690	690	690	690

¹Incluye solo el período día-animal de 11.5 horas.

CUADRO 3. Frecuencia (veces/día) de orinar, defecar, beber y pastorear observadas en los ovinos a través del año.

Mes	Orinar	Defecar	Beber	Pastorear
J	5	8	1.0	13
J	10	7	1.5	16
A	7	12	2.0	18
S	12	16	2.0	24
O	11	17	2.0	26
N	9	13	2.0	19
D	12	18	2.0	17
E	10	15	1.0	19
F	10	15	1.0	16
M	9	15	1.0	17

El mayor tiempo registrado en la actividad de pastoreo fue durante Agosto (414 minutos) y el menor durante Noviembre (322 minutos). Dicha actividad se incrementó gradualmente durante los meses de lluvia, cuando las ovejas se encontraban lactando.

En el Cuadro 3, se presentan valores de frecuencia de pastoreo, es to se refiere a las veces que los animales iniciaban esta actividad con centrandose en ella por un tiempo determinado y luego cambiaban de acti vidad. Según estos datos, la frecuencia de pastoreo se incrementó du- rante los meses más secos (Setiembre y Octubre) para luego disminuír du rante los meses de lluvia.

El tiempo dedicado al pastoreo estuvo correlacionado al consumo de forraje y al valor nutricional de la dieta (proteína, E.D. y digestibili- dad). Sin embargo, no estuvo condicionado con el forraje disponible (Cuadro 4).

CUADRO 4. Coeficientes de correlación del comportamiento observado en ovinos con otros parámetros.

	Pastoreo	Rumia	C.E.	Caminando	Descanso	Distancia caminada
Disponibilidad de Forraje	r=0.13	r=0.60	r=0.05	r=0.17	r=0.85	r=0.16
Consumo de Forraje	r=0.72*	r=0.20	r=0.47	r=0.45	r=0.20	r=0.12
Energía Dieta (E.D.)	r=0.58	r=0.53	r=0.25	r=0.44	r=0.46	r=0.48
Distancia caminada	r=0.82**	r=0.49	r=0.83**	r=0.52	r=0.25	
Tiempo Caminando	r=0.76**	r=0.07				
Proteína dieta	r=0.76*	r=0.88**				
Digestibilidad dieta	r=0.55	r=0.55				
Consumo de EM	r=0.69*					
Costo Energético Total (CE)	r=0.47					

* ($P < 0.05$)

** ($P < 0.01$)

Rumia.

La rumia, definida como el tiempo dedicado a la regurgitación, masticación y deglución del bolo (Hancock, 1953), fue la actividad menos importante durante el día, en lo que a tiempo se refiere, con cierta tendencia a incrementarse durante los meses lluviosos.

El tiempo dedicado a la rumia estuvo moderadamente correlacionado a la disponibilidad de forraje, a la energía y digestibilidad de la dieta. Esta actividad obtuvo una correlación altamente significativa ($r=0.88$) con el contenido de proteína cruda en la dieta.

Descanso.

Este parámetro definido como inactividad, aunque a veces ocurre la rumia (González, 1964; Zemo y Klemmedson, 1969), decreció a medida que el año transcurría, siendo menor en Febrero y Marzo. El descanso se efectuaba tanto parados como echados, sin embargo fue observado que durante el día los animales tendían a descansar parados. El tiempo de descanso estuvo significativamente ($P < 0.01$) condicionado a la disponibilidad de forraje ($r=0.85$).

Tiempo Caminando.

El tiempo dedicado a caminar fluctuó ligeramente durante el año, sin embargo estuvo correlacionado con el tiempo dedicado a pastorear ($r=0.82$) y a la distancia caminada ($r=0.52$).

Otras Actividades.

El tiempo dedicado a beber se incrementó durante los meses de Noviembre y Diciembre, coincidiendo con la parición. En cuanto a su frecuencia, se marcó ésta durante la época seca y en la parición. El número de deyecciones (orinar y defecar) aparentemente se incrementó a medida que el año avanzaba, estabilizándose durante los meses lluviosos (Cuadro 3).

Distancia Recorrida.

La distancia recorrida por el rebaño, no mostró tendencia alguna (Cuadro 5). El promedio registrado fue de 4.6 km por día, encontrándose correlaciones significativa ($P < 0.01$) con el tiempo dedicado a pastorear y con el gasto energético (Cuadro 4).

Gasto Energético.

La aproximación del gasto energético (Cuadro 6), fluctó entre 229 Kcal/día en Febrero a 280 Kcal/día en Noviembre, siendo este considerablemente mayor durante los meses más secos (Agosto a Noviembre). Las actividades que representaron el mayor costo energético fueron la del pastoreo y el caminar. Estas constituyeron casi el 90% de la energía gastada a través del año.

CUADRO 5. Distancia diaria promedio caminada por el rebaño durante los meses de observación en el sur de Perú.

Mes	Distancia caminada (km/día)
Junio	4.0
Julio	4.1
Agosto	4.6
Setiembre	4.8
Octubre	5.3
Noviembre	5.1
Diciembre	4.0
Enero	4.4
Febrero	4.4
Marzo	5.0
Promedio	4.6

CUADRO 6. Gasto energético estimado (Kcal/día) por actividad para ovinos pastoreando en el sur de Perú.

Actividad	Meses									
	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M
Pastoreo	118	108	129	110	122	104	106	112	104	112
Rumia ^{1/}	2	2	1	2	1	1	3	2	2	2
Parados ^{1/}	23	22	24	23	25	24	22	24	21	22
Caminando	95	100	113	118	132	129	191	112	192	121
Total	238	232	267	253	280	259	232	250	229	257

^{1/} Estos valores obedecen únicamente al período diurno (día-animal).

Balance Energético.

Con esto nos referimos al gasto total de energía, que incluye el estado fisiológico de los animales y al crecimiento de la lana (Cuadro 7). Las ovejas fueron empadradas durante Junio y Julio, sin embargo para esta aproximación se utilizó Junio como fecha de empadre y consecuentemente Diciembre como fecha de parición, por ello los requerimientos energéticos para lactancia se inician a partir de este mes.

CUADRO 7. Aproximaciones del balance energético (Kcal/día de EM) de ovejas Corriedale en condiciones de pastoreo en el sur de Perú.

Función o Actividad	Meses								
	J	J	A	O	N	D	E	F	M
Metabolismo basal	960	978	984	996	1002	1008	1008	936	966
Pastoreo	118	109	129	123	103	237	112	103	112
Rumia ^{1/}	10	10	10	10	10	10	10	9	10
Paradas ^{2/}	36	37	37	38	38	39	39	35	37
Caminando	96	100	114	132	120	101	112	102	120
Sub total	1220	1234	1275	1249	1282	1395	1281	1185	1245
FE=0.82	1488	1505	1554	1584	1563	1701	1562	1445	1518
Gestación	50	50	50	403	403	-	-	-	-
Crecimiento lana ^{4/}	25	25	25	52	52	52	63	63	63
Sub total	75	75	75	455	455	52	63	63	63
Producción de leche ^{5/}	-	-	-	-	-	1695	1695	1695	1695

1/Se asumieron 8 horas diarias de rumia (período de 24 hs)

2/Se estimó un total de 15 horas diarias de estar en esa posición.

3/El 24% del crecimiento de lana se asume ocurre durante Mayo a Setiembre 29% de Octubre a Diciembre y el resto (47%) de Enero a Abril.

4/Se asumió 1 kg de leche por día.

DISCUSION

El período día-animal de los ovinos en estudio estuvo conformado por períodos alternos de pastoreo, de descanso y de rumia. Su duración y hasta cierto grado su distribución fue influenciada por el pastor y aparentemente por la calidad de la dieta.

Diversos autores han confirmado la influencia de la disponibilidad de forraje sobre el tiempo dedicado a pastorear y sobre el comportamiento animal en general (Hodgson, 1981). Sin embargo, en este estudio sólo el tiempo dedicado a la rumia y al descanso estuvieron estadísticamente correlacionados con tal parámetro. Se pudo observar que cuando la disponibilidad de forraje era baja, el tiempo de pastoreo se incrementaba, tal vez debido a la influencia del estado fisiológico del animal y por ende sus requerimientos nutricionales, esto en acuerdo por lo discutido por Arnold y Dudzinski (1978) en su libro. Arnold (1975) había señalado que durante la gestación el tiempo de pastoreo es igual en relación a las ovejas no gestantes, más al iniciar la lactancia, el tiempo de pastoreo se ve incrementado de un 7% a un 12%, lo cual concuerda con nuestros resultados.

Los largos períodos de pastoreo observados durante la mañana y tarde coinciden plenamente con el comportamiento típico de los ovinos (Arnold, 1981), sin embargo, debido al efecto del pastor en conjunción con la baja disponibilidad de forraje, este patrón típico se vió afectado durante los meses de Setiembre, Octubre y Noviembre cuando las ovejas pastorearon por períodos cortos, más numerosos. En general, el número de períodos observados fue superior al de otros estudios que han registrado esto como el de Tribe (1949) quien observó un total de 10.5 períodos por día, durante un período de observación de 12 horas. Lo importante en señalar es que el alto número de períodos, determinados como se decía, por el pastor, no afectó el tiempo total dedicado al pastoreo, lo cual es indicativo de lo bien adaptado de los animales a este patrón de manejo con pastor.

En cuanto a la rumia, la cual se sabe varía con la cantidad y digestibilidad del alimento (Arnold y Dudzinski, 1978), aunque sus interrelaciones no están aún bien comprendidas, se habla de rangos de 1.5 a 10.5 horas al día (período de 24 horas), mas se maneja un promedio de 8 horas (el cual fue tomado para la aproximación de balance energético). Debido al esquema de manejo de los pastores peruanos, los ovinos dedican su tiempo a pastorear durante el día y así poder llenar sus requerimientos (si existe forraje y tiempo suficiente). Es común observar en la región Andina, al caer la tarde y que los múltiples y diversos rebaños regresan a ser encerrados, el que estos vayan caminando y aún comiendo. En forma un tanto desesperada, indicándonos esto que los animales seguramente no han llenado sus requerimientos diarios de materia seca. Por lo tanto y volviendo a los resultados del estudio, la rumia o mejor dicho gran parte de esta, se efectúa durante la noche, sin que esta estrategia tenga algún efecto negativo, ya que se conoce que la rumia "verdadera", normalmente ocurre en la noche (Desweyssen y Ecrlein, 1981) Chávez (1983), en México observó un patrón similar, registrando de 1.3 a 1.6 horas de rumia durante períodos diurnos de observación en ovinos, de 14 horas.

Finalmente, relacionando la rumia, las correlaciones de esta con otros parámetros pueden ser indicativos de la importancia de la digestibilidad de la dieta, de la disponibilidad de forraje y del consumo de energía metabolizable sobre el tiempo dedicado a rumiar durante el día.

Una estrategia de comportamiento similar al de la rumia, se presentó en el tiempo dedicado a descansar por el rebaño. El tiempo fue relativamente poco, observándose que los ovinos dedicaban menos tiempo a descansar a medida que aumentaba la disponibilidad de forraje.

Con respecto a caminata, se podría considerar que el tiempo dedicado a caminar no representa un parámetro importante, siendo más recomendable el utilizar la distancia caminada, sobre todo para evaluar el gasto energético de los animales. Este parámetro estuvo correlacionado con el tiempo de pastoreo y con el contenido energético de la dieta, aunque se

pudo observar que el factor determinante fue el sistema de manejo (el - pastor) ya que las fluctuaciones mensuales fueron mínimas. Este tipo de correlaciones han sido publicadas por otros autores, tanto en ovinos (Bueno y Rockebusch, 1979) como en vacunos (Anderson y Kothmman, 1980).

Aunque fue valioso documentar el comportamiento de los ovinos Corriedale bajo las condiciones descritas en el sur de Perú, especialmente en la región del Altiplano, es también sumamente interesante el contar con una estimación bioenergética de estos animales y su relación con su comportamiento. Aún reconociendo las limitantes de las constantes energéticas utilizadas y del número reducido de observaciones, el cálculo del balance energético encuadra razonablemente bien con los requerimientos nutricionales y valores energéticos para ovinos de países en desarrollo compilados por Kearl (1982) y publicados por la Universidad de Utah de los Estados Unidos. En resumen pues, el presente estudio documenta importantes relaciones energéticas y los efectos del clima, la vegetación, el estado y el manejo de los animales. Esto esperamos sirva para continuar con más profundos estudios de bioenergética animal en pastoreo en el Perú.

LITERATURA CITADA

- Anderson,D.M., and M.M.Kothmann. 1980. Relationship of distance traveled with diet and weather for Hereford heifers. J.Range Manage. 33:217-220.
- Arnold,G.W. 1960. The effect of the quantity and quality of pasture available to sheep on their grazing behavior. Australian J.Agric. Res. 11:1034-1043.
- Arnold,G.W. 1975. Herbage intake and grazing behavior in ewes of four breeds at different physiological states. Australian J. Agric. Res. 26:1017-1024.
- Arnold,G.W. 1981. Grazing behavior. pp.79-124 In: Grazing animals. World animal science Bl. F.H.W. Morley (ed.). Elsevier Sci. Pub. Co. Amsterdam, the Netherlands.
- Arnold,G.W. and M.L.Dudzinski. 1978. The ethnology of free-ranging domestic animals. Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam, the Netherlands. 198 pp.
- Bassou,W.D. 1971. A study on contamination of esophageal fistula samples with rumen ingesta. S. African J. Anim. Sci. 1:45-47.
- Blackburn,H.D. 1984. Simulation of genetic and environmental interaction of sheep production in northern Kenya. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University., College Station. 200 pp.
- Blaxter,K.L. 1962. Energy metabolism of ruminants. Hutchinson and Co. Ltd., London, U.K. 314 pp.
- Bouns,J.E. 1971. Sheep behavior under unherded condition on mountain summer ranges. J. Range Manage. 24:105-109.
- Brody,S. 1945. Bioenergetics and growth. Hafner Publ. Co., New York. 155 pp.
- Bryant,F.C. and R.D.Farfan. 1984. Dry season forage selection by alpaca (Lama pacos) in southern Peru. J. Range Manage. 37:330-333.
- Bueno,L. and Y.Ruckebusch. 1979. Ingestive behavior in sheep under field conditions. Appl. Anim. Ethology. 5:179-187.

- Chávez, I. 1983. Comportamiento de ovinos bajo dos sistemas de pastoreo en un pastizal mediano abierto durante la época de verano en la región central de Chihuahua. Tesis, Univ. Aut. de Chihuahua, México. 114 p.
- Cook, C.W. 1970. Energy budget of the range and range livestock. Bull TB109, Colorado St. Univ., Fort Collins. 28 pp.
- Cory, V.L. 1927. Activities of livestock on the range. Texas Agric. Exp. Sta. Bull. 367.
- Deswysen, A.G. and H.J. Ehrlein. 1981. Silage intake, rumination and pseudo-rumination activity in sheep studied by radiography and jaw movement recordings. Brit. J. Nutr. 46:327-335.
- Dwyer, D.D. 1961. Activities and grazing preferences of cow with calves in the northern Ossage County, Oklahoma. Bull. B-588, Oklahoma Agr. Exp. Sta. 52 pp.
- Fierro, L.C. 1974. Influencia de los sombreaderos en el comportamiento del ganado bovino en pastoreo. Pastizales. Vol. V-3. Rancho Exp. La Campana México.
- Fierro, L.C. 1980. Nutrición animal bajo condiciones de libre pastoreo. Serie Tec. Científica. Vol. 1-2. Depto. de Manejo de Pastizales. INIP-SARH, México.
- Fierro, L.C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Peru. Ph.D. Dissertation. Texas Tech Univ. Lubbock, Texas, U.S.A. 178 pp.
- Fierro, L.C., G. Atamari y F.C. Bryant. 1986. Consumo de forraje de ovinos Corriedale en pastoreo en el Altiplano Peruano. In: L.C. Fierro y R. Farfán (eds.). Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech Univ. en el Peru. Vol. III. Texas Tech Univ.-AID.
- González, M.H. 1964. Patterns of livestock behavior and forage utilization as influenced by environmental factors on a summer mountain range. Ph.D. Dissertation, Utah St. Univ., Logan. 124 pp.

- Graham, N. McN. 1964. Energy costs of feeding activities and energy expenditures of grazing sheep. *Australian J. Agr. Res.* 12:668-673.
- Graham, N. McN., J. L. Black, G. J. Faichney and G. W. Arnold. 1976. Simulation of growth and production in sheep - Model 1. *Agr. System.* 1:113-137.
- Hancock, H. 1953. Grazing behavior of cattle. *Anim. Breeding Abstracts.* 4:1-11.
- Hodgson, J. 1982. Ingestive behavior. pp. 113-138. In: *Herbage intake handbook.* J. D. Leaver (ed.) The Brit. Grassland Soc.
- Kearl, L. C. 1982. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. *International Feedstuffs Inst., Utah St. Univ., Logan.* 381 pp.
- Koford, C. B. 1957. The vicuna and the puna. *Ecological Monog.* 27:153-219
- Malechek, J. C. and B. M. Smith. 1976. Behavior of range cows in response to winter weather. *J. Range Manage.* 29:9-14.
- Mitchell, H. H. 1962. Comparative nutrition of man and domestic animals. Vol. I. Academic Press, New York.
- Osuji, P. J. 1974. The physiology of eating and the energy expenditure of the ruminant at pasture. *J. Range Manage.* 27:437-444.
- Rios, M., A. Schlundt y F. C. Bryant. 1984. Comportamiento de alpacas bajo cuatro intensidades de pastoreo en la sierra sur de el Peru. In: L. C. Fierro y R. Farfán (eds.), *Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Peru.* Vol. I. Texas Tech Univ.-AID. Tech Article T-9. 338.
- Sánchez, E. y V. Ortíz. 1976. Determinación del gasto energético por el ganado bovino a partir de sus hábitos y comportamiento en pastoreo de verano. *Técnica Pecuaria en México.* 32:27-31.
- Southcott, W. H., R. Roc, and H. N. Turner. 1962. The effect of size of flock on pasture and sheep production with special reference to internal parasites and grazing behavior. *Australian J. Agr. Res.* 13:880-893.

- Tapia, M. y J.A. Flores. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Peru. Inst. Nac. de Inv. y Promoción Agropecuaria. Prog. Col. de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. Lima, Peru. 321 pp.
- Tribe, D.E. 1949. Some observations on grazing habits of sheep. *Emp. J. of Exp. Agr.* 17:105-115.
- Tribe, D.E. 1950. The behavior of the grazing animal: A critical review of present knowledge. *J. Brit. Grassland Soc.* 5:209-224.
- Velarde, R. 1983. Algunas relaciones de suelo-planta en praderas altoandinas. Tesis. Univ. Tec. del Altiplano. Puno, Peru. 83 pp.
- Velarde, R. y J. Astorga. 1984. Relaciones suelo-planta en praderas altoandinas de pastoreo en la sierra sur de el Peru. pp. 17-35, In: Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en Peru. L.C. Fierro y R. Farfán (eds.). Tech Article T-9-338. Texas Tech Univ., Lubbock.
- Zemo, T. and J.O. Klemmedson. 1970. Behavior of fistulated steers on a desert grassland. *J. Range Manage.* 23:158-163.

RESUMEN

A través de observaciones de un rebaño de ovejas en el Altiplano del sur de Perú, se documentó el comportamiento y gasto energético de ovejas con pastor a través de su ciclo anual de producción (desde el empadre-Junio, al destete-Mayo). Todas las actividades fueron registradas y se utilizó el método de Factorización energética para estimar el gasto energético diario. Se observaron cambios en cuanto al tiempo dedicado a cada actividad a través de las épocas del año y el estado fisiológico de las ovejas, sin embargo el factor primordial fue el efecto del manejo del pastoreo. El pastoreo y la caminata constituyeron las principales actividades del día. En promedio los animales pastorearon 6 horas al día (53% del período de observación) y caminaban 4.6 km/día. La rumia no fue importante durante el día (1.7 horas), concentrándose esta actividad aparentemente, durante la noche, cuando eran confinadas. El gasto energético fluctuó de 229 Kcal/día (Febrero) a 290 Kcal/día (Noviembre), siendo mayor durante la época de sequía. Obviamente, las actividades del pastoreo y caminata representaron el mayor gasto energético del animal (90% del total de la energía), sin embargo se estimó que el consumo de energía fue adecuado desde el empadre (Junio) hasta el final de la gestación (Noviembre-Diciembre), calculándose un balance energético negativo durante la lactancia, el cual disminuiría a medida que las lluvias progresaban.

SELECCION Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE ALPACAS EN DOS
SITIOS DE LOS ANDES DEL PERU

R.J. Reiner y F.C. Bryant.

ABSTRACT

Fiber and meat production from alpacas are important for the livelihood of inhabitants using high elevation Andean grassland in southern Peru. The study objectives were to seasonally measure alpaca diet quality and botanical composition on two rangeland sites. Diets were collected from free-ranging, esophageally-fistulated alpacas between June 1983 and March 1984. The "bofedal" site was a perennially green sedge community located at 5000 m elevation. The Altiplano site, located at 3190 m elevation, was predominately bunchgrass. Alpaca diets at both sites were highest in grasses during the wet and early dry season. As the dry season progressed bofedal alpaca diets became largely sedges and reeds (68%) while Altiplano diets remained predominantly grasses. Forb consumption varied between 9 and 26% of the diet year-round on both sites. Crude Protein (CP) in bofedal alpaca diets (12.3%) averaged higher than on the Altiplano (10.2%). Values were lowest during June (7.1%) on the Altiplano and July (8.0%) on the bofedal. In vitro organic matter digestibility of alpaca diets was lowest during August (49%) at the Altiplano site and in October (50%) on the bofedal. Alpacas grazing the Altiplano may be deficient in CP during the entire dry season (Jun-Nov) and energy deficient during the late dry season (Aug-Oct). Dietary CP may be deficient on the bofedal site during the late dry season.

Key words: Alpaca nutrition, diet composition.

Los autores son respectivamente, asistente de investigación de Texas Tech University en el Perú, e Investigador Principal del proyecto SR-CRSP-AID en el Perú.

Las alpacas (Lama pacos) son importantes herbívoros productores de carne y fibra de los Andes de Perú, adaptados a condiciones de elevada altitud, donde la producción de otros herbívoros domésticos (ovinos y bovinos) no es posible. Los pastizales de altura de la zona donde se producen mayormente las alpacas, podrían dividirse en dos grandes tipos: 1) Las llanuras abiertas del Altiplano y 2) Los pastizales andinos que rodean a estas, los cuales pueden estar a alturas hasta de 5800 m. El primer tipo es primordialmente una zona dedicada a la producción de ovinos y bovinos (en menor escala), mientras que el segundo tipo es pastoreado generalmente por alpacas.

La época de crecimiento y de lluvias, es de Noviembre a Abril, lo cual origina un sistema de pastoreo caracterizado por tener a las alpacas en los sitios más altos, cercanos a los glaciares, llamados "bofedales" durante la época seca, concentrando el pastoreo durante la época de lluvias en las áreas más bajas. En la zona del Altiplano, las áreas de bofedales son mínimas y se encuentran sobrepastoreadas, por lo que su esquema de manejo no es tan marcado. Como dato importante, en los últimos años, debido al alto precio de la fibra de alpaca, se están reintroduciendo alpacas a estas zonas más bajas, lo cual ocasiona que las alpacas permanezcan durante la sequía sin acceso a las zonas de bofedales que se tienen identificadas como de mayor valor nutricional durante esa época.

El presente estudio, se condujo con el fin de documentar la dieta de alpacas en pastoreo en los dos tipos de pastizales a través del año.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se realizó en dos localidades en el Centro Experimental La Raya-INIPA en el Departamento de Cuzco, representativo de los pastizales Andinos con bofedales y en la Granja Experimental Chuquibambilla-UNTA en el Depto. de Puno, representativa de los pastizales del Altiplano.

La precipitación y altitud son mayores en el sitio de La Raya (866 mm y +4000 m, respectivamente) y en este se encuentran zonas de bofedales a

los 5000 m, irrigadas por los escurrimientos de los glaciares andinos, con una vegetación verde y crepitosa. Los suelos son oscuros y de alto contenido de materia orgánica (60 - 70%), con drenaje suficiente. En el sitio del Altiplano (Chuquibambilla), la precipitación es menor (700 mm) lo mismo que la altitud (3190 m). Los suelos son profundos y de textura variable, con una vegetación típica de un pastizal abierto dominado por pastos altos y amacollados, de alta productividad (Velarde y Astorga, 1984).

Las muestras de la dieta fueron obtenidas en ocho período de muestreo en ambos sitios, utilizando cuatro alpacas fistuladas en el esófago:

- 1) Junio - Epoca seca - Lactación
- 2) Julio - " "
- 3) Agosto " "
- 4) Octubre " Destete y esquila
- 5) Noviembre - Epoca de lluvias - Gestación
- 6) Enero - " Parición
- 7) Febrero " Empadre
- 8) Marzo " Lactación

Los períodos de muestreo eran de cinco días consecutivos, con períodos de colección de 30 a 60 minutos durante la mañana. Las muestras eran secadas al aire y luego molidas para su análisis microhistológico de acuerdo a la técnica descrita por Sparks y Malechek (1968) y Scott y Dahl (1980). Se prepararon dos laminillas por muestra y se leían 10 campos microscópicos. También una de estas laminillas era vuelta a leer para identificar específicamente partículas de semillas e inflorescencias. Con otra parte de la muestra, se realizaban los análisis de nitrógeno (Proteína cruda) y de la digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO), de acuerdo a la metodología convencional descrita por AOAC (1970). En el caso del coeficiente de digestibilidad se utilizó el procedimiento de Van Soest (1970) lavándose las muestras con solución neutro detergente para así aproximarse a la digestibilidad verdadera.

Previamente a cada muestreo, se determinó la composición florística del área. En el sitio alto, se utilizó el método de puntos, utilizando una estructura con 10 puntos con un ángulo de 45°, muestreando a intervalos de 1 m, sobre dos transectos de 50 m cada uno (Wilson, 1960). En el sitio del Altiplano, se utilizó el método de Daubenmire (Fiervo, 1980) modificado por Astorga^{1/} con cuadrados de 0.5 m² distribuidos al azar.

Para el análisis de los datos, se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo en parcela dividida para probar los efectos de sitio y mes sobre la dieta. La variación entre animales fue considerada como error experimental y los días como la variación de la muestra (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

Disponibilidad de especies.

En el Cuadro 1, se presentan los valores de cobertura de ambos sitios por grupos de plantas, siendo las principales especies Calamagrostis antoniana, C. rigescens, Festuca dolichophylla, Eleocharis albibracteata, Distichia muscoides, Luzula peruviana, Juncus sp., Plantago tubulosa, Hypochoeris taraxacoides, Werneria pygmaea y Alchemilla diplophylla en sitio más alto con bofedales. En el sitio del Altiplano, la flora fue más diversa siendo las principales especies: F. dolichophylla, C. antoniana, Muhlenbergia fastigiata, Carex ecuadorica, Alchemilla pinnata, Lepidium sp., Hypochoeris stenocephala, Geranium sessiliflorum, Arenaria sp., Nototriche sp., Trifolium amabile y Oxalis sp.

Composición de la dieta.

Las dietas de alpacas en el sitio alto tuvo menor proporción de gramíneas que en el sitio del Altiplano (Figura 1). El porcentaje de

^{1/} Ing. Juan Astorga Neira, especialista en pastos de la Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Puno, Perú.

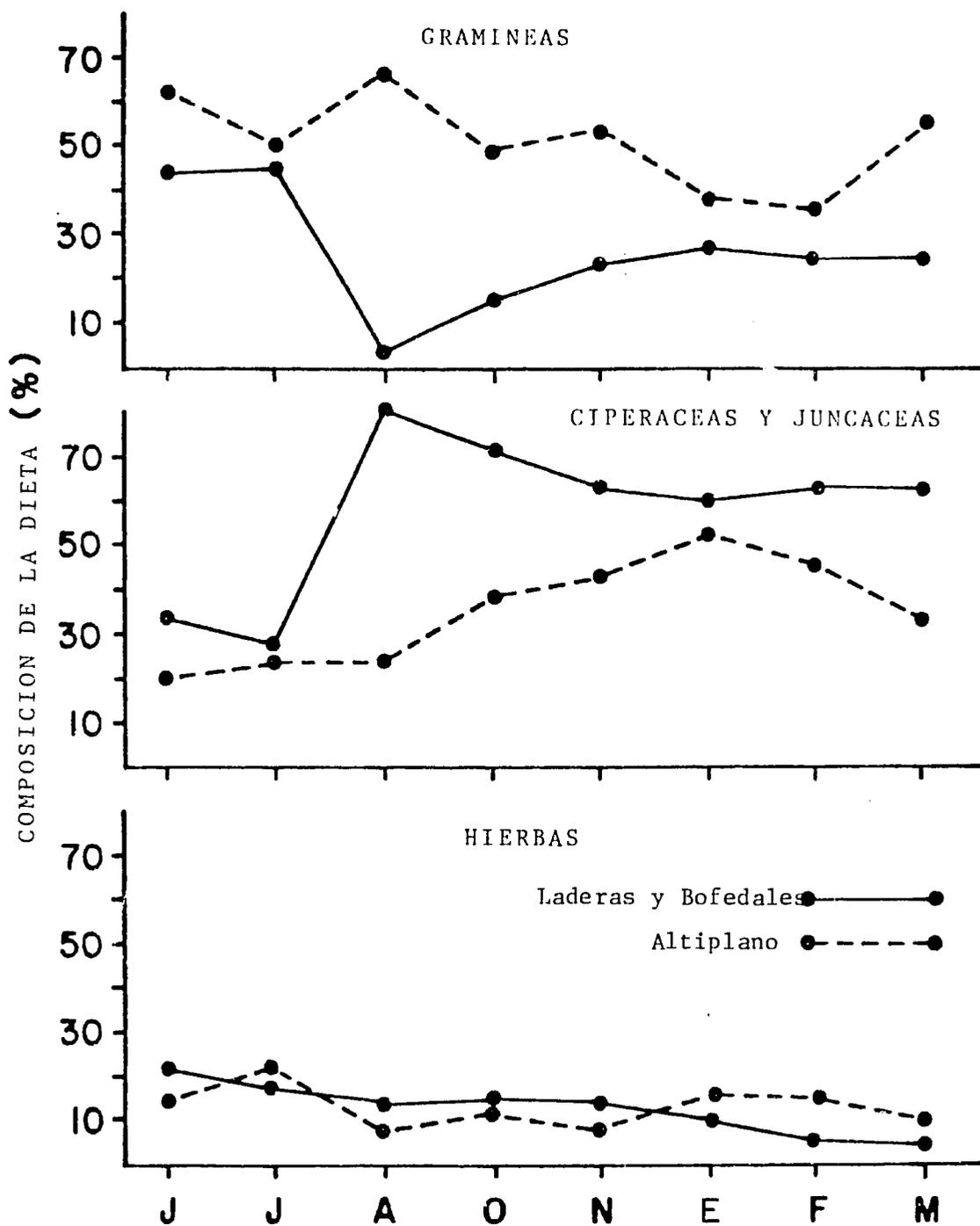


Figura 1. Composición botánica de la dieta de alpacas, por grupos de plantas, a través del año en dos localidades del sur del Perú.

gramíneas fue de 26%, mientras que epseices de ciperaceas y juncaceas constituyeron la mayor parte de la dieta (59%). Las hierbas por su parte constituyeron en un 14% como promedio de la dieta anual. En el sitio del Altiplano las gramíneas formaron el 51% de la dieta, seguidos por las ciperaceas y juncaceas (33%) y las hierbas (15%). Estas diferencias entre grupos de plantas fueron estadísticamente diferentes ($P < 0.05$), así como la interacción sitio/mes.

Al inicio del estudio durante la época seca (Junio-Julio) no hubo diferencias entre sitios ($P > 0.05$), más al paso del tiempo se detectaron marcadas diferencias. En Agosto, la composición de gramíneas en la dieta de las alpacas en el Altiplano era de 67% mientras que en las áreas de bofedales sólo era de 6%, cambiándose la dieta al consumo de especies características de los bofedales como *Distichia muscoides*. Las hierbas a pesar de estar presentes en ambos sitios, no fueron muy importantes en la dieta anual, aunque sí fueron importantes durante los meses secos de Junio y Julio (21 - 26%), más disminuyeron durante la época de lluvias (16%).

CUADRO 1. Cobertura aérea por grupos de plantas en las áreas de estudio 1983 - 84.

Tipos de plantas	Meses							
	J	J	A	O	N	E	F	M
	Epoca seca			Epoca de lluvias				
Laderas y Bofedales								
-Gramíneas	26	21	17	18	*	22	28	*
-Juncaceas y ciperáceas	46	46	48	34	*	36	42	*
-Hierbas	23	30	30	44	*	38	27	*
-Musgo	2	2	4	3	*	2	1	*
-Mantillo orgánico y suelo desnudo	3	1	1	1	*	2	2	*
Altiplano								
-Gramíneas	68	52	72	75	67	72	60	60
-Junc. y Ciperac.	15	25	7	11	11	10	13	9
-Hierbas	3 ^{1/}	6	1	1	1	3	16	20
-Musgo	T ^{1/}	1	1	T	2	2	3	7
-Mant.orgán. s. desnudo	14	16	19	13	19	13	8	4

^{1/} T = Trazas, menos de 0.5%.

* No se muestreo.

En base a la composición de la dieta se clasificaron arbitrariamente las especies por orden de importancia del 1 al 5, como promedio anual y estacionalmente (Cuadro 2).

CUADRO 2. Importancia en la dieta por especie a través del año en el sitio alto con bofedales (BS) y en el sitio del Altiplano (AL)

Especies	Promedio									
	Anual		Jun-Jul		Ago-Oct		Nov-Ene		Feb-Mar	
	BS	AL	BS	AL	BS	AL	BS	AL	BS	AL
<i>Calamagrostis antoniana</i>	1	3	1	3	2	3	3	4	3	4
<i>C. rigescens</i>	3	-	3	-	3	-	1	-	2	-
<i>C. vicunarum</i>	-	4	-	5	-	5	-	5	-	-
<i>Festuca dolichophylla</i>	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	-	2	-	1	-	2	-	2	-	1
<i>Poa gymnantha</i>	-	5	-	4	-	4	-	3	-	3
<i>Distichia muscoides</i>	4	-	5	-	3	-	4	-	3	-
<i>Carex ecuadorica</i>	3	2	4	1	5	1	3	2	5	2
<i>Eleocharis albibracteata</i>	2	1	2	2	2	2	1	1	2	1
<i>Juncus</i> sp.	1	3	1	3	1	-	2	3	1	3
<i>Luzula peruviana</i>	5	-	3	-	4	-	5	-	4	-
<i>Alchemilla diplophlla</i>	5	-	4	-	3	-	3	-	-	-
<i>A pinnata</i>	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
<i>Gomphrena mexicana</i>	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	1	-	1	-	4	-	2	-	1	-
<i>Stylites andicola</i>	3	-	5	-	2	-	1	-	-	-
<i>Taraxicum officinale</i>	4	-	2	-	5	-	5	-	-	-
<i>Trifolium amabile</i>	-	2	-	2	-	-	-	3	-	-
<i>Werneria heteroloba</i>	2	-	3	-	1	-	4	-	-	-

Los resultados obtenidos coinciden con los de Barcena (1977) y Bryant y Farfán (1984). Con respecto al consumo de semillas reportado también por Bryant y Farfán (1984), se encontraron también en las dietas de las alpacas pastoreando ambos sitios (Cuadro 3) En el caso del sitio más alto, las alpacas consumían mayor cantidad de semillas durante la época seca (mayormente en Julio y Agosto), en contraste a las dietas del Altiplano donde se encontraron altas proporciones de semillas al final de la época de lluvias, esto último debido a la disponibilidad de semillas, ya que pudo observarse que durante la época de sequía no existe en el Altiplano la disponibilidad de semillas.

CUADRO 3. Frecuencia de la ocurrencia de semillas e inflorescencias observadas al microscopio en las dietas de alpacas a través del año.

Sitio	Meses							
	J	J	A	O	N	E	F	M
	Epoca Seca				Epoca de lluvias			
Laderas y bofedales	14	22	20	7	13	7	5	8
Altiplano	11	3	5	7	9	15	20	17

Calidad de la dieta.

En promedio las dietas de las alpacas pastoreando laderas y bofedales fueron más altas en su contenido de proteína cruda (CP) que en el Altiplano (12.3% y 10.2%, respectivamente). La Figura 2 muestra la fluctuación del contenido de PC en la dieta y las diferencias significativas ($P < 0.05$) durante los meses más secos de Agosto a Noviembre, a favor de las dietas obtenidas en los bofedales. Aunque no existen guías de requerimientos nutricionales para alpacas, asumiendo que estas sean similares a las de ovinos y/o caprinos, existirían deficiencias protéicas durante los meses secos para las alpacas pastoreando en el Altiplano. Lo cual posiblemente no ocurriría en los bofedales.

La digestibilidad de la dieta (DIVMO) tuvo una tendencia similar a la proteína, más no se detectaron diferencias entre sitios (Fig. 3). En promedio la DIVMO para el sitio de laderas y bofedales fue de 63% y de 64% para las dietas del Altiplano. Durante los meses secos la digestibilidad decreció considerablemente, lo cual basándose en la alta correlación que existe entre la DIVMO y la energía digestible (Rittenhouse et al, 1971), esto podría indicar una deficiencia energética durante ese período.

Implicaciones en el manejo

Uno de los problemas principales en la producción de alpacas es sin duda la alta mortalidad embrionaria, a causa de deficiencias nutricionales

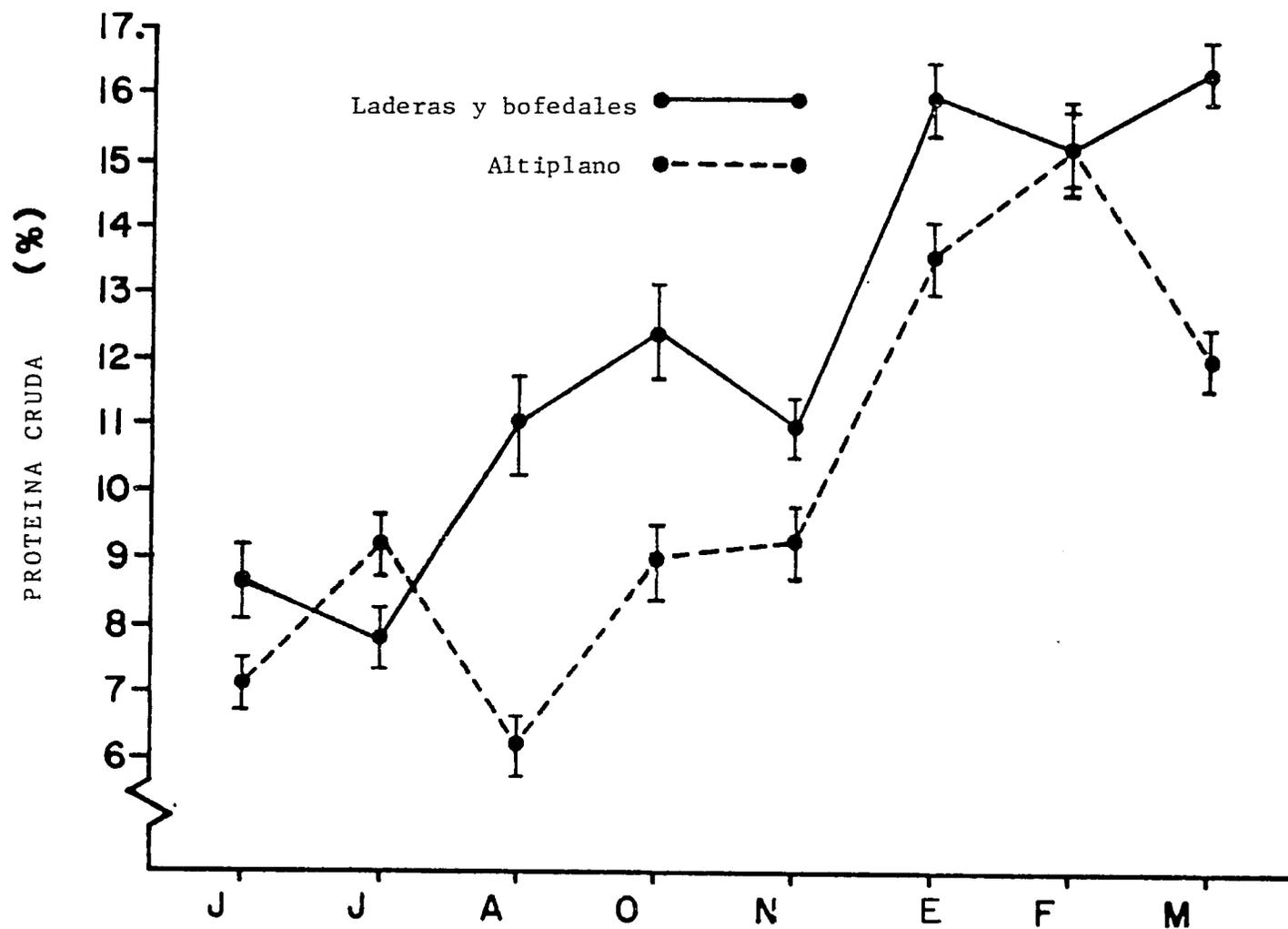


Figura 2. Fluctuación del contenido de proteína cruda en las dietas de alpacas en el sur del Perú.

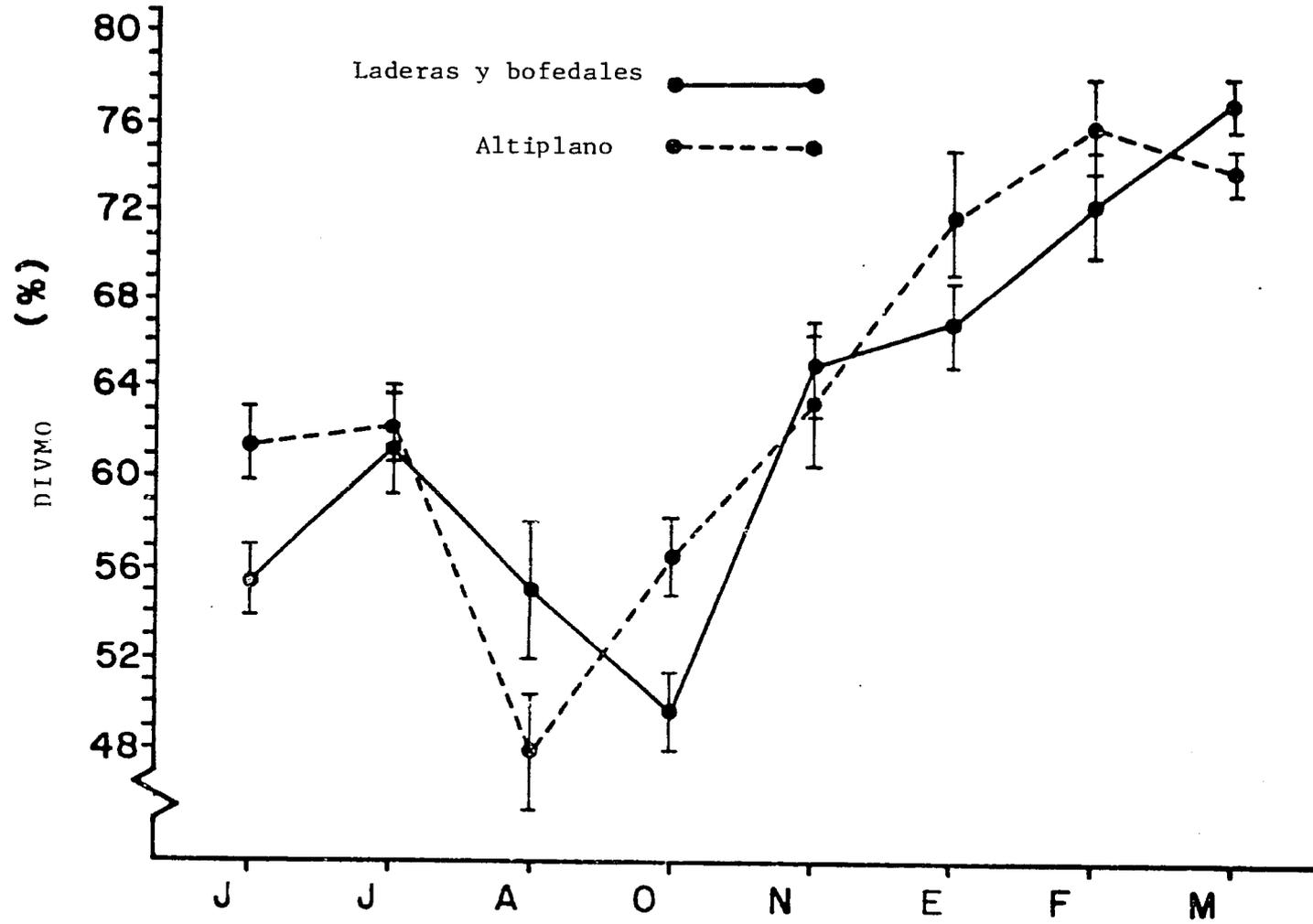


Figura 3. Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica (DIVMO) de las dietas de alpacas en pastoreo en el sur del Perú.

lo cual resulta en que la tasa reproductiva en el sur del Perú sea de 50% (Sumar, 1983). Lo anterior radica en el hecho de que las alpacas enfrentan un fuerte "stress" nutricional durante la época seca, ya que se encuentran gestantes y lactando. Esto señala la necesidad de dirigir los esfuerzos sobre el manejo para obtener un mejor nivel nutricional durante esta época.

Fue evidente que el sistema de pastoreo con el uso de bofedales es un esquema apropiado, lo cual sería ideal si tuviesen para las alpacas que pastoreen en el Altiplano. Se especula que así debió haber sido el sistema de pastoreo en la antigüedad cuando las alpacas pastoreaban los valles y sitios bajos como el Altiplano. Como medida práctica, se debería considerar la suplementación proteica de las alpacas que no tengan acceso a bofedales. Recientemente se han finalizado estudios al respecto, utilizando praderas cultivadas bajo riego durante la época de sequía (Alpaca et al, 1984) que tal vez apoyen esta alternativa de manejo.

A pesar del mayor nivel de proteína en la dieta de alpacas en bofedales durante la época seca, será importante reforzar la necesidad de que se alternase el uso de las laderas aledañas a los bofedales, las cuales tienen una mayor abundancia de gramíneas, que aunque secas podrían balancear la dieta, cubriendo las muy posibles deficiencias energéticas que se registren al depender enteramente de los bofedales que ofrecen especies postradas y sumamente cortas que limitan el consumo adecuado de materia seca.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis. (11th. ed). Ass. Off. Agr. Chem., Washington, C.D.
- Barcena, E. 1977. Calidad de la dieta seleccionada al pastoreo en alpacas, Tesis. Univ. Nac. Tec. del Altiplano. Puno, Perú. 28p.
- Bryant, F.C. and R.D. Farfán. 1984. Dry season forage selection by alpaca (Lama pacos) in southern Peru. J. Range Manage. 37(4):330-333.

- Cook, C.W., L.E. Harris and L.A. Stodart. 1958. Measuring the nutritive content of a foraging sheep's diet under range condition. *J. Anim. Sci.* 7:170-180.
- Reiner, R.J. 1985. Nutrition of alpacas grazing high altitude rangeland in southern Peru. Dissertation. Texas Tech. Univ. Lubbock. 94p.
- Rittenhouse, L.R., C.L. Streeter and D.C. Clanton. 1971. Estimating digestible energy from digestible dry and organic matter in diets of grazing cattle. *J. Range Manage.* 24:73-75.
- Scott, G. and B.E. Dahl. 1980. Key to selected plant species of Texas using plant fragments. Occasional papers. The Museum. Texas Tech Univ. Lubbock, #64. 37p.
- Sparks, D.R. and J.C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry-weight in diets using a microscope technique. *J. Range Manage.* 21:264-265.
- Steel, G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Co., New York. 633p.
- Sumar, J. 1983. Studies on reproductive pathology in alpacas. Thesis. Fac. of Vet. Med. Swedish Univ. of Ag. Sci. Uppsala, Sweden. 90p.
- Van Soest, P.J. 1970. Chemical basis for the nutritional evaluation of forages. Proc. Nat. Conf. on Forage Quality Evaluation and Utilization. Lincoln, Neb. 1969.
- Velarde, R. y J. Astorga. 1984. Relaciones suelo-planta en praderas alto-Andinas en el sur del Perú. In: L.C. Fierro y R. Farfán (eds.), Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú. Technical Article T-9-338, Col. of Agr. Sci. Texas Tech Univ. Lubbock, p.17-35.
- Wilson, J.W. 1960. Inclined point quadrats. *New Phytologist.* 59:1-8.

RESUMEN

La producción de fibra y carne de alpacas es de suma importancia para la región Andina del Perú. Desafortunadamente, es relativamente poco lo que se conoce en nutrición. En base a ello, se desarrolló el presente estudio con el fin de estudiar la composición de su dieta a través del año. Se utilizaron alpacas fistuladas en el esófago para obtener muestras de la dieta durante el año en dos tipos de pastizales simultáneamente. Uno de los tipos era el de laderas andinas con bofedales a 5000 m de altura y el segundo era en un pastizal amacollado abierto representativo del Altiplano. Las dietas de las alpacas estuvieron formadas primordialmente por gramíneas, salvo en la época seca donde los animales se concentraban en los bofedales, consumiendo primordialmente (68%) Juncaceas y Ciperaceas. El consumo de hierbas fue variable durante el año, fluctuando de 9 a 26% de la dieta en ambas localidades. El valor nutricional de la dieta fue mejor en la localidad alta, aunque podrán ocurrir deficiencias al final de la época de sequía.

CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE DE LLAMAS (Lama glama)
EN PASTOREO EN UN PASTIZAL ANDINO DEL SUR DEL PERU

R.Farfán¹, L.C.Fierro², T.Huiza², A.Rosales¹ y F.C.Bryant².

ABSTRACT

A study was conducted to determine the feasibility of using the conventional fecal output: indigestibility ratio to estimate forage intake in llamas under range conditions in the Southern Andes of Peru. The study area was located in La Raya research center in Cusco, at an altitude of 4200 m on a bunch grass Andean grassland of Festuca rigida. Four male llamas equipped with fecal bagas and two esophageally fistulated llamas were used on four 10-day collection periods. Two collection periods were done during the rainy season (Feb-March). The utilized technique was satisfactory although previous training and taming of the animals were necessary, so grazing behavior was not altered. Forage intake was higher during the dry season (1.56 kg O.M./day) than during the rainy season (1.48 kg O.M./day). The intake values, 1.2% of body weight as an average, were reasonably acceptable as compared to those of penned llamas (1.8% body weight) reported in the literature.

Key words: Intake, llama nutrition, Stocking rates.

Las llamas (Lama glama) son una de las especies económicamente importantes de camélidos sudamericanos en el Perú. Su población es considerable aún (1.4 millones) particularmente en el sur del Perú, dependiendo éstas enteramente para su subsistencia de las praderas naturales. Sin embargo, es por demás notorio y peculiar, el que generalmente no se les considere en los censos ganaderos, para determinar la carga animal en cada región o empresa ganadera.

¹ Investigadores de Forrajes y Nutrición del C.N. de Camélidos Sudamericanos "La Raya"-IVITA, Cusco.

² Investigadores del Programa de Rumiantes Menores-AID.

Los autores desean expresar su agradecimiento a Gretchen Scott y Coleen Scheiber por su apoyo con el trabajo de laboratorio.

Aunque la llama es un animal de carga por excelencia, contribuye a la producción de lana y carne en la región sur del país. Este último aspecto e inclusive su potencial para la producción de leche, han cobrado especial interés recientemente (Leyva et al. 1985; Ochoa 1985), considerando su alimentación a base de la pradera natural y en ocasiones o épocas con una dieta considerablemente pobre.

Estos importantes aspectos, requieren de un análisis detallado; sin embargo, el conocimiento científico que de esta especie se tiene, en lo referente a su nutrición es por demás limitado (Riera y Cardozo 1968, 1970; Camargo y Cardozo 1970), siendo preciso iniciar una serie de estudios básicos bajo condiciones de libre pastoreo.

En base a lo anterior, se inició un estudio que permitiese estimar el consumo de forraje de la llama, para tener una base para determinar la carga animal existente o a planear, en una determinada empresa. Y así documentar la tasa de conversión forraje-carne de esta valiosa especie.

Dado que no existe un estudio previo sobre consumo voluntario de forraje en llamas bajo condiciones de pradera natural, se buscó también la factibilidad de utilizar la técnica hasta ahora convencional, para estimar consumo de forraje de herbívoros domésticos en pastoreo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se condujo en el Centro Nacional de Camélidos Sudamericanos La Raya del Inst. Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura (IVITA) en Cusco, Perú.

Se utilizaron cuatro llamas (machos adultos) de 122 kg promedio, las cuales fueron previamente amansadas y entrenadas a portar bolsas colectoras de heces sujetas con un arnés y adaptadas a su tamaño y morfología. Los animales pastorearon una cancha dominada por Festuca rigida considerada como de baja calidad para ovinos y alpacas, más representativa del tipo de praderas destinadas a las llamas. La disponibilidad de forraje en la cancha era de 2.245 kg MS/ha al momento del estudio. También se utilizaron dos llamas fistuladas en el esófago para muestrear la dieta y su coeficiente de digestibilidad (Materia orgánica) simultá-

neamente a la colección de heces. Se obtuvo la producción total de heces durante dos períodos de muestreo de 5 días cada uno, tanto durante la época seca (Julio-Agosto), como durante la época verde (Febrero-Marzo). Cada período de 5 días sirvió como repetición por época. Previamente a cada muestreo, los animales tuvieron un período de adaptación (5 días) a la cancha experimental y al equipo.

Las bolsas colectoras de heces, estaban provistas de una bolsa plástica interior, que era reemplazada dos veces al día (mañana, antes del inicio del pastoreo y tarde, al finalizar el pastoreo cuando las llamas eran recogidas por el pastor para pasar la noche). Inmediatamente después de la colección de heces (mañana y tarde) se pesaba la excreta (peso fresco), tomándose una alícuota para determinar el peso seco de la misma. Dicha muestra también se utilizaba para determinar el contenido de materia orgánica (MO) de las heces, mediante técnicas convencionales de laboratorio.

Para el cálculo del consumo diario de forraje (CVF) se empleó la siguiente ecuación:

$$CVF = \frac{\text{Producción total de heces (kg MO)}}{I = \text{DIVMO}}$$

La digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) fue determinada por el método de Tilley y Terry (1963) seguido por una extracción de fibra con detergente neutro (Van Soest y Wine 1967).

Se calculó también el número de muestras necesarias para cada época utilizando la varianza de la producción de heces obtenida de acuerdo a la fórmula descrita por Steel y Torrie (1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

El uso del equipo colector de heces fue aparentemente satisfactorio ya que no alteró el comportamiento natural de las llamas. Sin embargo, para lograr esto, fue preciso el que se amansara y entrenara intensamente a las llamas antes del estudio.

Como es característico en estos estudios, se registró una gran variabilidad en la producción diaria de heces, fluctuando entre épocas de

muestreo, aunque la variabilidad fue menor en la época de lluvias (Cuadro 1). Esta variabilidad debe ser interpretada como un evento biológico que ocurre entre días y entre animales, que está determinado por mecanismos intrínsecos típicos de las relaciones animal-planta-medio ambiente. No obstante se calculó que con un error estandar de 5%, sería necesario el haber obtenido 53 muestras más durante la época de sequía y 24 muestras más durante la época de lluvias, lo anterior se puede manejar ya sea alargando el período de muestreo o bien aumentando el número de animales experimentales.

El consumo voluntario de forraje (CVF) fue superior durante la época de sequía (1.56 kg de MO/día), que durante la época de lluvias (1.48 kg MO/día). En el Cuadro 2 también se incluye la expresión de consumo en relación al peso metabólico de las llamas (Peso vivo^{0.75}), en gramos por kilogramo de peso metabólico (g/PV^{0.75}), lo cual es considerado como lo más adecuado para posibles comparaciones interespecíficas (Cordova et al. 1978).

Esta expresión dió un consumo diario de 41 g/kg PV^{0.75}, el cual es considerablemente menor a lo que se ha estimado ingiere un cvino de aproximadamente 50 kg, en condiciones ambientales bastante similares (92 g/kg PV^{0.75}). Van Soest (1982) al igual que muchos autores recomienda al expresar consumo en base al porcentaje de peso vivo del animal. En esa base, los valores de CVF obtenidos (1.2% PV) son razonablemente comparables a los publicados por autores Bolivianos con llamas estabuladas (Riera y Cardozo 1968; Camargo y Cardozo 1970), los cuales promedian un consumo de 1.8% del PV de las llamas. Al respecto, se ha podido determinar que existen efectos del medio ambiente, el tipo de forraje y su digestibilidad, sobre el consumo de forraje (Osuji 1974), observándose que bajo condiciones de estabulación, el consumo puede tender a ser mayor (Fierro 1985); sin embargo, las diferencias pueden ser también debidas a la diferente metodología utilizada en cada estudio.

Con respecto al uso de machos en estudios de consumo, este se considera aceptable (Baker 1982) y su extrapolación, principalmente en base a porcentaje de PV es adecuada para documentar la nutrición, en este caso, de llamas hembras en pastoreo.

CUADRO 1. PRODUCCION DIARIA DE HECES DE LLAMAS PASTOREANDO EN LADERAS DE Festuca rigida EN EL SUR DEL PERU.

Días	E P O C A						S E C A						Promedio estacional
	Julio					\bar{x}	Agosto					\bar{x}	
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		
Producción de heces (g MS)	894	1066	1043	1084	1057	1029	795	964	786	905	683	827	928.0

Días	E P O C A D E L L U V I A S												
	Febrero						Marzo						
	1	2	3	4	5	\bar{x}	1	2	3	4	5	\bar{x}	
Producción de heces (g MS)	514	681	895	879	720	720	917	817	767	877	795	835	777.5

CUADRO 2. CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJE DE LLAMAS EN PASTOREO EN EL SUR DEL PERU.

Consumo	Epoca seca	Epoca de Lluvias	Promedio
Kg MO/día	1.56 \pm 0.72	1.48 \pm 0.59	1.52
Kg MS/día	1.92	1.71	1.76
g/kg PV ^{0.75}	42	40	41
% de PV	1.3	1.2	1.25

Las diferencias estacionales en el consumo de llamas en este estudio, pueden ser atribuibles a la calidad de la dieta. Es preciso recordar que el CVF no es una variable independiente, sino que de hecho es uno de los mecanismos homeostáticos mejor regulados, por lo tanto la densidad calórica de la dieta puede ser determinante en regular el consumo de forraje (Arnold 1975; Pfister 1983).

Los valores energéticos de la dieta de llamas (Fierro et al. 1986) fueron mayores en la época de lluvias. Utilizando esos valores y los del CVF, se apoyaría la explicación anterior, ya que estas llamas estarían consumiendo 3.1 Mcal ED al día en los meses secos y 3.3 Mcal ED al día en la época de lluvias.

En el Cuadro 3, se presentan datos comparativos de consumo en base a porcentaje de PV, con otras especies. Dichos valores señalan que el consumo de forraje es muy inferior al de los ovinos y ligeramente inferior al estimado en alpacas. Riera y Cardozo (1968), demostraron que las llamas solo requerían del 58.6% del forraje diario para mantener el mismo peso vivo que los ovinos. Lo anterior se atribuye a que los camélidos son más eficientes que los ovinos. Por su parte, San Martín et al. (1985), concluyeron en su revisión bibliográfica que el consumo de las alpacas es inferior al de los ovinos en un 18-26%.

Los datos obtenidos en este estudio, apoyan el que los camélidos sean consistentemente más eficientes que los ovinos. Esto significa en términos de equivalencias ganaderas para determinar carga animal y

tomando como base una oveja de 40 kg promedio = 1 unidad ovino (UO), una llama de 90 kg equivaldría a 1.23 UO, equivalencia que sería menor a la utilizada por Segura (1963) y Holgado (1975) que es de 1.8 UO para alpacas o llamas.

CUADRO 3. COMPARACION DE VALORES DE CONSUMO (% DE PESO VIVO) OBTENIDOS CON LLAMAS, ALPACAS Y OVINOS EN PERU Y BOLIVIA.

Parámetro	% de Peso Vivo
Consumo de llamas en pastoreo	1.2
Consumo de llamas en estabulación	
con heno de alfalfa (Riera y Cardozo 1968)	1.8
con heno de cebada (Camargo y Cardozo 1970)	1.9
Consumo de alpacas en pastoreo (Riera 1985)	1.7
Consumo de ovinos Corriedale en pastoreo (Fierro 1985)	3.5
Consumo de ovinos criollos en pastoreo (Fierro et al. 1985)	3.7

Del presente estudio se podría concluir que la técnica utilizada, aunque laboriosa, fue aparentemente satisfactoria para estimar el CVF de llamas en pastoreo. Los valores obtenidos son comparables a los previamente publicados con llamas estabuladas y podrán ser útiles para planear la carga animal con esta especie. Sin embargo, se considera que este es solo parte del inicio de toda una línea de investigación, por lo que deberán ampliarse los estudios sobre este complejo parámetro.

LITERATURA CITADA

- ARNOLD, G.W. 1975. Herbage intake and grazing behaviour in ewes of four breeds at different physiological stages. *Australian J. Agric. Research.* 26:1017-1024.
- BAKER, R.D. 1982. Estimating herbage intake from animal performance. In: *Herbage intake handbook*. J.D. Leaver (ed.) The British Grassland Society.
- CAMARGO, R. y A. CARDOZO. 1970. Ensayo comparativo de la capacidad de digestión en la llama y oveja. *Memorias III Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA)* Bogotá, Colombia.
- CORDOVA, F., J.D. WALLACE and R.D. PIEPER. 1978. Forage intake by grazing livestock: A review. *J. Range Management.* 31:430
- FIERRO, L.C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Peru. Ph.D. Dissertation. Texas Tech Univ. Lubbock, Tex. USA 178p.
- FIERRO, L.C. y F.C. BRYANT. 1985. Comparative forage intake of criollo and Corriedale sheep in southern Peru. Abstracts 38th Annual Meeting Society for Range Management. Salt Lake City, Utah. USA.
- FIERRO, L.C., T. HULZA, A. ROSALES y C. SHRIFFER. 1986. Valor nutricional de la dieta de llamas en pastoreo durante la época de sequía y la época de lluvias en el sur del Perú. En: *Investigación sobre pastos y forrajes*. Vol. III. L.C. Fierro y R. Farfán (eds.). Programa Rumiantes Menores-AID y Texas Tech University.
- HOLGADO, D. 1975. Evaluación agrostológica de los pastizales en La Raya-Puno. Tesis Univ. Nacional Técnica del Altiplano, Puno, Perú. 57p.
- LEYVA, V., T. FRANCO y N. CONDORENA. 1985. Lactación en camélidos sudamericanos. Resúmenes V Conv. Inter. sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú.
- OSUJI, P.J. 1974. The phenology of eating and the energy expenditure of the ruminants at pasture. *J. Range Management.* 27:437-444.
- PFISTER, J. 1983. Nutrition and feeding behavior of goats and sheep grazing deciduous shrub-woodland in Northeastern Brazil. Ph.D. Diss. Utah State Univ. Logan, Utah. USA. 130p.
- OCHOA, J.A. 1985. Por una nueva política ganadera de camélidos sudamericanos en la Puna Andina. Resúmenes V Conv. Inter. sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú.
- RIERA, S y A. CARDOZO. 1968. Consumo comparativo de forrajes por llama y ovinos. *Memorias Asoc. Lat. de Prod. Animal (ALPA)*. Lima, Perú.

- SAN MARTIN, F., R. VALDIVIA y R. FARFAN. 1985. Consumo comparativo entre alpacas y ovinos. Resúmenes V Conv. Inter. sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú.
- SEGURA, M. 1963. Evaluación de la productividad de campos fcrrajeros de Puna. Informe Especial No.3. Servicio de Inv. y Promoción Agraria Lima, Perú.
- STEEL, R.G.D. and J.H. TORRIE. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co. New York, USA 633p.
- TILLEY, J.M.A and R.A. TERRY. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. British Grassland Soc. 18:104-111.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O&B Books Inc., Corvallis, Oregon. USA. 374p.
- VAN SOEST, P.J. and R.H. WINE. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents J. Assoc. Official Agr. Chem. 50:50-62.

RESUMEN

La llama, rumiante nativo de Sudamérica, juega un papel importante en la economía del Perú, sobre todo ahora que se le está dando importancia como animal productor de carne y posiblemente de leche. Desafortunadamente no existe información básica sobre su nutrición bajo condiciones de libre pastoreo, siendo este estudio el primero realizado sobre el consumo voluntario de forraje de esta especie. El estudio se llevó a cabo en el Centro Nacional de Camélidos Sudamericanos La Raya-IVITA localizado en la región andina del sur del Perú. Se utilizó el método de colección total de heces y la indigestibilidad de la dieta. Cuatro llamas machos adultos, fueron entrenados para el uso de bolsas colectoras de heces. Se muestreó un total de 10 días durante la época de sequía y la época de lluvias en un pastizal de Festuca rigida. Se utilizaron también dos llamas fistuladas en el esófago para obtener muestras de la dieta y determinar la digestibilidad in vitro de la extrusa. El consumo voluntario de forraje durante la época de verde fue de $1.48 \pm .588$ kg de materia orgánica (MO)/día, representando el 1.2% del peso vivo de esta especie de camélido sudamericano. En la época seca el consumo se incrementó a 1.56 ± 0.720 kg MO/d. representando el 1.3% del peso vivo. La técnica utilizada fue satisfactoria, ya que no alteró el comportamiento natural de las llamas en pastoreo y los resultados obtenidos son razonablemente comparables a los estudios previos en Bolivia con llamas estabuladas. En base a la variabilidad del peso diario de las heces (MO), se calculó que para muestrear con un grado de precisión de 95% ($\bar{x}-5\%$) se requiere de un mayor número de muestras (25 muestras más durante la época de verde y 45 muestras más durante la época de sequía, cuando la variabilidad fue mayor).

CONSUMO DE FORRAJE DE ALPACAS EN PASTOREO EN EL SUR DEL PERU

R.J.Reiner, F.C.Bryant y T.Huisa.

ABSTRACT

No quantitative estimates of forage intake are available on which to base stocking recommendations for alpacas. This study estimated forage intake of free-ranging alpacas grazing a Andean Festuca-Mulenbergia pasture during the dry and wet season. Total fecal output from 6 alpacas was collected for 5 days during each season. Alpaca diets were concurrently collected with 4 esophageal fistulated alpacas. Diet in vitro organic matter digestibility was determined incorporating 2 forage standards developed in a separate digestibility trial. Free-ranging alpacas organic matter intake was 1.8% (dry season) and 1.6% (wet season) of their body weight. These values are generally lower than reported for sheep. The currently recommended stocking exchange rate (1.5 sheep per alpaca) is high and should be revised.

Key words: Intake, Alpaca nutrition, Stocking rates.

Las alpacas (Lama pacos) son una especie de rumiantes de gran importancia económica en el Perú y Bolivia, debido a su producción de fibra y carne, que permiten la subsistencia de la población Andina, además de representar una valiosa entrada de divisas al país por concepto de la exportación de su fibra (Reiner y Bryant, 1983).

Con respecto al consumo voluntario de forraje de esta especie, solo

Reiner y Huisa son asistentes de investigación de Texas Tech University en el Perú. Por su parte el Dr. Fred C. Bryant es Investigador principal del Programa de Pequeños Rumiantes-AID en el Perú. Los autores desean agradecer a Susan Rikert su valiosa colaboración en el análisis de las muestras.

existen estudios bajo condiciones de confinamiento, no existiendo valores sobre este parámetro bajo condiciones de libre pastoreo, en los que se pudiese basar una recomendación de carga animal, ya que se considera que el consumo en libre pastoreo es muy diferente, viéndose afectado por la disponibilidad de forraje y por el gasto energético ocasionado por el pastoreo (Cordova et al, 1978).

Datos disponibles indican que las alpacas consumen menos forraje en relación a su peso vivo, que los ovinos (Fernández Baca y Novoa, 1966; Riera y Cardozo, 1970; Flores y Valdivia, 1973). Esto sugiere que las alpacas son más eficientes, aunque algunos estudios no han encontrado diferencias significativas (Hintz et al, 1976; San Martín et al, 1982; Oyanguren, 1969).

Se ha relacionado que tanto el menor consumo y su posible mayor eficiencia digestiva, se debe a tres diferencias fisiológicas mayores. La primera es una tasa del pasaje de la digesta menor al de los ovinos (Flores y Valdivia, 1973). La segunda es la tasa de absorción más rápida de los ácidos grasos volátiles en el primer compartimento (2 a 3 veces más rápida que en los ovinos) (Rebsamen y Engelhardt, 1978). La tercera diferencia se relaciona a la motilidad estomacal. Vallenas y Stevens (1971) encontraron que en el primer y segundo compartimento del rumen de las alpacas, la actividad cíclica es similar a la del retículo y rumen de los bovinos y ovinos, más la frecuencia de las contracciones y ciclos ruminales es mayor.

Con respecto a la relación consumo-carga animal, en el Perú se utiliza una conversión de 1.5 ovinos por alpaca, basándose esto en la diferencia de peso entre especies, lo cual se debería considerar inadecuado debido a las diferencias encontradas entre ovinos y alpacas, aunque no se hayan efectuado estudios comparativos bajo condiciones de libre pastoreo. En base a lo anterior, se inició el presente estudio, para documentar el consumo de forraje de alpacas en libre pastoreo.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Investigaciones de Camélidos Sudamericanos La Raya - IVITA, localizado al sur del Departamento de Cuzco en un pastizal de Festuca dolichophylla-Muhlenbergia fastigiata. Previamente se realizaron muestreos de vegetación para estimar la producción de forraje, utilizando parcelas de 0.5 m^2 que eran cortadas a una altura de 2 cm. Se utilizaron seis alpacas machos de 62 kg promedio, equipadas con bolsas colectoras de heces, para a través del método de colección total de heces y la indigestibilidad de la dieta (Schneider et al, 1955). Los muestreos se llevaron a cabo en Octubre y en Febrero, para documentar la dieta durante la época de sequía y la época de lluvias, respectivamente. Después de un período de adaptación de cinco días, se colectaron heces durante otros cinco días consecutivos (Cordova et al, 1978). La digestibilidad de la dieta se determinó simultáneamente, con las muestras obtenidas con cuatro alpacas fistuladas en el esófago, con la metodología y valores descritos por Reiner y Bryant (1986) en este mismo volumen. Para la determinación del contenido de materia orgánica en las heces, se tomaron alicuotas de cada colecta y se procedió a seguir la metodología convencional para tal parámetro.

RESULTADOS Y DISCUSION

La disponibilidad de forraje fue mayor durante la época de verde (Cuadro 1). Dicho forraje estaba compuesto primordialmente por Festuca dolichophylla y Muhlenbergia fastigiata, los otros componentes eran dos ciperáceas (Scirpus rigidus y Carex sp.). En cuanto a las hierbas presentes, estas eran mayormente Oxalis sp. y Trifolium amabile.

El consumo diario de materia orgánica, fue significativamente mayor ($P < 0.10$) durante la época seca que durante la época de lluvias (Cuadro 2).

Los valores de consumo obtenidos son menores que los reportados en la literatura para ovinos (Cordova et al, 1978; Fierro, 1985; Fierro et al, 1985) y para cabras (Pfister, 1983). En base al peso vivo de los animales, los valores quedaron dentro del rango reportado 1.2 - 2.4% por

Fernández Baca y Novoa (1966), Flores y Valdivia (1973) y San Martín et al. (1982). Al expresar el consumo por unidad de peso metabólico (g/kg PM), los valores obtenidos fueron menores a los reportados en la revisión realizada por Jeffery y Holder (1971) para ovinos con 137 forrajes tropicales.

CUADRO 1 Disponibilidad de forraje (kg MS/ha) durante la época seca y la época de lluvias en el área de estudio

Clase	Epoca seca	Epoca verde
Gramíneas	1721	3016
Ciperaceas	122	142
Hierbas	T*	18
Total	1843	3177

* T= Trazas (menos de 1.0 kg MS/ha).

CUADRO 2. Consumo diario de forraje en base a materia orgánica (CMO) de alpacas en pastoreo durante la época seca y la época verde en el sur del Perú.

Epoca	CMO (g/día)	CMO (g/kg PM) ^{1/}	CMO (% PV)
Seca	1112 ^a ^{2/}	50.5 ^a	1.8 ^a
Verde	979 ^b	44.7 ^b	1.6 ^b

PV = Peso vivo

1/ PM = Peso metabólico (PV kg^{0.75})

2/ Los valores con literales diferentes son estadísticamente diferentes (P < 0.10).

Al utilizar los valores nutricionales de la dieta de alpacas obtenidas en un estudio simultáneo ya citado (Reiner y Bryant, 1986) y asumiendo que el porcentaje de digestibilidad de la proteína sea de 50%, el consumo de proteína diaria sería de 4.04 g/kg PM durante la época seca y

de 5.58 g/kg PM. En cuanto a la ingestión de energía, asumiendo que la digestibilidad de la materia orgánica es casi equivalente a su valor del total de nutrientes digestibles (TND) y utilizando el factor de 4.4 Mcal de energía digerible (ED) por kg de TND, se tendría un consumo energético de 117.8 Mcal ED/kg PM y de 124.0 Mcal ED/kg PM, para la época seca y verde, respectivamente. Comparativamente, estos valores son menores a los obtenidos para ovinos en condiciones muy similares, también en el sur del Perú, por Fierro (1985).

El obtener valores de consumo menores durante la época de lluvias, puede ser debido a dos factores. Uno es el que el contenido de paredes celulares del forraje, cuando verde, se encuentra saturado con agua, por ende más voluminoso restringiendo así el consumo debido al tamaño del tracto gastrointestinal. El otro factor, sería el quemostático, ya que el valor energético de la dieta es mayor, regulándose así el consumo (Arnold y Dudzinski, 1978). Estudios de comportamiento de alpacas en pastoreo (Rios et al, 1984) que indican que las alpacas pastorean menos durante el verano, apoyan esta teoría.

En cuanto a la relación consumo diario de forraje y la carga animal los datos obtenidos indican que el factor de conversión ovinos:alpacas utilizado en el Perú, no sería apropiado, ya que resultaría en una sobrecarga de ovinos.

LITERATURA CITADA

- Arnold, G.W. and M.L. Dudzinski. 1978. Ethology of free-ranging domestic animals. Elsevier Scientific Pub. Co. New York. 198p.
- Cordova, F.J., J.D. Wallace and R. Pieper. 1978 Forage intake by grazing livestock: a review. J. Range Manage. 31(6):430-438.
- Fernández Baca, S.A. and C. Novoa. 1966. Estudio comparativo de alpacas. In: Rev. la Digestibilidad de los forrajes en ovinos y alpacas. Fac. Med. Vet. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú, 18:88-96

- Fierro, L.C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Peru. Ph.D. Diss. Texas Tech University, Lubbock, Texas, USA
- Flores, A. and R. Valdivia. 1973. Velocidad de pasaje de la ingesta en alpacas y ovinos. In: Congreso Nac. Med. Vet. Huancayo, Peru.
- Hintz, H.F., H.F. Schryver and M. Halbert. 1972. A note on the comparison of digestion by New World camel, sheep and ponies. Anim. Prod. 16:303-305.
- Hintz, H.F., C.J. Sedgewick and H.F. Schryver. 1976. Some observations on digestion of a pelleted diet by ruminants and non-ruminants. International Zoo. Yearbook. 16:54-57.
- Jeffrey, H. and J.M. Holder. 1971. The nutritive values of some pasture species examined in a subtropical environment. Trop. Grassl. 5:117-122.
- Oyanguren, F. 1969. Ensayo comparativo de la digestibilidad del ensilaje de Avena sativa y Scirpus totora en ovinos y alpacas. Tesis. Univ. Nac. Tec. del Altiplano. Puno, Peru. 33p.
- Pfister, J.A. 1983. Nutrition and feeding behavior of goats and sheep grazing deciduous shrub-woodland in northeastern Brazil. Diss. Utah State Univ. Logan, Utah. 130 p.
- Reiner, R.J. and F.C. Bryant. 1983. A different sort of sheep. Rangelands. 5(3):106-108.
- Riera, S.G. and A. Cardozo. 1970. Consumo de ensilaje de alfalfa y agua en llamas y ovinos. Alpa Mem. 5:49-54.
- Rios, M., A. Schlundt and F.C. Bryant. 1984. Comportamiento de alpacas bajo cuatro intensidades de pastoreo en la sierra sur del Peru. In: L.C. Fierro and R. Farfán (eds.) Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Peru. Tech. Art. T-9-338. Col. of Agr. Sci. Texas Tech University, Lubbock. 116p.
- Rebsamen, K. and W.V. Engelhardt. 1978. Bicarbonate secretion and solute absorption in the forestomach of the llama. Amer. Physiol. Society.
- San Martín, F., A. Huasasquiche, R. Farfán, O. del Valle, D. Holgado, T. Arbiza M. Navas and C. Villarroel. 1982. Consumo y digestibilidad de pastos cultivados entre alpacas y ovinos. Resúmenes de proyectos de investigación Univ. Nac. Mayor San Marcos. Lima, Perú. p.225.

- Schneider, B.H., B.K.Soni and W.E.Hamm, 1955. Methods for determining consumption and digestibility of pasture forages. Washington Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. #16. 42p.
- Vallenas, A.P. and C.E.Stevens. 1971. Motility of the llama and guanaco Stomach. Am. J. Physiol. 220(1):275-282.

RESUMEN

No existen datos cuantitativos sobre el consumo de forraje de alpacas en pastoreo. Por tal razón se efectuó el presente estudio en un pastizal de Festuca-Muhlenbergia en los Andes del Perú. Se utilizó la colección total de heces durante cinco días consecutivos de seis alpacas equipadas con bolsas y arneses especiales. También se observaron muestras de la dieta simultáneamente con cuatro alpacas fistuladas en el esófago. Los muestreos se realizaron durante la época seca (Octubre) y durante la época de lluvias (Febrero). El consumo diario de forraje de las alpacas en pastoreo fue mayor durante la época seca (1.8% del peso vivo) que durante la época de lluvias (1.6% del peso vivo). Dichos valores son menores que los obtenidos en diversos estudios con ovinos, lo cual señala que el factor de conversión de alpacas:ovinos de 1.5 ovinos por alpaca es alto y deberá ser corregido.

SIMULACION COMPUTARIZADA DE LA PRODUCCION DE
OVINOS CORRIEDALE EN PASTOREO EN EL ALTIPLANO PERUANO

L.C.Fierro¹, T.C.Cartwright², H.D.Packburn² y F.C.Bryant¹

ABSTRACT

Using a sheep simulation model and field data obtained in southern Peru, a simulated experiment was performed for herded sheep production. The alternatives examined were breeding seasons (traditional June breeding vs. April breeding), type of birth (single vs. twin) and drought vs. extreme drought (ED). Response variables were birth weight (BWT) and weaning weight (WNWT) of lambs, and body condition and clean fleece weight (CFW) of ewes. Lambs conceived in June had heavier WNWT than those conceived in April; 17.8 and 15.7 vs. 14.3 and 9.3 kg for singles and twins, respectively. Lamb performance was severely affected since milk production is low because of poor nutrition during the dry months. twins present higher requirements for the ewe and also severely effects animal performance. Simulated drought affected significantly WNWT and CFW. WNWT was 3.3. kg lower with drought, and ewes aborted with ED. CFW was not affected by drought (2.1 kg), but was reduced by extreme drought simulated conditions (1.9 kg).

El análisis de sistemas es un método que todas las facetas de una operación ganadera pueden utilizar para evaluar opciones de producción. Puede también servir como una técnica para una mejor planeación que permita a productores y científicos evitar la implementación de técnicas o esquemas de manejo que puedan tener una influencia negativa sobre la producción.

Los modelos matemáticos de simulación, son a su vez las herramientas de trabajo del análisis de sistemas, permitiendo interpretar mejor un sistema de producción dado. Estos modelos pueden describir interrelaciones funcionales de los diversos parámetros biológicos y su influencia sobre la producción (Cartwright 1984).

¹Investigadores del Programa de Rumiantes Menores - AID en el Perú, con Texas Tech University.

²Investigadores del Programa de Rumiantes Menores - AID con Texas Tech University.

En el caso del manejo del ganado en pastoreo, pueden ser el apoyo en la formulación de planes de manejo y desarrollo para una finca o empresa ganadera. Hallam y colaboradores (1983) señalan tres funciones definitivas sobre el particular: 1) cuantificar requerimientos y limitantes; 2) investigar los efectos de nuevos programas (antes de implementar los) a través de simulaciones experimentales y, 3) marcar la pauta para la obtención futura de datos que no eran considerados, así como detectar los puntos débiles de un nuevo sistema de producción.

La simulación computarizada permite entonces, el evaluar un mayor número de opciones de producción en períodos sumamente cortos, lo cual sería imposible realizar con la experimentación real con animales o entes vivos. Una gran ventaja de los modelos de simulación radica en que son dinámicos con respecto al tiempo, por lo tanto, el tiempo se puede incluir en un modelo como una variable continua o directa, permitiendo que la información obtenida en la investigación de campo sea utilizada en forma más eficiente.

El desarrollo de modelos matemáticos para la producción ganadera, se ha incrementado considerablemente, encontrándose modelos disponibles para diversas especies y opciones de simulación y análisis (Joancet y Cartwright 1975; Graham et al. 1976; Noy-Meir 1976; Sanders y Cartwright 1979; Cartwright et al. 1977; Ordoñez 1978; White et al. 1983).

Recientemente, un modelo de simulación para ovinos (MOSO), fue diseñado en Texas A&M University como parte del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación sobre Rumiante Menores - AID. Este modelo tiene opciones de manejo muy flexibles que permiten la simulación de una amplia gama de situaciones, incluyendo condiciones de libre pastoreo con marcadas diferencias estacionales (Cartwright et al. 1984; Blackburn 1984).

Con el fin de probar este valioso instrumento de trabajo, se planteo el presente trabajo utilizando datos de campo obtenidos en el Altiplano Peruano sobre la nutrición y producción de ovinos en el modelo de simulación para ovinos (MOSO), simulando varias opciones de manejo y condiciones de sequía, para examinar los factores limitantes de la producción y potencial de ovinos Corriedale bajo las condiciones del Altiplano Peruano.

Los objetivos específicos utilizando MOSO fueron: (1) Comparar dos épocas de empadre, la tradicional del mes de Junio en las empresas organizadas del Altiplano, contra el empadre en Abril; (2) Examinar la viabilidad, del punto de vista nutricional, de tener mellizos; y (3) Examinar los efectos de las condiciones de sequía en el comportamiento productivo de ovejas y sus crías.

MATERIALES Y METODOS

Se empleó la versión oveja (VO) de MOSO, programada en lenguaje FORTRAN IV, en una minicomputadora Prime 2250 (el programa es compatible con equipo IBM y se ha utilizado también en microcomputadoras IBM-PC-XT y IBM-370). Esta versión (VO) simula una oveja con sus fetos y crías (hasta el destete); VO generalmente se usa para probar o corregir nuevos componentes biológicos y sistemas, así como para evaluar parámetros relacionados con forrajes y pastizales (Cartwright 1984). Este modelo usa intervalos de 15 días, con los eventos de concepción y parición programados para que ocurran al final de cada período de simulación de 15 días. Este período encaja casi a la perfección con el ciclo reproductivo de la oveja (150 días de gestación y 17 días de ciclo estral) y con la simulación de un año (360 días). El modelo es capaz de simular la respuesta biológica de cualquier etapa del ciclo de vida y nutrición de un ovino, incluyendo nacimiento, crecimiento, gestación, lactancia, producción de lana y muerte, siendo primordialmente un modelo nutricional ya que es accionado por el flujo de nutrientes, pudiendo seguir estos desde su ingestión hasta su utilización.

Las simulaciones con VO pueden realizarse con cualquier raza, siempre y cuando se cuente con los parámetros específicos de la misma, entre los que están (1) tamaño potencial del animal (kg) al alcanzar la madurez; (2) máxima producción láctea; (3) tasa de crecimiento; (4) tasa ovulatoria; (5) estacionalidad para la reproducción, y (6) crecimiento de la lana.

Las simulaciones con este modelo, incluyen pues, los parámetros ambientales y sus efectos sobre el animal, particularmente la nutrición y las prácticas de manejo, que en conjunto permitan el precedir su comportamiento productivo o rendimiento. El aspecto nutricional, lo determi-

nan el contenido de proteína cruda y la digestibilidad de la dieta, así como la disponibilidad de forraje y el consumo.

La disponibilidad de alimento es considerada por el modelo como la cantidad de alimento de una cierta calidad, que está disponible para el animal, basándose esto en el caso de libre pastoreo, en los valores de producción de forraje de la pradera y en el consumo voluntario de forraje. Todo esto permite el simular una amplia variedad de prácticas de manejo del ganado, diferentes tipos de vegetación y climas.

El primer paso para utilizar el modelo, consistió en validar la información base sobre las condiciones existentes. El genotipo de los ovinos Corriedale fue obtenido utilizando la información obtenida a largo plazo por la Granja Chuquibambilla de la UNTA, localizada en el Departamento de Puno, en la región del Altiplano. Dicha información fue generosamente facilitada por los Dres. Rolando Alencastre, Director de la Granja Chuquibambilla-UNTA y por el Dr. Roberto Blackwell, Investigador principal del Programa de Rumiantes Menores-AID en el Perú (Cuadro 1).

CUADRO 1. RESUMEN DE DATOS DE PRODUCCION DE OVEJAS CORRIEDALE EN EL SUR DEL PERU.

Parámetro	Promedios típicos
Peso al nacer (kg)	3.6 - 3.8
Peso al destete (kg) 4-5 meses	18.0 - 24.0
Peso a los 8 meses (kg)	22.0 - 28.0
Peso a los 16 meses (kg)	30.0 - 33.0
Peso ovejas (kg)	35.0 - 80.0
Tasa de parición (%)	70.0 - 80.0
Incidencia de mellizos (%)	0.2 - 0.8
Crías vivas al destete (%)	75.0 - 80.0
Producción de lana en hembras (kg)	3.0 - 3.7

Al no existir datos de producción de leche, se calcularon éstos, obteniéndose un máximo de 1.34 kg/día, más se utilizó 1.0 kg/día como promedio. El manejo con que se programó el modelo, fue el manejo comercial que se da en las empresas ovinas organizadas en la región del Alti-

plano, en el cual se empadra en Junio-Julio, teniendo las pariciones en Diciembre y el destete a fines de Marzo. La esquila se lleva a cabo en Enero.

Para obtener los datos sobre la calidad de la dieta (contenido de proteína cruda y digestibilidad) se tomaron muestras con 6 ovinos fistulados en el esófago. El consumo fue estimado a través del método de colección total de heces e indigestibilidad de la dieta, utilizando 6 animales muestreando a través del año. Datos sobre disponibilidad de forraje, fueron obtenidos en campo durante los muestreos de dieta y consumo, además de múltiples datos facilitados por el Ing. Juan Astorga Neira, especialista en manejo de praderas de la UNTA en Puno. Los requerimientos nutricionales de las ovejas Corriedale fueron fijados en base al peso vivo de ovejas pesadas a través del año en Chuquibambilla, así como en el tiempo que estas dedicaban a pastorear y a rumiar y la distancia diaria caminada. La producción de lana, se basó en la esquila de 1984 de los animales experimentales y del rebaño en Chuquibambilla.

El modelo examinó las siguientes opciones y/o situaciones de producción (ya descritas en los objetivos):

- 1) época de empadre,
- 2) tipo de parición,
- 3) sequía, reducción de la disponibilidad de forraje y consumo en un 25%,
- 4) extrema sequía, reducción de la disponibilidad de forraje y consumo en un 43%.

Las variables evaluadas fueron la condición de las ovejas, pesos al nacer y al destete de las crías, producción de lana limpia y producción de leche.

RESULTADOS Y DISCUSION

Validación de la simulación.

La validación de la simulación fue muy satisfactoria, ya que ajustaron considerablemente bien los valores simulados con los datos reales, aunque se presentó una tendencia a obtener pesos mayores y mejor comportamiento productivo con la simulación (Cuadro 2).

CUADRO 2. COMPARACION DE LA INFORMACION BASE CON DATOS OBTENIDOS EN LA REGION DEL ALTIPLANO EN EL SUR DEL PERU Y LOS DATOS OBTENIDOS CON EL MODELO DE SIMULACION.

Períodos	Pesos ovejas (kg)	
	Información base 1983-84	Base simulada
Junio (EMPADRE)	36	37
Julio	37	38
Agosto	38	39
Octubre	39	39
Noviembre	39	39
Diciembre (PARICION)	39	39
Enero	39	38
Febrero	35	38
Marzo (DESTETE)	38	44
Prod. lana limpia (kg)	2.0	2.1
Prod. leche (kg)	1.0	1.1
<u>Corderos</u>		
Peso al nacer (kg)	2.6	2.5
Peso al destete (kg)	17.0	17.8

Epocas de empadre

Las ovejas empadradas en Junio, tuvieron mejores pesos que las del empadre en Abril (Figura 1), excepto al final de la sequía, considerada ésta como la época más crítica (Octubre-Diciembre). Sin embargo, según el modelo, las ovejas se recuperarían rápidamente ya que destetarían sus corderos en Enero. La época de empadre no afectó la producción de lana más los corderos del empadre de Junio serían más pesados al destete (3.5 kg más) y la producción de leche se estimó sería de 300 g/día más (Cuadro 3).

Tipo de parición.

También en el Cuadro 3, se presentan los resultados del parto con una cría, comparado con mellizos. Si las ovejas fuesen empadradas en Junio, no habría diferencias en su condición y producción de lana, no siendo así con su producción de leche que necesariamente tendría que ser

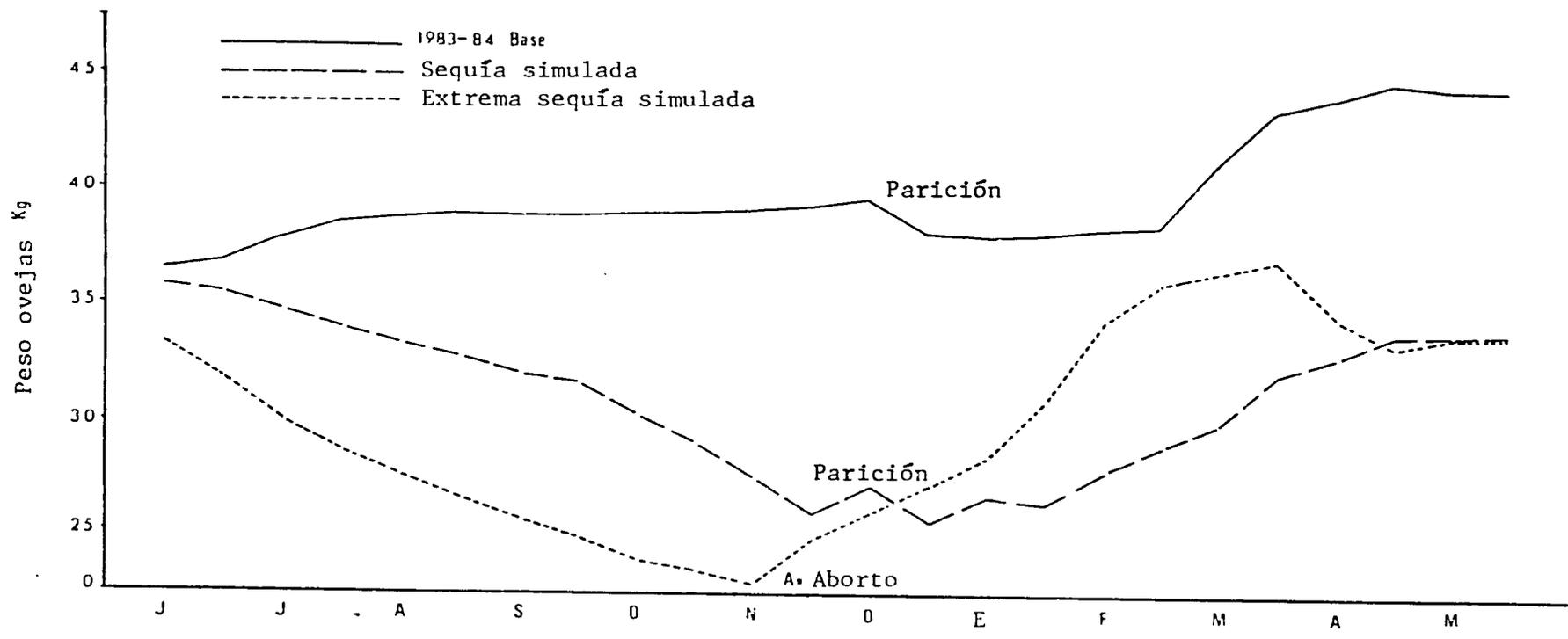


Figura 2. Simulación de sequía y su comparación con los datos base obtenidos durante 1983-84, en cuanto a condición y comportamiento reproductivo de las ovejas.

mayor para poder alimentar dos corderos. Con respecto a los corderos, estos serían menos pesados si fuesen mellizos, lo cual se reflejaría hasta el destete (2.1 kg menos).

CUADRO 3. SIMULACION DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVEJAS CORRIEDALE EN EL ALTIPLANO PERUANO - EPOCAS DE EMPALRE Y TIPO DE PARTO.

Parámetro	Empadre en Junio		Empadre en Abril	
	1 cría	mellizos	1 cría	mellizos
<u>Peso ovejas (kg)</u>				
Al empadre	37	37	46	46
Al final de la sequía	39	39	36	34
Al final época lluvias	44	43	46	46
Prod. lana limpia (kg)	2.1	2.1	2.0	1.7
Prod. leche promedio (kg/día)	1.1	1.3	0.8	0.8
<u>Peso corderos (kg)</u>				
Al nacer	2.5	1.9	2.4	1.9
Al destete	17.8	15.7	14.3	9.3

La interacción época de empadre/tipo de parición, se manifiesta claramente, con la simulación de una época de empadre en Abril. La condición de las ovejas, sería también similar, salvo un menor peso para las ovejas con mellizos al final de la sequía (Fig. 1). En este caso, el rendimiento de lana sí se vería afectado, disminuyendo en un 15% (Cuadro 3). La producción de leche (inferior a la de ovejas empadradas en Junio) no reaccionó con la ocurrencia de mellizos, entendiéndose esto como un resultado de una pobre nutrición durante la época de lactancia, que coincidiría con la época de sequía.

En cuanto a los corderos, los pesos al nacer son inferiores, más sumamente críticos al destete, donde los mellizos serían 5 kg más livianos, peso bajo que podría ser determinante para su supervivencia (Cuadro 3).

Sequía.

Los efectos de la sequía simulada fueron significativos en términos de la condición de las ovejas, particularmente al final de la época de

sequía y al final de la época de lluvias (Cuadro 4). La producción de lana no fue afectada, más la producción de leche y el peso al destete se vió marcadamente reducido.

En el caso de la extrema sequía, los efectos fueron devastadores, afectando todos los parámetros productivos. Esta simulación, realizada a través de una baja disponibilidad y calidad de forraje, causó que las ovejas abortaran al inicio de Noviembre (Figura 2). Después del aborto, las ovejas se recuperaron más rápido que bajo las condiciones de sequía, sin embargo, esto último tiene poco significado desde el punto de vista productivo, ya que el cordero se perdió.

CUADRO 4. EFECTO DE LA SEQUIA SIMULADA SOBRE LA PRODUCCION DE OVINOS CORRIEDALE EN EL ALTIPLANO PERUANO.

Parámetros	Datos base	Sequía	Extrema sequía
<u>Peso ovejas (kg)</u>			
Al empadre	37	35	32
Al final de la sequía	34	27	24
Al final de las lluvias	94	33	34
Prod. lana (kg)	2.1	2.1	1.9
Prod. leche (kg/día)	1.1	0.8	- ¹
<u>Peso cordero (kg)</u>			
Al nacer	2.5	2.4	- ¹
Al destete	17.8	14.5	- ¹

¹Con la extrema sequía las ovejas abortarían en Noviembre, debido a las deficiencias nutricionales y como un mecanismo de supervivencia.

Obviamente que los modelos matemáticos son una simplificación de la realidad; sin embargo, el modelo utilizado en este estudio constituye una herramienta útil para examinar rápidamente las opciones de manejo. En el caso de las épocas de empadre claramente se mostró la superioridad del empadre de Junio. La ocurrencia de mellizos afectó considerablemente el comportamiento productivo de la oveja. Este aspecto debe ser cuidadosamente evaluado ya que existe en el Perú una fuerte preocupación por aumentar la producción ganadera a través de partos múltiples, tratando de

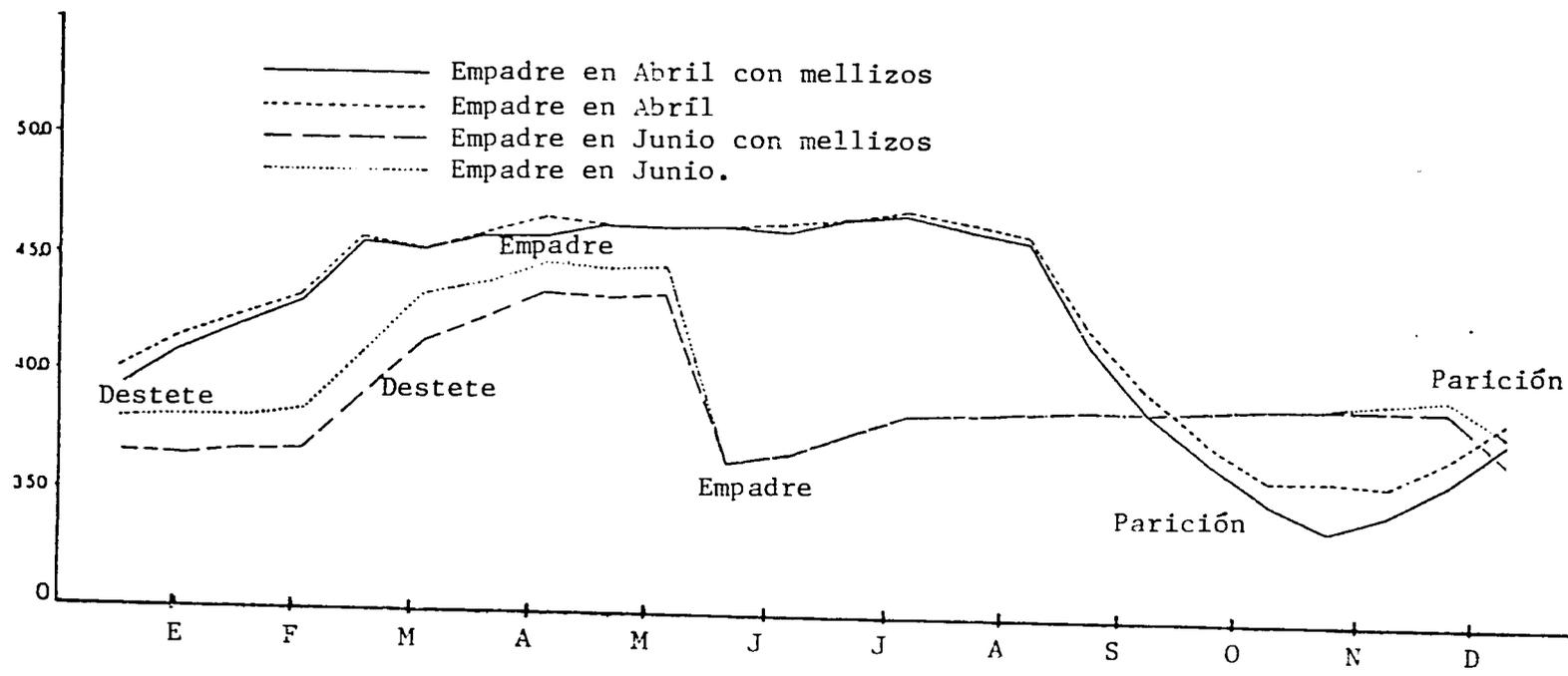


Figura 1. Comportamiento productivo simulado de ovejas Corriedale empadradas en Abril y Junio, con parto sencillo o mellizos, en el Altiplano del Perú.

seleccionar animales o de introducir razas con estas características. Esto último, parece estar severamente limitado y podrá ser casi suicida particularmente en un año seco, evento sumamente común en el Altiplano. Con estos considerandos, se deben analizar detenidamente las limitantes de "maximizar la producción" y lo que es verdaderamente posible lograr dentro de cada sistema biológico y su relación con las condiciones económicas y los aspectos antropológicos, sobre todo en el caso de las comunidades indígenas.

Se deberá prestar especial atención a los resultados de la simulación de sequía. La producción ganadera en el sur del Perú, está y continuará estando basada en los recursos forrajeros de sus pastizales, más en condiciones de extrema sequía, la integración de otros recursos forrajeros como praderas cultivadas, residuos de cosechas y subproductos es precisa. En ningún momento se está proponiendo algo novedoso, ya que esta integración existe en todo el Perú, desde hace siglos, sobre todo entre los pequeños productores comunitarios. Sin embargo, aunque parezca incongruente, a nivel empresa, todavía es necesario lograr una mayor y mejor integración de los recursos forrajeros, pues no se ha dado el uso económicamente adecuado, según se ha podido comprobar a través del análisis económico realizado por Jaramillo et al. (1985) y Jaramillo, Gutiérrez y Fierro (1986) para el caso de las praderas cultivadas.

A manera de conclusión general, es posible señalar que estas simulaciones son útiles en la toma de decisiones para introducir prácticas de manejo y animales, en la búsqueda de incrementar la producción ovina en el Altiplano. Los resultados del análisis de sistemas, serán entonces de particular utilidad para evitar la introducción de prácticas o razas contraproducentes, lajanas a una realidad del potencial biológico de las praderas naturales y a los sistemas antiguos de pastoreo en el Perú, recomendándose el que se continúen y mejoren este tipo de estudios en beneficio de la ganadería andina.

LITERATURA CITADA

- BLACKBURN, H.D. 1984. Simulation of genetic and environmental interactions of sheep production in northern Kenya. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University, College Station, Texas, USA. 200 pp.
- CARTWRIGHT, T.C. 1984. System analysis research. In: Partners in research A five year report of the Small Ruminant-CRSP. R.D. Blond (ed.). USAID and Agr. Res. Inst.
- CARTWRIGHT, T.C., F.C. GOMEZ, J.O. SANDERS and T.C. NELSEN. 1977. Simulated milk-beef production systems in Colombia. American Society of Animal Science. Abstract 33.
- GRAHAM, N. McN., J.L. BLACK, G.J. FAICHNEY and G.W. ARNOLD. 1976. Simulation of growth and production in sheep. Model 1. Agricultural Systems 1:113-137.
- HALLAM, D., J.A. GARTNER and J.P. JRABOUSKY. 1983. A quantitative framework for livestock development planning; Part 1 - The planning context and overview. Agricultural Systems 12:231-249.
- JARAMILLO, M., N. GUTTERREZ y L.C. FIERRO. 1986. El uso de praderas irrigadas en sistemas de producción de alpacas y ovejas en la Puna del Perú: Análisis económico de algunas alternativas. Resúmenes ALPA. Acapulco, México.
- JARAMILLO, M., J. DeBOER, A. FLORES, F.C. BRYANT and L.C. FIERRO. 1986. Economic analysis of range and forage strategies for increasing small ruminant productivity in the Peruvian Andes. Winrock International Research Report. Winrock Inter. Institute for Agricultural Development. Morrilton, Arkansas, USA.
- JOANDET, G.E. and T.C. CARTWRIGHT. 1975. Modelling beef production systems. J. Anim. Sci. 41:1238-1246.
- NOY-MEIR, I. 1976. Rotational grazing in a continuously growing pasture: A simple model. Agricultural Systems 1:87-112.
- ORDOÑEZ, J. 1978. Systems analysis of beef production in the western high plains of Venezuela. Ph.D. Dissertation. Texas A&M University.
- SANDERS, J.O. and T.C. CARTWRIGHT. 1979. A general cattle production systems model. I. Description of the model. Agricultural Systems 4:217-230.
- WHITE, D.H., P.J. BOWAN, F.H.W. MORLEY, W.R. McMANUS and S.J. FILAN. 1983. A simulation model of a breeding ewe flock. Agricultural Systems 10:149-162.

NOTA TECNICA

VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE LLAMAS (Lama glama) EN PASTOREO DURANTE LA EPOCA DE SEQUIA Y LA EPOCA DE LLUVIAS EN EL SUR DEL PERU.

L.C.Fierro, T.Huisa, A.Rosales y C.Schreiber.

ABSTRACT

Dietary samples from fistulated llamas grazing an Andean Festuca rigida grassland in Southern Peru, were analyzed to determine crude protein (CP) content, digestibility and digestible energy (DE), during the drought (July-August) and rainy (Feb.-March) seasons. CP values in the diet were higher during the rainy season (9.7%) as compared to the drought season (5.1%). Digestibility was also higher during the rainy season than during the dry months (60.0 and 65.8%, respectively). Therefore, DE was higher in the dietary samples obtained during the rainy season (2.2 Mcal/kg OM), than in samples collected during the drought months (2.0 Mcal/kg OM). Although quite preliminary, due to the small sample size, these are the first nutritional values available for grazing llamas and would be of value to better understand the nutrition of free ranging llamas in Southern Peru.

Como en repetidas ocasiones se ha señalado, es muy escasa la información disponible sobre la nutrición de los camélidos sudamericanos, a pesar de su gran importancia económica en los países Andinos, principalmente en el Perú. Recientemente, se han publicado valiosos trabajos pioneros sobre la nutrición de alpacas (Huisa et al. 1985; Reiner y Bryant 1985), especie que sin duda tiene la mayor relevancia económica entre las cuatro especies de camélidos sudamericanos (vicuña, guanaco, alpaca y llama). Sin embargo, en el caso de llamas en pastoreo, no existe información alguna sobre su nutrición (Calle 1982; Tapia y Flores 1984; Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos 1985).

En base a ello se analizaron 29 muestras de la dieta de llamas pastoreando en laderas de Festuca rigida, representativas de áreas pastoreadas por las llamas en el sur del Perú. Otras especies en el área son Calamagrostis heterophylla, Muhlenbergia peruviana, M. fastigiata, Aciachne pulvinata y Stipa brachiphylla. Las muestras fueron obtenidas con dos llamas fistuladas en el esófago. Quince de esas muestras fueron colectadas durante el período de lluvias (Febrero-Marzo) y el resto durante el período de sequía (Julio-Agosto).

Las muestras fueron secadas a 55°C y posteriormente procesadas para determinar su contenido de materia orgánica y proteína cruda por métodos convencionales. También se determinó la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO) por el método de Tilley y Terry (1963) y por la extracción con detergente neutro de acuerdo a Van Soest y Wine (1967). Se calculó la energía digerible (ED) de la dieta, utilizando la DIVMO multiplicada por la constante de 4000 Kcal/kg de MO digerible.

El Cuadro 1, muestra los valores obtenidos de las muestras de la dieta de llamas en pastoreo, siendo evidente una mejor calidad de la dieta durante la época de lluvias.

CUADRO 1. COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRICIONAL DE LA DIETA DE LLAMAS PASTOREANDO EN LADERAS DE Festuca rigida EN EL SUR DEL PERU.

Parámetros	Epoca seca (Julio-Agosto)	Epoca de lluvia (Febrero-Marzo)
Materia orgánica (%)	80.9	81.4
Proteína cruda (%)	5.1	9.7
Digestibilidad DIVMS (%)	60.0	65.8
DIVMO (%)	50.4	55.5
Energía digerible (Kcal/kg MO)	2016	2220

Los valores de proteína en la dieta de llamas, son similares a los encontrados por Huisa et al. (1985) con alpacas fistuladas en el esófago en la época seca (5.7% PC), también obtenidos en laderas dominadas por Festuca rigida y sólo ligeramente más bajos que los obtenidos en época de lluvias (10.8% PC). La digestibilidad *in vitro* de la dieta, siguió un patrón similar a la proteína, aunque con valores comparativamente más bajos que los obtenidos por Huisa et al. (1985) para la dieta muestreada en Julio (sequía) la cual tuvo un 67.2% de digestibilidad de la materia seca (DIVMS). Estas diferencias son sin duda explicables por el efecto de año (las muestras de la dieta de alpacas y llamas no fueron obtenidas el mismo año), más sobretodo por la metodología empleada. Las dietas de alpacas, fueron analizadas por el método in situ-bolsa de dacrón, con llamas fistuladas en el rumen, mientras que las de llama fueron analizadas por un método in vitro, utilizando líquido ruminal de bovino, aunque para ellos ajustadas con un forraje estandar y su digestibilidad in vivo.

Desafortunadamente, no existen valores de requerimientos nutricionales para llamas, que permitieran comparar los valores proteicos y energéticos obtenidos, y así detectar posibles deficiencias. Sin embargo, estos valores preliminares pueden ser útiles para conocer la nutrición de las llamas en pastoreo, más tendrán que ser seguidos por estudios nutricionales más completos, que incluyan la composición botánica de la dieta, permitiendo así el comprender mejor la nutrición de este valioso herbívoro sudamericano.

LITERATURA CITADA

- CALLE, R. 1982. La Llama. En: Producción y mejoramiento de la alpaca. pp.226-237. Fondo del Libro, Banco Agrario del Perú. Lima. Perú. 334p.
- CONVENCION INTERNACIONAL SOBRE CAMELIDOS SUDAMERICANOS. 1985. V. Convención, Cusco, Perú.
- HUISA, T., R. FARFAN, F. SAN MARTIN, F. C. BRYANT y L. C. FIERRO. 1985. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpaca (Lama pacos) en la época seca en la sierra sur del Perú. En: Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech Univ. en el Perú. Vol. III. L. C. Fierro y R. Farfán (eds.) Technical Article T-9-408. Texas Tech Univ. USA.
- REINER, R. and F. C. BRYANT. 1985. Diet selection and nutrition of alpacas grazing two eco-regions of Sotuhern Perú. Abs. 38th. Ann. Meet. Soc. for Range Management. Salt Lake City, Utah. USA.

- TAPIA, M. y J. FLORES. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del sur del Perú. Inst. Nac. de Investigación y Promoción Agropecuaria - Programa Colaborativo Rumiantes Menores. Lima, Perú. 321p.
- TILLEY, J.M.A. and R.A. TERRY. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. British Grassland Soc. 18:104-111.
- VAN SOEST, P.J. and R.H. WINE. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. J. Assoc. Official Agr. Chem. 50:50-62.