

(62.3 h) comparado al del ovino (40.9 h) coincide con los resultados de Florez (1973) quien observó un mayor tiempo de retención de la digesta en alpacas que en ovinos. Clemens y Stevens (1980) también encontró un mayor tiempo de retención de las partículas en llamas comparado a los vacunos y caballos.

La tasa de pasaje de la fase líquida entre tratamiento (raciones de baja y mediana calidad) en llamas y ovinos no fueron diferentes. Esto puede estar relacionado al hecho de que ambas especies tuvieron un similar consumo para los dos tratamientos. El nivel de consumo ha sido positivamente relacionado al tiempo de recambio del fluido (Calyean et al., 1979; Evans, 1981). Los más rápidos TDR, TFL y más lentos TTR, para ambos tratamientos, en llamas que en ovinos están de acuerdo a los resultados reportados por Clemens y Stevens (1980), quienes compararon el tiempo de tránsito gastrointestinal en 10 especies de mamíferos. Las llamas demostraron un tránsito más rápido del fluido y partículas pequeñas que los vacunos y caballos. Maloy (1972) reportó en camellos una más rápida tasa del fluido estomacal que en novillos cebú.

No existen datos disponibles sobre el VR en CSA. Esquerre y Samaniego (1980) reportaron que el peso relativo húmedo de los tejidos del estómago de los CSA comparado con aquellos del ovino y vacunos son similares. El VR obtenido en ovinos está entre los valores dados por Puiser y Moir (1966), aunque menores que aquellos reportados por Hanley y Hanley (1982). Los bajos consumos obtenidos en ovinos y la característica granulada de las raciones usadas en este experimento podrían explicar, en parte, el relativamente bajo VR encontrado en ovinos (Teeter y Owens, 1983; Merchen et al., 1986). El mayor VR/kg $w^{.75}$ observado en ovinos con respecto a la llama podría estar relacionado al hecho de que el ovino tuvo un mayor consumo que la llama (Van Soest, 1982).

La más rápida TDR en llamas que en ovinos puede ser resultado a las más altas tasas de flujo salival y a una mayor relación del flujo salival y tamaño estomacal (Ortiz, 1971). Owens y Esaacson (1977) indicaron que el principal determinante de la TDR es el fluido o secreción salival. Harrison et al. (1975) señalaron que la eficiencia de la síntesis proteica microbial puede ser mejorada hasta un 25% cuando se incrementa la TDR debido al suministro de saliva artificial. La retención relativamente más corta del fluido ruminal en llamas que en ovinos permitiría a la llama mejorar el crecimiento microbial en el C1 - C2, asegurando que solo una mínima cantidad de energía esté disponible para cubrir

los requerimientos de mantenimiento de la población microbiana (Isaacson et al., 1975; Hespel y Bryant, 1979; Orskov, 1982).

Las razones para las diferencias en el tiempo de retención de la fase líquida y sólida en el estómago de los ruminantes no es bien entendido. Se asume, que en llamas y ovinos, la función del canal entre el C2 y C3 (retículo-omaso) y la motilidad del C2 (retículo) son mayormente responsables de este transporte selectivo del líquido y las partículas. Heller et al. (1986) remarcó que ambas especies tienen un mecanismo comparable de presión-succión en el canal omasal. Estudios comparativos han mostrado que el estómago de estas especies difieren morfológicamente (Vallenas et al., 1971) e histológicamente (Engelhardt y Holler, 1982). Además, los patrones básicos de la motilidad son muy diferentes (Vallenas y Stevens, 1971a; Heller et al., 1986; Kay et al., 1980). Así, diferencias en las tasas de pasaje entre estas especies es una reflexión de sus grandes diferencias en la anatomía y fisiología digestiva.

Haxter (1963) establece que la máxima digestión ocurre únicamente si el pasaje del alimento es más lento permitiendo que el alimento sea expuesto por un mayor tiempo en aquellos lugares donde la acción microbial toma lugar. En este estudio, la retención de la digesta promedio de ambas raciones, en el C1 - C2 de llamas fue de 29 h ($1/K1$), mientras que el tiempo de retención en el retículo-rumen de ovinos fue de 22 h ($1/K1$). En el caso del intestino grueso (ciego-colon) los tiempos de retención ($1/K2$) fueron de 11 y 6 h para llama y ovino, respectivamente. Debido a los más prolongados períodos de retención en llamas, es de esperarse que la digestión de alimentos de alto contenido lignocelulósico (tales como los pastizales nativos alto andinos) sean mejores digeridos en estas especies.

ABSTRACT

A study was conducted on the Texas Tech University Campus to estimate passage rates of the liquid and particulate phase in the digestive tract of llama and sheep. Data were subsequently used to relate those variables to differences in digestive capability between these two species. Three rumen fistulated llamas and sheep were used. Ytterbium and Cr-EDTA were used to estimate particulate and liquid passage rate, respectively. The animals were fed two levels of diet quality (low-7% crude protein and medium-11% crude protein). Particulate passage rate ($K1$) in the first two compartments of the forestomach, across species, was slower in the low quality diet (3.6%/h) than the medium

diet quality, was slower in llamas (3.5%/h) than sheep (4.6%/h). Total mean retention time for particulate matter in the total digestive tract was 63 hours for llamas and 41 hours for sheep. Liquid passage rate in the first two compartments of the forestomach, across diet quality, was 10.3 and 7.7%/h for llamas and sheep, respectively. Rumen volume, across quality diets, was higher in sheep than llamas. Results suggest that the better utilization for poor quality food in llamas is possible because of the longer retention time of the particulate matter in the digestive tract than sheep. Thus, prolonged period of exposure to the action of microbial population located in compartments one and two of the llama forestomach would favor digestion.

LITERATURA CITADA

- Binnerts, W.T., A. Th. van't Klooster, y A.M. Frens. 1968. Soluble chromium indicator measured by atomic absorption in digestion experiments. *Vet. Rec.* 82:470.
- Blaxter, K.L. 1963. *The energy metabolism of ruminants.* London: Hutchinson Scientific and technical.
- Clemens, E.T., y C. E. Stevens. 1980. A comparison of gastrointestinal transit time in ten species of mammal. *J. Agric. Sci., Camb.* 94:735-737.
- Cummings, J.F., J.F. Munnell, y A. Vallenar. 1972. The mucigenous glandular mucosa in the complex stomach of two New World Camelids, the llama and guanaco. *J. Morphol.* 137:71-110.
- Eckerlin, R.H., y C.E. Stevens. 1973. Bicarbonate secretions by the glandular sacculae of the llama stomach. *Cornell Vet.* 63:436-445.
- Engelhardt, y W. y K. Rubsamen. 1979. Digestive physiology of camelids. *The workshop of camels.* Khartoum, Sudan. p. 307-346.
- Esquerre, C.J., y Samaniego, L. 1980. Peso relativo del tejido del tracto alimenticio de la alpaca adulta (Lama pacos). *Rev. Inv. Pec. (IVITA).* Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. 5:3-9.
- Evans, E. 1981. An evaluation of the relationship between dietary parameters and rumen liquid dilution rate. *Can J. Anim. Sci.* 61:91-96.
- Florez, J.A. 1973. Velocidad de pasaje de la ingesta y digestibilidad en alpacas y ovinos. B.S. Thesis. *Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos.* Lima, Perú.
- Galyean, M.L., F.N. Owens, and D.G. Wagner. 1979. Level of feed intake on site and extent of digestion of high concentrate diets by steers. *J. Anim. Sci.* 49:199-203.

- Grovum, W.L., y V.J. Williams. 1973. Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in feces. *Br. J. Nutr.* 30:313-329.
- Hanley, T.A., y K.A. Hanley. 1982. Food resource partitioning by sympatric ungulates on great Basin Rangeland. *J. Range Manage.* 35:152-158.
- Hansen, A., y K. Schmidt-Nielsen. 1957. The stomach of the camel with special reference to the structure of its mucosae membrane. *Acta Anatomica.* 31: 353-375.
- Harrison, D.G., D.E. Beaver, B.H. Thompson, y D.F. Osbourn. 1975. Manipulation of rumen fermentation in sheep by increasing the rate of flow of water from the rumen. *J. Agric. Sci., Camb.* 85:93-101.
- Hart, P.S., y C.E. Poland. 1984. Simultaneous extraction and determination of Ytterbium and Cobalt Ethylenediaminetetraacetate complex in feces. *J. Dairy Sci.* 67:888-892.
- Heller, R., V. Cercosov, y Wv. Engelhardt. 1986. Retention of fluid and particles in the digestive tract of the llama. (Lama guanacoe F. Glama). *J. Comp. Biochem Physiol., A.* 83(4):687-691.
- Hespel, R.B., y M. P. Bryant. 1979. Efficiency of rumen microbial growth influence of some theoretical and experimental factors on YATP. *J. Anim. Sci.* 49:1640-1659.
- Isaacson, H.R., F.C. Hinds, M.P. Bryant, y F.N. Owens. 1975. Efficiency of energy utilization by mixed rumen bacteria in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 58:1645.
- Kay, R.N.B., Wv. Engelhardt, y R.G. White. 1980. The digestive physiology of wild ruminants. In: *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Y. Ruckebusch and P. Thivend (eds.). pp. 743-761. Lancaster: MTP Press Ltd.
- Maloy, G.M. 1972. Comparative studies on digestion and fermentation rates in the forestomach of the onehumped camel and the zebu steer. *Res. Vet.* 13: 476-481.
- Merchen, N.R., J.L. Firkins, y L.L. Berger. 1986. Effect on intake and forage level on ruminal turnover rates, bacterial protein synthesis and duodenal amino acid flows in sheep. *J. Anim. Sci.* 62:216-225.
- Orskov, E.R. 1982. Protein nutrition in ruminants. New York: Academic Press.
- Ortiz, C.F. 1971. Contribución al estudio de la saliva parotidea de la alpaca: pH, Na, K, y Ca. B.S. Thesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú.

- Owens, F.N., y H.R. Isaacson. 1977. Ruminal microbial yields: Factors influencing synthesis and bypass. Fed. Proc. 36:198-202.
- Puiser, D.B., y R.J. Moir. 1966. Rumen volume as a factor involved in individual sheep differences. J. Anim. Sci. 25:509-516.
- Rubsamen, K., y Wv. Engelhardt. 1978. Bicarbonate secretion and solute absorption in the forestomach of the llama. Am. J. Physiol. 235:1-6.
- Schmidt-Nielsen, K. 1964. Desert Animals. Physiological problem of heat and water. pp. 33-70. Oxford Univ. Press. London.
- Teeter, R.G., y F.N. Owens. 1983. Characteristics of water soluble markers for measuring rumen liquid volume and dilution rate. J. Anim. Sci. 56: 717-728.
- Teeter, R.G., F.N. Owens, y T.L. Mader. 1984. Ytterbium chloride as a marker for particulate matter in the rumen. J. Anim. Sci. 58:465-473.
- Vallenas, A. 1965. Some physiological aspects of digestion in the alpaca (Lama pacos). In: Physiology of digestion in the ruminant. R.W. Dougherty (ed.). pp. 147-158. Butterworths, Washington, D.C.
- Vallenas, A., J.F. Cumming y J.F. Munell. 1971. A gross study of the compartmentalized stomach of two New World Camelids, the llama and guanaco. J. Morph. 134:339-424.
- Vallenas, A., y C.E. Stevens. 1971. Motility of the llama and guanaco stomach. Am. J. Physiol. 220:275-282.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, Inc., Cowallis.

DIETA SELECCIONADA POR CAPRINOS PASTOREANDO SAND SHINNERY OAK (Quercus havardii)
EN EL OESTE DE TEXAS.

F. Villena, J.A. Pfister, C. Aguilar, B.E. Dahl y M. Maiga

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron: 1) comparar la composición botánica de la dieta seleccionada por cabras de las razas Angora y Española pastoreando sand shinnery oak (oak) durante el verano de 1986 del Oeste del Estado de Texas, 2) estimar niveles sanguíneos de ácido tánico equivalente (ATE) en cabras pastoreando un pastizal de oak. Fueron usados cinco cabras castrados y fistulados esofagealmente por cada raza. Cabras de la raza Española seleccionaron más oak y herbáceas ($P < .05$) y menos gramíneas que las cabras de la raza Angora. Las cabras incrementaron ($P < .05$) el consumo de oak de Junio (31%) a Agosto (55%), pero decrecieron ($P < .05$) el consumo de herbáceas de 23 al 5%. Los niveles de taninos condensados en oak fue de 35.9 mg/g durante todos los períodos estudiados. ATE fue más alto ($P > .05$) en cabras de la raza Española (1.6 ug/ml) que en cabras de la raza Angora (0.8 ug/ml) y declinó ($P > .05$) a medida que el verano avanzó.

A menudo los caprinos son relegados a áreas de escasa vegetación herbácea y forraje poco palatable (Huston, 1978). Ellos generalmente son considerados como ramoneadores debido al consumo de dietas altas en hojas y tallos de especies arbustivas (du Toit, 1972). Aunque clasificados como ramoneadores, los caprinos exhiben, bajo diferentes condiciones ecológicas, una amplia variación en su comportamiento alimenticio (Pfister y Malechek, 1986). Al igual que en ovinos y vacunos, las dietas seleccionadas por caprinos son ampliamente dependientes de la disponibilidad de forraje y calidad nutritiva del mismo (Malechek y Lewinweber, 1972). Debido a que los caprinos consumen grandes porcentajes de arbustos en adición a las gramíneas y herbáceas, los cambios en composición botánica pueden ser más complejos que aquellos encontrados en ovinos o vacunos (Pfister y Malechek, 1986). Existe muy poca información sobre la selectividad de caprinos en relación con los mecanismos químicos de defensa de las especies

Villena y Aguilar son profesores de la Universidad Pedro Ruiz Gallo. Pfister es actualmente Investigador del Poisonous Plant Research Laboratory, Logan, Utah 84321. Dahl y Maiga son profesor y asistente de investigación, respectivamente, del Department of Range and Wildlife Management, Texas Tech University.

Los autores expresan su reconocimiento a USAID-Perú por proveer los fondos necesarios para esta investigación; al Sr. Randy Beasley, por proveer el área de pastura para este estudio; al Dr. Fred C. Bryant, Dr. Russ Pettit y Greg Reeves por su asistencia durante el estudio.

arbustivas (Provenza y Malechek, 1984). Cambios en los niveles de compuestos fenólicos carbonados en hojas y tallos de las especies arbustivas pueden alterar la selección de dieta y palatabilidad de las plantas en herbívoros (Bryant et al., 1987).

Pocos estudios han comparado la selección de dieta de caprinos Angora y los de raza Española. Davis et al. (1975) y Merrill (1975) señalaron que los caprinos de raza Española consumieron menos gramíneas y herbáceas que los Angora. Bryant et al. (1979) compararon las dietas seleccionadas por caprinos Angora y los de raza Española en una pastura de condición excelente en la región de Edwards Plateau en Texas. Dichos autores indicaron que ambas razas seleccionaron porcentajes muy similares de especies arbustivas, gramíneas y herbáceas. En adición, con respecto a las similitudes entre razas para los porcentajes de forraje seleccionado, observaron que las dietas de ambas razas estaban constituidas en un 95% de hojas y 5% de tallos.

No se han efectuado estudios de selección de dieta por caprinos pastoreando áreas dominadas por sand shinnery oak (Quercus havardii), por lo que el presente estudio se planteó con el objetivo de caracterizar la composición botánica de las dietas seleccionadas por caprinos de las razas Angora y Española pastoreando esta comunidad vegetal.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio se condujo entre Junio y Agosto de 1986 en 4 ha de pastura natural localizada 24 km al Norte y 10 km al Oeste de Plains (33° 23'52"N y 102° 46'38"O), en la parte central del poblado de Yoakum, Texas. Desde 1940 la pastura utilizada para esta investigación fue pastoreada por ganado vacuno, usando 1.9 ha por unidad animal. El sitio fue de nivel topográfico plano y con suelos de arenas profundas, principalmente de la serie Brownfield (USDA, 1964).

El clima suele ser templado a caluroso y semiárido (USDA, 1964). Tanto la precipitación como la temperatura fluctúan ampliamente. La precipitación anual promedio es 48 cm, ocurriendo aproximadamente el 80% de ésta entre Mayo y Octubre. Durante el período de estudio, sin embargo, la precipitación recibida (28 cm) excedió el promedio para Junio a Agosto (18 cm) en 55.5%. La temperatura promedio diaria es 4°C en Diciembre y 26°C en Julio.

Sand shinnery oak (Quercus havardii) domina la comunidad de plantas en el sitio. Especies asociadas presentes incluyen gramíneas tales como sand blue-stem (Andropogon halli), little bluestem (Schizachyrium scoparium), sand dropseed (Sporobolus cryptandrus) y treeawn (Aristida sp.). Dentro del grupo de las herbáceas están ragweed (Ambrosia psilostachya), milkweed (Euphorbia fendleri) y threadleaf groundsel (Senecio riddellii). Entre otras especies presentes en muy baja proporción se encuentran sand sage (Artemisia filifolia), pricklypear (Opuntia sp.) y small soapweed (Yucca glauca).

MATERIALES Y METODOS

La disponibilidad de forraje se determinó cada mes (Junio, Julio y Agosto) en 30 pequeñas parcelas de 1 m² cada una, localizadas al azar. El forraje se cortó y separó en shinnery oak (hojas y tallos de la estación de crecimiento), gramíneas, herbáceas y otras especies (principalmente sand sage, pricklypear y soapweed). Para determinar la producción de forraje seco todo el material cosechado se secó al aire y luego en estufa a 65°C por 48 horas.

Diez caprinos castrados con un peso vivo promedio de 28 kg (5 de la raza Angora y 5 de la raza Española) fueron seleccionados al azar y fistulados al esófago un mes antes de iniciar el muestreo de dieta siguiendo los lineamientos recomendados por Hansen et al. (1987). Los animales fueron alimentados con heno de alfalfa de buena calidad o con alfalfa granulada tanto después de la fistulación así como entre los períodos mensuales de colección. Después de un período de 7 días de adaptación a la pastura en cada mes de estudio se colectaron muestras diarias de extrusa a las 07:00 h durante 5 días consecutivos. Inmediatamente después de colectadas las muestras individuales, éstas fueron mezcladas manualmente y congeladas. Después de tomadas las muestras los animales continuaron pastoreando la misma pastura hasta las 19:00 h en que entraban a estabulación en preparación al muestreo de la mañana siguiente y para prevenir el ataque de predadores. Los animales tuvieron agua limpia y sales minerales ad libitum a lo largo de todo el estudio.

Las muestras diarias de extrusa de cada animal fueron descongeladas mezclando las 5 muestras diarias por animal para obtener una muestra compuesta por animal-mes o período. En tales muestras se determinó la composición botánica

mediante la técnica del microscopio de punto (Harker et al., 1964). Cada muestra de extrusa se distribuyó sistemáticamente en una bandeja para observar 100 puntos en 5 transectos y mediante el microscopio a 10 aumentos (10X). Los 100 puntos por muestra fueron registrados como shinnery oak, gramíneas, herbáceas u otras especies (sand sage, pricklypear y soapweed), considerándose material vivo o muerto, así como hojas, tallos o flor-semillas.

Para el análisis del contenido de taninos y ver su posible efecto en la palatabilidad, se tomaron muestras bisemanales de hojas y tallos de shinnery oak durante la estación de crecimiento. Colectadas las muestras, éstas fueron congeladas de inmediato y luego secadas en frío. Los taninos condensados se analizaron mediante un método de astringencia (capacidad para formar complejo tanino-proteína) recomendado por Horner et al. (1987). Aproximadamente 100 mg de muestra fue molida en mortero hasta formar una pasta, efectuándose luego una extracción con metanol al 50% en un homogenizador de tejidos. El metanol se removió pasando N_2 a través del sobrenadante contenido en un frasco de precipitación de 25 ml colocado en baño María y con agitación constante. La muestra se filtró luego a través de una membrana de nylon de 0.45 μ . Como proteína reactante se usó una solución de hemoglobina 2.2 mg de substrato de hemoglobina tipo II (Sigma Chemical Corporation) por ml de buffer de fosfato, pH 6.5. La astringencia de los taninos de la planta se expresó en relación a los taninos de quebracho (taninos condensados).

Al final de cada período de muestreo se tomaron muestras de sangre, mediante punción de la vena yugular, para efectuar análisis de ácido tánico equivalente (ATE) en suero sanguíneo. El suero fue separado en el laboratorio y conservado en congelador a $-40^{\circ}C$ hasta el momento de hacer los análisis. El análisis de ATE se hizo de acuerdo a la técnica de Mosesson et al. (1947).

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar, con arreglo en parcelas divididas, considerándose la raza como el factor principal. En cada mes de estudio se hicieron las mismas mediciones en los mismos animales. Los datos se analizaron estadísticamente mediante computación usando el modelo lineal generalizado (MLG) de SAS (SAS, 1985). Cuando se encontró significancia a nivel de probabilidad de 0.05, los promedios de efecto simple se separaron usando la prueba de la Diferencia Límite de Significación (DLS) de Fisher (Steel

y Torrie, 1980). Los promedios de forraje disponible (kg/ha) se analizaron estadísticamente mediante intervalos de confianza al 90%, y los datos del contenido de ATE, mediante pruebas de t al 0.05 de probabilidad (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

Disponibilidad de forraje.

Las hojas y tallos de sand shinnery oak representaron 1,173 kg/ha (79%) de los 1,486 kg/ha de forraje seco disponible en el sitio durante la estación (Cuadro 1). Las gramíneas contribuyeron con el 18% (269 kg/ha) del promedio general para la estación, mientras que las herbáceas (13 kg/ha) aportaron alrededor del 1%. Otras especies contribuyeron con el 2% del forraje disponible total.

No se encontraron diferencias ($P > .10$) en disponibilidad de shinnery oak y gramíneas en la pastura en estudio entre Junio, Julio y Agosto (Cuadro 1). Aunque las hierbas fueron un componente menor del forraje disponible (5 a 26 kg/ha), se notó una significativa reducción ($P < .10$) de Junio a Julio (Cuadro 1). Considerando todo el forraje disponible, éste decreció ($P < .10$) de 1,646 kg/ha en Junio a 1,344 kg/ha en Julio, sin decrecer ($P > .10$) posteriormente.

Composición Botánica de la Dieta.

Los caprinos de raza Española seleccionaron dietas ligeramente más altas ($P > .05$) en shinnery oak (48.4%) que los de la raza Angora (40.0%) (Cuadro 2); pero los Angora escogieron dietas con mayor ($P < .05$) contenido de gramíneas (48.7%) que los de la otra raza (37.9%). Tanto la raza Española como la Angora consumieron porcentajes similares ($P > .05$) de herbáceas (13.5 y 11.5%, respectivamente). Otras especies constituyeron menos del 2% de las dietas a lo largo del estudio.

Shinnery oak se volvió un creciente e importante componente de la dieta de ambas razas a medida que la estación avanzó (Cuadro 2). En Junio los animales consumieron dietas con 31.0% de oak, porcentaje que incrementó ($P < .05$) a 45.0% en Julio y 55.1% en Agosto. Las gramíneas permanecieron constantes ($P > .05$) a través del tiempo, estando presentes entre 39.8% y 45.3% de la dieta a lo largo del estudio. La selección de herbáceas decreció ($P < .05$) de 22.9% en Junio a 9.4% en Julio y 5.1% en Agosto. No hubo interacción de raza x período para nin-

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje (\bar{X} kg/ha \pm 90% intervalo de confianza) durante Junio, Julio y Agosto de 1986 en un pastizal de sand shinnery oak en el Oeste de Texas.

Tipo de forraje	Período de colección			Promedios
	Junio	Julio	Agosto	
Shinnery oak	1323a ³ \pm 119.1	1078a \pm 142.1	1117a \pm 115.1	1172.9 \pm 58.1
Gramíneas ¹	244a \pm 84.5	224a \pm 55.7	340a \pm 85.1	269.3 \pm 34.9
Herbáceas ¹	26a \pm 11.7	5b \pm 3.8	9ab \pm 12.5	13.3 \pm 4.8
Otras especies ²	51a \pm 37.1	37ab \pm 46.8	4b \pm 5.1	30.8 \pm 15.7
Total	1646a \pm 88.5	1344b \pm 76.5	1470b \pm 76.9	

1 Este grupo de forraje están compuestos por varias especies.

2 Otras especies es un grupo compuesto principalmente de sand sage, pricklypear y yucca.

3 Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < .10$)

Cuadro 2. Composición de dieta (%) de caprinos pastoreando sand shinnery oak durante los meses de Junio, Julio y Agosto de 1986 en el Oeste de Texas.

Grupo de planta	Mes	Raza		Promedio ¹
		Angora	Española	
Shinnery oak	Junio	24.3	37.6	31.0a
	Julio	44.4	45.6	45.0b
	Agosto	48.2	62.0	55.1c
	Promedio ²	40.0a	48.4a	
Gramíneas	Junio	52.0	38.6	45.3a
	Julio	47.8	41.8	44.8a
	Agosto	46.4	33.2	39.8a
	Promedio ²	48.7a	37.9a	
Herbáceas	Junio	22.8	23.0	22.9a
	Julio	6.2	12.6	9.4bc
	Agosto	5.4	4.8	5.1c
	Promedio ²	11.5a	13.5a	

¹ Promedios en la misma columna para cada grupo de plantas seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < .05$).

² Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < .05$).

guna clase de forraje.

Hojas de shinnery oak, gramíneas y herbáceas dominaron las dietas seleccionadas por los animales a través del verano (Cuadro 2). Aunque sin diferencia ($P > .05$), los caprinos de raza Española seleccionaron dietas con un mayor porcentaje de hojas de oak (41.3%) y menor contenido de hojas de gramíneas (33.2%) que los Angora (32.6 y 41.4%; respectivamente). El consumo de tallos de oak no fue diferente ($P < .05$) entre razas. Los tallos de gramíneas fueron consumidos por Angora (6.6%) en mayor proporción ($P < .05$) que la raza Española (3.8%). En el caso de las herbáceas ambas razas seleccionaron proporciones similares ($P > .05$) tanto de hojas como de tallos. No se detectó presencia de flores o semillas de especies forrajeras para ninguna raza.

Tanto la proporción de hojas como de tallos de shinnery oak aumentó en las dietas de los animales con el avance de la estación (Cuadro 3). El consumo de hojas de oak incrementó ($P < .05$) de 26.5% en Junio a 38.9% en Julio y 45.4% ($P < .05$) en Agosto. El consumo de tallos de oak aumentó ($P < .05$) de 4.5% en Junio a 9.5% en Agosto. La selectividad de hojas y tallos de gramíneas no fue afectada ($P > .05$) por los períodos de estudio. Los animales seleccionaron 20% de hojas y 2.7% de tallos de hierbas en Junio, decreciendo ($P < .05$) ambas fracciones en Julio y Agosto (Cuadro 3). No se observaron interacciones de raza x período para ninguna de las fracciones del forraje.

Para comparar la composición de la dieta en relación con la disponibilidad del forraje se usaron los índices de similaridad de Kulczynski (Grant et al., 1985). Los índices variaron a través del estudio (Cuadro 4). Los caprinos de raza Española mostraron índices ligeramente más altos en Junio, Julio y Agosto (55, 65 y 86, respectivamente) comparados con los de raza Angora (42, 63 y 72). Los índices de similaridad entre dietas seleccionadas por caprinos Angora y los de raza Española no cambió entre meses, permaneciendo entre 86 y 92 (Cuadro 4).

El nivel de taninos condensados en shinnery oak varió entre 34 y 38 mg/g, y no cambió apreciablemente de Junio a Setiembre. Los tallos tuvieron un ligero mayor contenido de taninos que las hojas (Cuadro 5).

La concentración de ATE en el suero sanguíneo decreció ($P > .05$) de 1.5 ug/ml en Julio a 1.0 ug/ml en Agosto (Cuadro 6). El contenido de ATE en el suero de los animales de raza Española fue mayor ($P > .05$) que en los Angora (1.6 vs

Cuadro 3. Composición de dieta (%) en función a partes de la planta en caprinos pastoreando sand shinnery oak en Junio, Julio y Agosto de 1986 en el Oeste de Texas.

Partes de planta	Mes	Raza		Promedio ¹
		Angora	Española	
Hojas de shinnery oak	Junio	20.3	32.6	26.5a
	Julio	37.8	40.0	38.9b
	Agosto ²	39.6	51.2	45.4b
	Promedio ²	32.6a	41.3a	
Tallos de shinnery oak	Junio	4.0	5.0	4.5a
	Julio	6.4	5.6	6.0a
	Agosto ²	8.6	10.4	9.5b
	Promedio ²	6.3a	7.0a	
Hojas de gramíneas	Junio	46.0	34.6	40.3a
	Julio	40.6	38.0	39.2a
	Agosto ²	37.6	27.0	32.3a
	Promedio ²	41.4a	33.2a	
Tallos de gramíneas	Junio	5.5	3.4	4.5a
	Julio	6.0	3.2	4.6a
	Agosto ²	8.2	4.8	6.5a
	Promedio ²	6.6a	3.8b	
Hojas de herbáceas	Junio	19.8	20.4	20.1a
	Julio	5.6	12.0	8.8b
	Agosto ²	5.0	4.4	4.7b
	Promedio ²	10.1a	12.3a	
Tallos de herbáceas	Junio	2.8	2.6	2.7a
	Julio	0.6	0.6	0.6b
	Agosto ²	0.4	0.4	0.4b
	Promedio ²	1.3a	1.2a	

¹ Promedios en la misma columna para cada parte de grupo de plantas seguidos por diferentes letras estadísticamente son diferentes ($P < .05$)

² Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < .05$)

Cuadro 4. Indices de similaridad (%) entre dietas y disponibilidad de forraje y entre dietas de las razas Angora y Española pastoreando sand shinnery oak durante Junio, Julio y Agosto en el Oeste de Texas.

Mes	Dieta animal en relación a la disponibilidad de forraje		Dieta de Angora vs. dieta de Española
	Angora	Española	
Junio	42	55	87
Julio	63	65	92
Agosto	72	86	86

Cuadro 5. Nivel de taninos condensados en hojas y tallos de sand shinnery oak colectados de Junio a Setiembre de 1986.

Fecha de muestreo	Taninos condensados (mg/g)		
	Hojas	Tallos	Hojas y Tallos
Junio 30	33.8	38.6	33.8
Julio 15	38.0	38.4	37.7
Julio 30	38.2	38.2	33.8
Agosto 16	33.9	33.9	33.9
Agosto 31	37.8	38.0	37.9
Setiembre 13	38.4	38.5	38.0
Promedio	36.7	37.6	35.9

Cuadro 6. Acido tánico equivalente (ug/ml) en suero sanguíneo de caprinos pastoreando sand shinnery oak en Julio y Agosto de 1986.

Meses ¹	Angora	Española	Promedio
Julio	0.1a ² A ³ ± 0.06 ⁴	2.8aA ± 0.69	1.5A ± 0.45
Agosto	1.6aB ± 0.58	0.3aA ± 0.24	1.0A ± 0.34
Promedio	0.8a ± 0.32	1.6a ± 0.47	

¹ Las muestras de suero sanguíneo tomadas en Junio no se analizaron debido a problemas en la colección de muestras.

² Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras minúsculas son estadísticamente diferentes (P<.05)

³ Promedios en la misma columna seguidos por diferentes letras mayúsculas son estadísticamente diferentes (P<.05)

⁴ Error estandar.

0.8 ug/ml). Aunque los niveles de ATE no fueron diferentes ($P > .05$) entre razas en Julio y Agosto, fue evidente la presencia de tendencias diferentes. Mientras que en Angora se observó un incremento ($P < .05$) en ATE en Julio y Agosto, en la raza Española se observó una tendencia contraria.

DISCUSION

La disponibilidad de forraje no varió significativamente durante el estudio, indicando que la mayor parte de especies estuvieron cerca de la madurez en Junio. La ausencia de cambio en los niveles de taninos condensados a lo largo de la estación también es un indicativo de la madurez de shinnery oak al iniciar este trabajo. Indudablemente esta madurez habría influenciado los patrones de selección de dieta a través del verano.

Tanto los animales de raza Española como los Angora consumieron dietas similares en composición botánica. Sin embargo, la raza Española tendió a seleccionar dietas ligeramente más altas en arbustos, corroborando lo señalado por Taylor (1975) y Merrill y Taylor (1976).

La relación entre el nivel de taninos condensados en oak y la palatabilidad no fue clara. Aunque el nivel de taninos permaneció constante, los animales consumieron más oak a medida que el verano avanzó. Esto pudo deberse a que los animales tuvieron períodos de adaptación a la pastura antes de cada muestreo y/o a que pudieron haber ganado experiencia en el ramoneo de oak en el curso del estudio. Sin embargo, sobre este tópico coincidimos con Provenza y Malechek (1984), quienes señalan que mucho trabajo queda por hacer en relación a la dieta de herbívoros y el nivel de taninos en las especies arbustivas.

Los niveles de taninos en oak en este estudio fueron mucho más bajos que los indicados por Pidgeon et al. (1962). Estos autores encontraron que la concentración de taninos hidrolizables en oak decreció de 15.1% en Abril a 8.7, 7.7 y 4.2% en Mayo, Agosto y Octubre, respectivamente. Cabe señalar que los métodos usados por Pidgeon et al. (1962) para extraer y cuantificar los taninos hidrolizables en oak no son comparables al método usado en este estudio para determinar taninos condensados. Los taninos hidrolizables pueden ser agentes tóxicos (Pidgeon et al., 1962), pero los taninos condensados probablemente tengan una influencia más grande en la palatabilidad y consumo (Cooper y Owen-

Smith, 1985).

La disponibilidad de herbáceas también pudo haber influido en el consumo de oak. Huston et al. (1981) han clasificado a las hierbas como componentes de calidad del forraje disponible en Texas. Aunque las herbáceas representaron sólo el 1% del forraje disponible en este estudio, ellas fueron un componente importante de la dieta de los animales. Las herbáceas decrecieron de 22.9% en Junio a 9.4% en Julio y 5.1% en Agosto. Así, a medida que la disponibilidad de las herbáceas decreció, los animales incrementaron y disminuyeron su selección por oak y gramíneas, respectivamente.

Los índices de similaridad resultantes al relacionar la dieta de los animales y el forraje disponible mostraron que la raza Angora fue ligeramente más selectiva que la raza Española. Los índices de similaridad incrementaron con el progreso de la estación para ambas razas, y probablemente estuvieron relacionados al creciente aumento de shinnery oak en las dietas y la reducción de herbáceas consumidas.

El nivel de ATE en el suero sanguíneo no siguió una tendencia clara. La ausencia de significación se debió, tal vez, a la alta variabilidad observada entre animales. Housholder y Dollahite (1963) no encontraron una relación directa entre el consumo de oak por terneros y el nivel de ATE en la sangre. Dichos autores observaron que el nivel de ATE en la sangre estuvo relacionado más al nivel de ácido tánico absorbido que a la cantidad oak consumida.

Aunque muchos estudios reportan que los caprinos son mejor clasificados como ramoneadores debido a que sus dietas contienen a menudo 50% o más de arbustos (McMahan, 1964; Sidahmed et al., 1981; Warren et al., 1984); otros los consideran como pastoreadores, debido a que consumen dietas con una alta proporción de gramíneas (Malechek y Leinweber, 1972; Hoppe et al., 1977; Campbell y Johnson, 1983). Este estudio, sin embargo, soporta a aquellos que categorizan a los caprinos como consumidores intermediarios (Pfister y Malechek, 1986; Migongo-Bake y Hansen, 1987), o generalistas oportunistas (Coblentz, 1977), debido a que los animales en este estudio consumieron dietas con porcentajes casi similares en gramíneas y arbustos aún cuando Shinnery oak fue 79% del forraje disponible.

Si bien el objetivo del presente estudio no fue utilizar al ganado caprino

como un medio de control biológico de la decidua shinnery oak con miras a su posterior uso por el ganado vacuno, esta es una posibilidad que podría explotarse. Sin embargo, los beneficios esperados podrían no ocurrir; pues la intensa defoliación de oak induciría a un largo período de defensa química de oak contra el ramoneo por herbívoros incrementando el nivel de taninos y compuestos secundarios relacionados (Miquelle, 1983; Tuomi et al., 1984; Bryant et al., 1987). Tal mecanismo de defensa podría evitar o reducir el ramoneo de shinnery oak por dos o tres años posteriores a la defoliación intensa (Provenza y Malechek, 1984).. Sobre este tópico aún queda mucho trabajo por hacer.

ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) compare botanical diet composition of Angora and Spanish goats foraging sand shinnery oak (Oak) during the summer of 1986 in West Texas; 2) monitor blood levels of tannic acid equivalent (TAE) in goats grazing oak range. Five esophageally-fistulated wether goats of each breed were used. Spanish goats selected ($P < .05$) more oak and forbs, and less grasses than Angora goats. Goats increased ($P < .05$) oak consumption from June (31%) to August (55%), but decreased ($P < .05$) dietary forbs from 23 to 5%. Condensed tannins in oak was 35.9 mg/g throughout the study. TAE was higher ($P > .05$) in Spanish (1.6 ug/ml) than in Angora goats (0.8 ug/ml), and declined ($P > .05$) as the summer progressed.

LITERATURA CITADA

- Bryant, F.C., M.M. Kothmann, y L.B. Merrill. 1979. Diets of sheep, Angora goats, Spanish goats and white-tailed deer under excellent range conditions. *J. Range Manage.* 32:412-417.
- Bryant, J.P., F.D. Provenza, y A. Gobena. 1987. Environmental controls over woody plant chemical defenses: Implications for goat management. Proc. IV International Goat Symposium, Brasilia, Brasil.
- Bryant, J.F., F.S. Chapin III, P.B. Reichardt, y T.P. Clansen. 1987. Response of winter chemical defense in Alaska paper birch and green alder to manipulation of plant carbon/nutrient balance. *Oecologia* 72:510-514.
- Campbell, E.G., y R.L. Johnson. 1983. Food habits of mountain goats, mule deer, and cattle on Chopaka Mountain, Washington, 1977-1980. *J. Range Manage.* 36:448-491.
- Coblentz, B.F. 1977. Some range relationships of feral goats on Santa Catalina Island, California. *J. Range Manage.* 30:415-419.

- Cooper, S.M., y N. Owen-Smith. 1985. Condensed tannins deter feeding by browsing ruminants in a South African savanna. *Oecologia* 67:142-146.
- Davis, G.G., L.E. Bartel, y C.W. Cook. 1975. Control of gambel oak sprouts by goats. *J. Range Manage.* 28:216-218.
- Dollahite, J.W., R.F. Pigeon, y B.J. Camp. 1962. The toxicity of gallic acid, pyrogallol, tannic acid and *Quercus havardii* in the rabbit. *Am. J. Vet. Res.* 23:1264-1266.
- du Toit, P.F. 1972. The goat in a brush-grass community. *Proc. Grassl. Soc. Sth. Afr.* 7:44-50.
- Grant, S.A., D.E. Suckling, H.K. Smith, L. Torvell, T.D.A. Forbes, y J. Hodgson. 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: The hill grasslands. *J. Ecol.* 73:987-1004.
- Hansen, D., J.A. Pfister, y J.C. Malechek. 1987. Small Ruminants: Surgical establishment and maintenance of esophageal fistulae. *Int. Goat and Sheep Res.* (in press).
- Harker, K.W., D.T. Torrell, y G.M. Van Dyne. 1964. Botanical examination of forage from esophageal fistulas in cattle. *J. Anim. Sci.* 23:465-469.
- Hoppe, P.P., S.A. Qvortrup, y M.H. Woodford. 1977. Rumen fermentation and food selection in East African sheep, goats, Thomson's gazelle, Grant's gazelle and impala. *J. Agr. Sci.* 89:129-135.
- Horner, J., R.G. Cates, y J. Gosz. 1987. Tannin, nitrogen, and cell wall composition of green vs. senescent Douglas-fir foliage: Within and between-stand differences in stands of unequal density. *Oecologia* 72:515-519.
- Housholder, G.T., y J.W. Dollahite. 1963. Some clinical biochemical changes in the blood serum of calves fed *Quercus havardii*. *Southwest. Vet.* 16:107-113.
- Huston, J.E. 1978. Forage utilization and nutrient requirements of the goat. *J. Dairy Sci.* 61:988-993.
- Huston, J.E., B.S. Rector, L.B. Merrill, y B.S. Ingdall. 1981. Nutritive value of range plants in the Edward Plateau region of Texas. *Texas Agr. Expt. Sta. Bull.* 1357.
- Malechek, J.C., y C.L. Leinweber. 1972. Chemical composition and in vitro digestibility of forage consumed by goats on lightly and heavily stocked ranges. *J. Anim. Sci.* 35:1014-1019.
- McMahan, C.A. 1964. Comparative food habits of deer and three classes of livestock. *J. Wildl. Manage.* 28:798-808.
- Merrill, L.B. 1975. The role of goats in biological control of brush. *Beef Sci. Handbook* 12:372-376.

- Merrill, L.B., y C.A. Taylor. 1976. The role of goats in biological control of brush. *Beef Sci. Handbook* 12:372.
- Migongo-Bake, W., y R.M. Hansen. 1987. Seasonal diets of camels, cattle, sheep, and goats in a common range in eastern Africa. *J. Range Manage.* 40:76-79.
- Miquelle, D.G. 1983. Browse regrowth and consumption following summer defoliation by moose. *J. Wildl. Manage.* 47:17-24.
- Mosesson, E., B. Norberg, H. Rosenqvist, y F. Wahlgren. 1947. On the toxic effect of tannic acid with reference to the treatment of burns. *Acta Physiol. Scand.* 14:144-157.
- Pfister, J.A., y J.C. Malechek. 1986. Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of northeastern Brazil. *J. Range Manage.* 39:24-28.
- Pidgeon, R.F., B.J. Camp, y J.W. Dollahite. 1962. Oral toxicity and polyhydroxyphenol moiety of tannin isolated from *Quercus havardii* (shin oak). *Am. J. Vet. Res.* 23:1268-1272.
- Provenza, F.D., y J.C. Malechek. 1984. Diet selection by domestic goats in relation to blackbrush twig chemistry. *J. Appl. Ecol.* 21:831-841.
- SAS Users Guide:Statistics. 1985. SAS Institute, Inc., Cary, N.C.
- Sidahmed, A.E., J.G. Morris, y S.R. Radosevich. 1981. Summer diet of Spanish goats grazing chaparral. *J. Range Manage.* 34:33-35.
- Steel, R.D.G., y J.H. Torrie. 1980. *Principles and Practices of Statistics* (2nd Ed.). McGraw-Hill Book Co., New York.
- Taylor, G. 1975. Spanish versus Angora goats in controlling browse. *The Ranch Magazine*.
- Tuomi, J., P. Niemala, E. Haukioja, S. Siren, y S. Neuvonen. 1984. Nutrient stress: An explanation for plant anti-herbivore response to defoliation. *Oecologia* 61:208-210.
- USDA. 1964. Soil survey of Yoakum county, Texas. *Agr. Expt. Sta. Series 1960*, No. 15.
- Warren, L.E., D.N. Ueckert, M. Shelton, y A.D. Chamrad. 1984. Spanish goat diets on a mixed-brush rangeland in the south Texas Plains. *J. Range Manage.* 37:340-342.

CONSUMO DE FORRAJE Y NUTRICION EN CAPRINOS DE RAZA ANGORA Y ESPAÑOLA PASTOREANDO SAND SHINNER OAK (Quercus havardii) EN EL OESTE DE TEXAS.

F. Villena y J. A. Pfister

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron: 1) comparar la calidad de la dieta y consumo entre cabras de la raza Angora y Española pastoreando áreas con predominancia de sandshinner oak (oak) durante el verano de 1986 en el Oeste del Estado de Texas y 2) estudiar los niveles de nitrógeno uréico (NU) en cabras pastoreando oak áreas. Cabras machos castrados, fistulados en el esófago fueron usados. El consumo fue determinado usando la relación, excreción total de heces: indigestibilidad. La digestibilidad de la dieta seleccionada fue similar entre razas, y declinó ($P < 0.05$) a medida que la estación avanzó. El nivel de proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido y lignina en la dieta fueron similares entre razas y permanecieron constantes durante el estudio. NU no fue diferente entre razas e incrementó ($P < 0.05$) a medida que el verano progresó. El consumo de materia orgánica (CMO) incrementó ($P < 0.05$) a medida que la estación avanzó. CMO fue 0.9, 1.2 y 1.4% del peso vivo para la raza Angora y 0.9, 1.5 y 1.8% para la raza Española, en Junio, Julio y Agosto, respectivamente.

El conocimiento sobre la cantidad y calidad nutritiva del forraje ingerido por los animales en pastoreo es de suma importancia para identificar los factores que estarían limitando la producción ganadera. La subóptima producción animal bajo condiciones de pastoreo en praderas naturales es el resultado de muchos factores (Hodgson, 1982; Allison, 1985), de los cuales el consumo de nutrientes es probablemente el más limitante (Allison, 1985). El consumo voluntario en rumiantes en pastoreo es dependiente de factores intrínsecos tanto de la planta como del animal (Córdova et al., 1978; Allison, 1985).

Una de las propiedades del forraje que directamente influye en el consumo voluntario es la digestibilidad (Balch y Campling, 1962). Recientemente se ha enfocado la atención en la inhibición de la capacidad digestiva en rumiantes

Villena y Pfister son actualmente profesor de la Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque e Investigador del Poisonous Plant Research Laboratory, Logan-Utah 84321, respectivamente.

El fondo económico para esta investigación fue proveído por la Misión Peruana de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos de America (USAID-Perú). Los autores aprecian la cooperación de Randy Beasley, quien proporcionó el campo necesario para este estudio, y la asistencia de Felipe San Martín, Bill Dahl, Fred Bryant, Gretchen Scott, Mouslin Maiga y Greg Reeves.

por parte de los metabolitos secundarios de las plantas, los cuales parecen influir sobre el consumo de forrajes bajo situaciones de ramoneo (McLeod, 1974; Provenza y Malechek, 1984; Jung y Vogel, 1986).

Bryant et al. (1980) compararon el valor nutritivo de las dietas seleccionadas por caprinos de las razas Angora y Española en una pastura de condición excelente en la región de Edwards Plateau en Texas. Dichos autores encontraron que si bien los valores proteicos de las dietas seleccionadas eran aceptables para mantenimiento, los valores energéticos podrían no ser suficientes, especialmente cuando las dietas tenían un alto porcentaje de Plateau oak (Quercus virginiana var fusiformis). Aunque se han cuantificado los requerimientos nutricionales de caprinos (Huston, 1978; NRC, 1981), no se han hecho trabajos de caracterización de la dieta de caprinos pastoreando sand shinnery oak (Quercus havardii). Existen áreas que ocupan aproximadamente 2.3 millones de hectáreas en el Sur Oeste de los Estados Unidos. Asimismo, debido a las variaciones genotípicas en la selección de la dieta (Pfister y Malechek, 1966a), el presente trabajo se planteó para determinar la calidad nutritiva de la dieta seleccionada y consumo voluntario en caprinos de las razas Angora y Española en áreas de sand shinnery oak. Además, se evaluó las interacciones entre el nivel de nutrientes y el nivel de taninos condensados en esta especie de planta.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El estudio se condujo entre Junio y Agosto de 1986 en cuatro ha de pastura dominada por sand shinnery oak (Quercus havardii) y localizada a 24 km Norte y 10 km Oeste de Plains (33° 23'52"N y 102° 46'38"O), en la parte central del poblado de Yoakum, Texas. Desde 1940 la pastura utilizada para este estudio fue pastoreada por ganado vacuno, usando 19 ha por unidad animal. El sitio fue de nivel topográfico plano y con suelos de arenas profundas, principalmente de serie Brownfield (USDA, 1964).

El clima suele ser templado a caluroso y semiárido (USDA, 1964). Tanto la precipitación como la temperatura fluctúan ampliamente. La precipitación anual promedio es 48 cm, de los cuales aproximadamente el 80% ocurre de Mayo a Octubre. Durante este estudio, sin embargo, la precipitación recibida (28 cm) excedió el promedio para Junio a Agosto (18 cm) en 55.5%. La temperatura promedio

diaria es 4°C en Diciembre y 26°C en Julio.

Sand shinnery oak (Quercus havardii) fue la especie dominante del sitio experimental, la cual estuvo asociada a otras especies tales como sand blue-stem (Andropogon halli), little bluestem (Schizachyrium scoparium), sand dropseed (Sporobolus cryptandrus) y treeawn (Aristida sp.). También se encontraron algunas herbáceas como ragweed (Ambrosia psilostachya), milkweed (Euphorbia fendleri) y threadleaf groundsel (Senecio riddellii). Sand sage (Artemisia filifolia), pricklypear (Opuntia sp.) y small soapweed (Yucca glauca) estuvieron presentes en el sitio, pero en muy baja proporción.

MATERIALES Y METODOS

Diez caprinos castrados de aproximadamente 2 años de edad y 31 kg de peso vivo (5 de raza Angora y 5 de raza Española) fueron fistulados al esófago usando la técnica descrita por Hansen et al. (1987). Luego de la fistulación así como entre los períodos mensuales de colección, los animales fueron alimentados con heno de alfalfa de buena calidad o con alfalfa granulada. Después de un período de 7 días de adaptación a la pastura en cada uno de los meses de muestreo (junio, Julio y Agosto), se tomaron muestras de extrusa vía fístula esofageal durante 5 días consecutivos a las 07:00 h. Las muestras colectadas se mezclaron manualmente, dividiéndolas en dos partes y congelándolas de inmediato. Los animales continuaron pastoreando hasta las 19:00 h para ser luego encerrados en el corral sin alimento, en preparación para el muestreo del día siguiente y para evitar el ataque de predadores. A través de todo el estudio los animales tuvieron agua limpia y sales minerales a discreción.

Las muestras de extrusa de cada animal fueron mezcladas por período, secadas en frío y molidas en molino Wiley para pasar zaranda de 1 mm de criba. En alícuotas de cada muestra compuesta por animal-período se hicieron determinaciones de materia seca, materia orgánica, proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA), lignina (LIG) y digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO). La materia seca se determinó secando las muestras a 105°C por 24 horas, y la materia orgánica calcinándolas a 550°C por 4 horas (AOAC, 1980). La PC se determinó mediante el procedimiento de Microkjeldahl usando un titulador automático. Los análisis de FDN y FDA se hicieron de

acuerdo al procedimiento secuencial de fibra (Van Soest y Robertson, 1980), y LIG siguiendo las recomendaciones dadas por Goering y Van Soest (1970). La DIVMO se determinó mediante el procedimiento de dos fases de Tilley y Terry (1963). El licor ruminal para la DIVMO se obtuvo de caprinos fistulados al rumen de las mismas razas en estudio, pastoreando la misma área en la que se tomaron las muestras de dieta.

Diez caprinos castrados de aproximadamente 2 años de edad y 31 kg de peso vivo (5 de la raza Angora y 5 de la raza Española) fueron entrenados para usar bolsas colectoras de heces similar a las descritas por Pfister (1985). La colección de heces se hizo simultáneamente con el muestreo de extrusas para determinación de calidad de dieta. Durante los últimos días de los meses de Junio, Julio y Agosto de 1986 se hicieron las colecciones diarias de heces durante 5 días consecutivos, después de un período de 7 días de adaptación a la pastura. Diariamente se pesaron las heces excretadas por cada animal y se tomaron muestras representativas para efectuar las determinaciones de materia seca y materia orgánica (AOAC, 1980), siguiendo los mismos procedimientos descritos para las muestras de extrusa.

El consumo de materia orgánica (CMO) se calculó usando la relación excreción fecal:indigestibilidad (Córdova et al., 1978). El valor de DIVMO para estimar la indigestibilidad fue el promedio de digestibilidad de las extrusas de los 5 animales de cada raza. Tanto los animales fistulados como los colectores de heces estuvieron pastoreando la misma área simultáneamente.

El CMO se calculó como porcentaje del peso vivo (%PV), de acuerdo a lo sugerido por Van Soest (1982), y en gramos de materia orgánica consumida por kg de peso metabólico ($g/kgPV^{.75}$), de acuerdo a lo indicado por Córdova et al. (1978). El consumo de energía se calculó usando la constante de 4.62 Mcal/kg de materia orgánica digerible consumida (NRC, 1981).

Al final de cada período de muestreo se tomaron muestras de sangre por punción de la vena yugular para determinar el contenido de nitrógeno-urea (NU) en suero sanguíneo. Separadas las muestras de suero, éstas se guardaron en congelador a $-40^{\circ}C$ hasta el momento de efectuar los análisis siguiendo el procedimiento modificado de Fawcett y Scott (1960).

Para probar la hipótesis de que tanto la calidad de dieta como el consumo

no eran influenciados por la raza se utilizó el diseño experimental completamente al azar con arreglo en parcelas divididas. La raza fue el factor principal. Los datos se analizaron mediante computación usando el modelo lineal generalizado (MLG) de SAS (SAS, 1985). Cuando se obtuvo significación a nivel de probabilidad de 0.05, los promedios de efecto simple se separaron mediante la prueba de la Diferencia Límite de Significación (DLS) de Fisher (Steel y Torrie, 1980). Los datos de contenido de NU en suero sanguíneo se analizaron estadísticamente mediante pruebas de t a nivel de 0.05 de probabilidad (Steel y Torrie, 1980)

RESULTADOS

El contenido de PC de las dietas seleccionadas por caprinos de las razas Angora y Española fueron similares ($P > .05$) (Cuadro 1), permaneciendo relativamente constantes a través de los meses de estudio. No se encontraron interacciones entre raza x período ($P > 0.05$).

Los caprinos Angora seleccionaron dietas ligeramente más altas ($P > .05$) en FDN que los de la otra raza. Los niveles de FDN permanecieron casi constantes a través de los períodos de estudio (Cuadro 2). Al igual que lo observado con FDN, las dietas seleccionadas por la raza Angora tuvieron mayor ($P < .05$) contenido de FDA. De Junio a Agosto la FDA de las dietas de ambas razas no varió significativamente ($P > 0.05$). Igualmente, los contenidos de LIG en las dietas de ambas razas fueron similares ($P > .05$), e incrementaron ligeramente ($P > .05$) con el avance de la estación.

La DIVMO de la dieta de Angora fue similar ($P > .05$) a la de la raza Española (Cuadro 3), decreciendo ($P < .05$) ésta de Junio a Agosto (Cuadro 3). Hubieron diferencias significativas ($P < .05$) entre períodos (meses), pero no se detectaron interacciones entre raza x período.

El consumo voluntario incrementó con el progreso de la estación, encontrándose una significativa interacción ($P < .0001$) entre raza x período. Ambas razas incrementaron ($P < .05$) su CMO de Junio a Agosto (Cuadro 4). Aunque tanto la raza Angora como la raza Española tuvieron el mismo consumo en Junio, esta última tuvo un mayor consumo en Julio y Agosto.

El consumo de energía digestible (CED) se muestra en el Cuadro 4. No hubo

Cuadro 1. Proteína cruda de la dieta seleccionada por caprinos de las razas Angora y Española pastoreando sand shinnery oak en Junio, Julio y Agosto de 1986 (% base seca).

Raza	Período de colección			Promedio ³
	Junio	Julio	Agosto	
Angora	8.8 ¹ ± .20 ²	8.3 ± .21	8.8 ± .31	8.6 ^a ± .15
Española	9.4 ± .23	8.1 ± .36	9.0 ± .54	8.8 ^a ± .26
Promedio ⁴	9.1 ^a ± .18	8.2 ^b ± .20	8.9 ^a ± .30	

1 Promedio porcentual.

2 Error estandar.

3 Promedios en la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05).

4 Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05).

Cuadro 2. Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA) y Lignina (LIG) en dietas seleccionadas por caprinos Angora y Españoles pastoreando sand shinnery oak en Junio, Julio y Agosto de 1986 (% base seca).

Mes	FDN			FDA			LIG		
	Angora	Española	Promedio ³	Angora	Española	Promedio ³	Angora	Española	Promedio ³
Junio	55.7 ¹ ± 2.3 ²	52.1 ± 2.0	53.9 ^a ± 1.7	39.9 ± 1.7	37.8 ± .9	38.9 ^a ± .9	10.5 ± .6	11.0 ± .4	10.8 ^a ± .3
Julio	56.9 ± 1.7	52.6 ± 2.1	54.8 ^a ± 1.5	41.8 ± 1.7	38.4 ± .7	40.1 ^a ± 1.0	11.7 ± 1.1	11.1 ± .8	11.4 ^a ± .7
Agosto	55.5 ± 2.5	52.7 ^a ± 1.3	54.1 ^a ± 1.4	39.7 ± 1.8	37.5 ± .8	38.6 ^a ± 1.0	11.9 ± .4	11.9 ± .3	11.9 ^a ± .2
Promedio ⁴	56.0 ^a ± 1.2	52.4 ^a ± 1.0		40.5 ^a ± 1.0	37.9 ^a ± .5		11.4 ^a ± .5	11.3 ^a ± .3	

1 Promedio porcentual.

2 Error estandar.

3 Promedios en la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

4 Promedios en la misma fila para cada fracción seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

Cuadro 3. Digestibilidad in vitro de la materia orgánica de las dietas seleccionadas por caprinos pastoreando sand shinnery oak en Junio, Julio y Agosto de 1986 (% base seca).

Mes	Angora	Española	Promedio ³
Junio	52.7 ¹ ± 2.87 ²	47.0 ± .89	49.9 ^a ± 1.61
Julio	45.0 ± 2.23	45.1 ± 1.24	45.1 ^b ± 1.20
Agosto	46.4 ± 1.97	43.7 ± 1.78	45.1 ^b ± 1.33
Promedio ⁴	47.7 ^a ± 1.52	45.3 ^a ± .81	

1 Promedio porcentual.

2 Error estandar.

3 Promedios en la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05).

4 Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05).

Cuadro 4. Consumo diario de materia orgánica como porcentaje de peso vivo (PV, %) y peso metabólico (g/kgPV^{.75}) y energía digestible (CED) en caprinos de raza Angora y Española pastoreando sand shinnery oak en Junio, Julio y Agosto de 1986.

Consumo	Angora			Española		
	Junio	Julio	Agosto	Junio	Julio	Agosto
PV, %	0.9 ^a ± 0.07 ²	1.2 ^b ± 0.07	1.4 ^c ± 0.07	0.9 ^a ± 0.04	1.5 ^c ± 0.05	1.8 ^d ± 0.09
g/kgPV ^{.75}	23.2 ^a ± 1.06	28.3 ^b ± 1.64	34.5 ^c ± 1.80	22.3 ^a ± 1.40	36.6 ^c ± 1.27	43.6 ^d ± 2.32
CED, Mcal/día	0.9 ^{ab} ± 0.06	0.9 ^{bc} ± 0.04	1.1 ^{cd} ± 0.06	0.7 ^a ± 0.09	1.1 ^{bcd} ± 0.11	1.2 ^d ± 0.14

¹ Promedio.

² Error estandar.

a,b,c,d Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

diferencia ($P > .05$) en el CED entre razas en cada período de estudio. Los Angora tuvieron similar ($P > .05$) CED en Junio y Julio, incrementándose éste ($P < .05$) en Agosto. Tendencia similar tuvieron los de raza Española.

El promedio general del nivel de NU no fue diferente ($P > .05$) entre razas (Cuadro 5), pero el nivel aumentó ($P < .05$) de Julio a Agosto. Aunque el contenido de NU incrementó en ambas razas con el progreso de la estación, tales incrementos fueron significativos ($P < .05$) sólo para la raza Angora.

DISCUSION

El estudio mostró que tanto la raza Angora como la Española, pastoreando en la comunidad vegetal de sand shinnery oak, seleccionaron dietas con similar contenido de PC. Aunque los valores encontrados fueron menores al 11% señalado por Bryant et al. (1980) para las mismas razas pastoreando en un pastizal de excelente calidad en Edwards Plateau (Texas), tales valores son cercanos a los indicados por López y Stuth (1984) para caprinos pastoreando durante el verano (10%). Sidahmed et al. (1981) también señalaron que cabras pastoreando una zona de chaparral en California seleccionaron dietas con 8.6% de PC durante el verano, porcentaje similar al encontrado en el presente estudio.

Aparentemente los porcentajes de PC de las dietas seleccionadas podrían satisfacer los requerimientos de mantenimiento (NRC, 1981; Devendra y Burns, 1983) de caprinos pastoreando la comunidad de shinnery oak durante la estación de verano. Sin embargo, considerando el nivel de PC de la dieta y el consumo, la cantidad diaria de PC consumida no alcanzaría a cubrir los requerimientos de mantenimiento y actividad media de los animales, particularmente al inicio del verano cuando el consumo fue bajo. Además, el contenido de taninos en oak podría haber afectado la digestibilidad de la proteína, reduciendo de esta manera los niveles de proteína disponible por debajo de los niveles de mantenimiento.

Las dietas seleccionadas por caprinos Angora fueron ligeramente más altas en FDN que aquellas seleccionadas por los animales de la otra raza. Los valores de FDN encontrados en este estudio fueron algo mayores que los señalados previamente para caprinos pastoreando chaparral en California (Sidahmed et al., 1981) o en la región de Edwards Plateau en Texas (Malechek y Leinweber, 1972).

Cuadro 5. Nitrógeno-urea (mg/100 ml) en suero sanguíneo de caprinos pastoreando sand shinnery oak en Julio y Agosto de 1986.

Mes	Angora	Española	Promedio
Julio	10.6 ^{aa} ^{1,2} ± .74	11.1 ^{aa} ± .54	10.8 ^A ± .44
Agosto	15.2 ^{ab} ± 1.50	12.9 ^{aa} ± .72	14.0 ^B ± .85
Promedio	12.8 ^a ± .94	11.9 ^a ± .46	

¹ Promedios en la misma fila seguidos por diferente letra minúscula son estadísticamente diferentes (P<0.05).

² Promedios en la misma columna seguidos por diferente letra mayúscula son estadísticamente diferentes (P<.05)

La mayor DIVMO de las dietas seleccionadas por la raza Angora, en comparación con la raza Española, pudo haber sido una reflexión de su mayor selectividad (Villena, 1987). La DIVMO fue más baja en Julio y Agosto comparada con los valores de Junio. Van Soest (1982) ha señalado que a medida que la estación progresa, el forraje madura, el contenido de paredes celulares aumenta y la digestibilidad generalmente disminuye. En este estudio la DIVMO decreció de Junio a Julio, aún cuando el contenido de paredes celulares no cambió significativamente. Un factor que pudo haber contribuido a decrecer la digestibilidad podría haber sido el alto consumo de oak, especie de baja digestibilidad y alto contenido de lignina. Wilson et al. (1975) han indicado que las paredes celulares de arbustos son altamente lignificadas alcanzando algunas veces valores superiores al 15%. Altos contenidos de lignina o tejidos lignificados están asociados con baja digestibilidad (Van Soest, 1982). López y Stuth (1984) y Pfister y Malechek (1986b) también encontraron que la DIVMO de las dietas seleccionadas por caprinos tendía a decrecer con el incremento en la proporción de arbustos consumidos.

Muy poca investigación se ha hecho para determinar el consumo voluntario en caprinos bajo condiciones de pastoreo libre. Pfister y Malechek (1986b) señalaron en caprinos, pastoreando un bosque de especies arbustivas deciduas en el Nor-Este del Brazil, un consumo de 2.1% de su peso vivo. McCammon-Feldman (1980) halló un consumo de materia orgánica de 2.3% del peso vivo en caprinos nicaraguenses. Si bien los resultados encontrados en este estudio son algo más bajos que los indicados por los autores antes mencionados, las condiciones ambientales tales como clima y vegetación fueron diferentes.

Aunque el CMO y CED no fueron diferentes entre razas, tales consumos aumentaron con el progreso de la estación. A pesar de la disminución de la DIVMO el CMO aumentó con el avance del verano. La adaptación de los animales a los taninos de la dieta (Robbins et al., 1987) y un probable incremento de prolina en la secreción salival, podrían haber influenciado el CMO con el avance de la estación. Se ha demostrado que la prolina de la saliva (Mehanso et al., 1983) tiene una alta afinidad por los taninos, reduciendo la disponibilidad de estos compuestos para ligar la proteína en el tracto intestinal (Cooper y Owen-Smith, 1985; Asquith y Buttler, 1986), evitando el decrecimiento de la DIVMO el CMO aumentó con el avance del verano. La adaptación de los animales a los taninos de

la dieta (Robbins et al., 1987) y un probable incremento de prolina en la secreción salival, podrían haber influenciado el CMO con el avance de la estación. Se ha demostrado que la prolina de la saliva (Mehanso et al., 1983) tiene una alta afinidad por los taninos, reduciendo la disponibilidad de estos compuestos para ligar la proteína en el tracto intestinal (Cooper y Owen-Smith, 1985; Asquith y Buttler, 1986), evitando el decrecimiento de la actividad microbiana y digestibilidad de la proteína (Van Soest, 1982; Jung y Fahery, 1983), factores que podrían haber ayudado a incrementar el CMO con el progreso de la estación.

La adaptación de los animales a la compleja comunidad vegetal de shinnery oak también pudo haber influido en los resultados para cada período. Aunque los animales tuvieron un período de 7 días de adaptación a la pastura antes de cada período de muestreo, ellos pudieron haberse adaptado lentamente a esta comunidad de plantas. Además, la ausencia de experiencia en ramoneo de shinnery oak al comienzo de este estudio pudo haber influido en el bajo consumo de forraje en Junio comparado con los meses de Julio y Agosto. Hodgson (1982) ha señalado que la lenta adaptabilidad de los animales a la comunidad de plantas, así como la ausencia de experiencia previa son factores que influyen el consumo voluntario de animales al pastoreo.

El consumo de energía digestible aumentó con el avance de la estación, pero fue más bajo que lo señalado por el NRC (1981) para mantenimiento y actividad media de caprinos en condiciones de pastizal (2.38 Mcal/día). Pfister y Malechek (1986b) indicaron un CED de 1.3 Mcal/día para caprinos en el Brasil. Mayores CED (3.4 a 5.6 Mcal/día) que los encontrados en este estudio fueron señalados por Griego (1977) para caprinos pastoreando un pastizal nativo en la región del pre-Sahara en Tunez.

Los niveles de NU aumentaron con el avance del verano, aunque tales incrementos fueron significativos sólo para caprinos Angora. Igualmente Housholder y Dollahite (1963) encontraron un incremento de los niveles de NU en terneros alimentados con shinnery oak. Los niveles de NU deben considerarse en relación a los niveles de PC y energía de la dieta (Kirkpatrick et al., 1975; Richardson, 1984). La relación PC:Energía consumida (g/día;Mcal/día) fue 1.03, 1.11 y 1.43 para Junio, Julio y Agosto, respectivamente, ocurriendo un mayor consumo de PC que la energía a medida que la estación avanzó. Aparentemente el incremento del consumo oak con el avance de la estación, así como la relación entre PC y

energía consumida influenciaron los niveles de NU en este estudio.

Los caprinos de raza Española parecen haberse adaptado mejor para ramonear shinnery oak. Así, ellos ramonearon en mayor proporción que lo que hicieron los Angora (Villena, 1987) y tuvieron mayores niveles de consumo de forraje durante los mismos períodos. La variación genotípica en consumo y selección de dieta puede ser muy grande entre especies. Igualmente las diferencias en las estrategias de pastoreo entre razas puede ser un importante rasgo de adaptación a medio ambientes altamente estocásticos.

ABSTRACT

The objectives of this study were: 1) compare diet quality and forage intake of Angora and Spanish goats foraging sand shinnery oak (Oak) during the summer of 1986 in West Texas; 2) monitor blood levels of urea nitrogen (BUN) in goats grazing, and oak range. Esophageally-fistulated wether goats were used. Intake was estimated using the total fecal output:indigestibility ratio. Dietary digestibility was similar between breeds and it declined ($P < 0.05$) as the season progressed. Dietary crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and lignin levels were similar between breeds, and remained constant throughout the study. BUN was not different between breeds, increased ($P < 0.05$) as the summer advanced. Organic matter intake (OMI) increased ($P < 0.05$) as the season progressed. OMI was 0.9, 1.2, and 1.4% of body weight for Angora, and 0.9, 1.5, and 1.8% for Spanish goats in June, July and August, respectively.

LITERATURA CITADA

- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *J. Range Manage.* 38:305.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Asquith, T.N. y L.G. Butler. 1986. Interactions of condensed tannins with selected proteins. *Phytochem.* 25:1591.
- Balch, C.C. y R.C. Campling. 1962. Regulation of voluntary intake in ruminants. *Nutr. Abstr. Rev.* 32:669.
- Bryant, F.C., M.M. Kothmann y L.B. Merrill. 1980. Nutritive content of sheep, goat and white-tailed deer diets on excellent condition rangeland in Texas. *J. Range Manage.* 33:410.
- Cooper, S.M. y N. Owen-Smith. 1985. Condensed tannins deter feeding by browsing ruminants in South African savanna. *Oecologia* 67:142.

- Córdova, F.J., J.D. Wallace y R.D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: A Review. *J. Range Manage.* 31:430.
- Devendra, C. y M. Burns. 1983. *Goat Production in the Tropics.* Commonwealth Agricultural Bureau, London.
- Fawcett, J.K. y J.E. Scott. 1960. A rapid and precise method for the determination of urea. *J. Clin. Path.* 13:156.
- Goering, H.K., y P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analysis, Agriculture handbook No. 379. Agricultural Research Service. USDA. Washington, DC.
- Griego, R.C. 1977. Forage selection and nutrition of sheep and goats grazing in the Tunisian Pre-Sahara. M.S. Thesis. Utah State Univ., Logan.
- Hansen, D., J.A. Pfister y J.C. Malechek. 1987. Small Ruminants; Surgical establishment and maintenance of esophageal fistulae. *Int. Goat and Sheep Res.* (in press).
- Hodgson, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by grazing animal. In: J.B. Hacker (Ed.). *Nutritional Limits to Animal Production from Pastures.* pp 153-166. Queensland.
- Housholder, G.T. y J.W. Dollahite. 1963. Some clinical biochemical changes in the blood serum of calves fed *Quercus havardii*. *Southwest. Vet.* 16:107.
- Huston, J.E. 1978. Forage utilization and nutrient requirements of the goat. *J. Dairy Sci.* 61:988.
- Jung, H.G. y G.C. Fahey. 1983. Nutritional implications of phenolic monomers and lignin: A review. *J. Anim. Sci.* 57:206.
- Jung, H.G. y K.P. Vogel. 1986. Influence of lignin on digestibility of forage cell wall material. *J. Anim. Sci.* 62:1703.
- Kirkpatrick, R.L., D.E. Buckland, W.A. Abler, P.F. Scanlon, J.B. Whelan y H.E. Burkhart. 1975. Energy and protein influences on blood urea nitrogen of white-tailed deer fawns. *J. Wildl. Manage.* 39:692.
- Lopes, E.A. y J.W. Stuth. 1984. Dietary selection and nutrition of Spanish goats as influenced by brush management. *J. Range Manage.* 37:554.
- Malechek, J.C., y C.L. Leinweber. 1972. Chemical composition and in vitro digestibility of forage consumed by goats on lightly and heavily stocked ranges. *J. Anim. Sci.* 35:1014.
- McCammon-Feldman, B. 1980. A critical analysis of tropical savanna forage consumption and utilization by goats. Ph.D. diss., Univ. Illinois, Urbana.
- McLeod, M.N. 1974. Plant tannins-their role in forage quality. *Nutr. Abst. Rev.* 44:804.

- Mehansho, H., A. Hagerman, S. Clements, L. Butler, J. Rogler y D.M. Carlson. 1983. Modulation of proline-rich protein biosynthesis in rat parotid glands by sorghums with high tannin levels. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 80:3948.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries No. 15. National Academy of Sciences, National Research Council. Washington, DC.
- Pfister, J.A. 1985. An effective fecal harness for free grazing goats. J. Range Manage. 38:184.
- Pfister, J.A. y J.C. Malechek. 1986a. Dietary selection by goats and sheep in a deciduous woodland of northeastern Brazil. J. Range Manage. 39:24.
- Pfister, J.A., y J.C. Malechek. 1986b. The voluntary intake and nutrition of goats and sheep in the semiarid tropics of northeastern Brazil. J. Anim. Sci. 63:1078.
- Provenza, F.D. y J.C. Malechek. 1984. Diet selection by domestic goats in relation to blackbrush twig chemistry. J. Appl. Ecol. 21:831.
- Richardson, F.D. 1984. The use of biochemical parameters to monitor the nutritional status of ruminants. 3. The influence of energy intake and sampling time on the relation between concentration of urea-nitrogen in the plasma of growing cattle and crude protein content of the diet. Zimbabwe J. Agric. Res. 22:35.
- Robbins, C.T., T.A. Hanley, A.E. Hagerman, O. Hjeljord, D.L. Baker, C.C. Schwartz y W.W. Mautz. 1987. Role of tannins in defending plants against ruminants: reduction in protein availability. Ecol. 68:98.
- SAS Users Guide:Statistics. 1985. SAS Institute, Inc., Cary, North Carolina.
- Sears, W.E., C.M. Britton, D.B. Wester y R.D. Pettit. 1986. Herbicide conversion of a sand shinnery oak (*Quercus havardii*) community: effects on nitrogen. J. Range Manage. 39:403.
- Sidahmed, A.E., J.G. Morris y S.R. Radosevich. 1981. Summer diet of Spanish goats grazing chaparral. J. Range Manage. 34:33.
- Steel, R.D.G. y J.H. Torrie. 1980. Principles and Practices of Statistics (2nd Ed.). McGraw-Hill Book Co., New York.
- Tilley, J.M.A. y R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18:104.
- USDA. 1964. Soil survey of Yoakum county, Texas. Agr. Expt. Sta. Series 1969, No. 15.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B Books, Corvallis, Ore.

- Van Soest, P.J., y J.B. Robertson. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: W.J. Pigden, C.C. Balch and M. Graham (Ed.). Standardization of Analytical Methodology for Feeds: Proceedings of Workshop, Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. IDRC-134e, Ottawa.
- Villena, F. 1987. Nutrition of goats grazing san shinnery oak (Quercus havardii) ranges in west Texas. M.S. Thesis. Texas Tech Univ., Lubbock.
- Wilson, A.D., F.H. Leigh, N.L. Hindley y W.E. Mulham. 1975. Comparison of the diets of goats and sheep on a Casuarina cristata-Heterodendrum oleifolium woodland community in western New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 15:45.

VALOR NUTRITIVO Y PALATABILIDAD EN CAPRINOS DE SAND SHINNERY OAK (Quercus havardii)

F. Villena, J. A. Pfister y F. San Martín

RESUMEN

Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar la digestibilidad y el balance nitrogenado en función de diferentes niveles de oak en la dieta de cabras y 2) determinar el efecto de las fracciones crudas resinosa y fenólica del oak sobre la palatabilidad en cabras. Tres dietas experimentales de shinnery oak-heno de alfalfa fueron suministradas a seis cabras alojadas en jaulas metabólicas. Se usó el diseño de recambio simple. A medida que los niveles de oak incrementó la digestibilidad aparente de materia orgánica, proteína cruda, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido disminuyó ($P < 0.05$). También el nitrógeno digerible y retenido disminuyó ($P < 0.05$) con el incremento de oak en la dieta. El consumo relativo de alfalfa granulada no fue afectado ($P > 0.10$) cuando fue tratado con el compuesto de extracto etéreo del oak. Las cabras consumieron menos ($P < 0.10$) alfalfa granulada tratada con el extracto de metanol del oak que la alfalfa no tratada.

Shinnery oak (Quercus havardii) es un arbusto no deseable de más o menos 1 m de altura que domina cerca de 2.3 millones de hectáreas en los suelos arenosos de los estados del Sur Oeste de los Estados Unidos de Norte América (Sears et al., 1986). Esta especie es relativamente impalatable para el ganado y es poco usada como forraje. Sin embargo, este arbusto representa en ciertas épocas el único forraje disponible en el pastizal, especialmente después de los inviernos secos cuando la producción de gramíneas es escasa. Bajo estas condiciones el ganado es forzado a consumir oak observándose reducidos niveles de producción (Plumb, 1984), intoxicaciones y muerte de los animales (Marsh et al., 1919; Dollahite et al., 1966; Panciera, 1978; USDA, 1980).

Varios estudios (Dollahite, 1961; Fowler y Richards, 1965; Dollahite et al., 1966; USDA, 1980) indican que tanto el ganado vacuno como avino pueden intoxicarse debido a la ingestión de shinnery oak. La sustancia tóxica parece ser el

Villena y San Martín son profesores de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y Universidad Nacional Mayor de San Marcos, respectivamente. Pfister actualmente es Investigador del Poisonous Plant Research Laboratory, Logan, Utah 84321.

El fondo económico para esta investigación fue proporcionado por la Misión Peruana de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos de América (USAID-Perú). Los autores agradecen a USAID-Perú y aprecian la asistencia de Fred C. Bryant, Bill E. Dahl, Gretchen Scott y Mouslin Maiga.

tanino (Dollahite et al., 1962; Pidgeon et al., 1962), un compuesto secundario fenólico que se acumula en altos niveles en muchos arbustos y sirve como mecanismo de defensa contra herbívoros (Freeland y Janzen, 1974).

No todos los animales domésticos son igualmente afectados por los taninos y polifenoles relacionados (Arnold et al., 1980). Davis et al. (1975) encontraron que los caprinos eran efectivos en el control de la arbustiva oak, siendo posible duplicar la capacidad de carga de un pastizal invadido con gamble oak (Quercus gambelii) debido a la inclusión de caprinos en un esquema de pastoreo mixto con vacunos. Nastis y Liacos (1982) y Nastis (1985) reportaron que kermes oak (Quercus coccifera) es una especie consumida en cantidades variables tanto por animales domésticos como silvestres.

Aunque las especies de oak son ramoneadas por caprinos en considerables pero variables proporciones (Davis et al., 1975; Nastis y Liacos, 1982), su valor nutricional no ha sido completamente estudiado. Asimismo, no existe información de los factores de la planta que podrían influir en su palatabilidad para caprinos. Los taninos presentes en arbustos pueden impactar negativamente la palatabilidad en caprinos (Provenza y Malechek, 1984). Los objetivos de este estudio fueron obtener información básica sobre el valor nutritivo de sand shinnery oak en caprinos y determinar los factores químicos involucrados en la palatabilidad de este arbusto.

MATERIALES Y METODOS

Exp.1. Hojas y brotes de san shinnery oak (Quercus havardii) correspondientes a las partes seleccionadas por el ganado caprino fueron cosechadas manualmente desde Junio hasta Setiembre de 1986. El material cosechado fue secado al aire, molido en molino de martillos para pasar zaranda de 5 mm y mezclado con heno de alfalfa molido en la misma forma. Se prepararon 3 dietas experimentales en forma granulada a) 95% heno de alfalfa y 5% melaza de caña (0% oak), b) 70% heno de alfalfa, 5% melaza de caña y 25% shinnery oak (25% oak) y c) 45% heno de alfalfa, 5% melaza de caña y 50% shinnery oak (50% oak). El 5% de melaza se incluyó para facilitar la elaboración de los gránulos. Los gránulos fueron de 2.5 cm de longitud y 0.5 cm de diámetro, preparados usando un mínimo de calor. La composición química nutricional, digestibilidad in vitro de la materia orgánica

(DIVMO) y energía bruta de las raciones experimentales se muestran en el Cuadro 1.

Seis caprinos castrados de aproximadamente 2 años de edad y 41 kg de peso vivo promedio recibieron las dietas experimentales. Los tratamientos fueron conducidos en un ambiente ventilado donde la temperatura varió entre 16 y -5°C .

Cada dieta fue simultáneamente asignada al azar a dos animales cada 12 días, de modo que al finalizar el experimento los 6 animales recibieron todas las dietas experimentales. Después de un período de adaptación de 7 días siguió un período de colección de 5 días. El alimento se suministró diariamente y en una sola vez al día (13:00 h) en una cantidad de 10 a 20% en exceso de lo consumido el día anterior. Durante todo el experimento los animales tuvieron agua limpia y sales minerales a discreción.

Durante el período de colección se colectaron diariamente a la misma hora (13:00 h) heces y orina en depósitos metálicos y baldes de plástico, respectivamente. Después de pesar las heces y determinar el volumen de orina de cada animal se tomaron muestras representativas de 100 g de heces y 25 ml de orina. Tanto las muestras de heces como las de orina se guardaron herméticamente en bolsas de polietileno y frascos de nalgene a -20°C hasta su procesamiento para análisis químicos. Igualmente se tomaron muestras de alimento para análisis químicos y determinación de DIVMO.

Las muestras de heces fueron secadas en frío, y tanto las heces como el alimento se molieron a 1 mm en molino Wiley para análisis de laboratorio. El contenido de materia seca y materia orgánica (MO) del alimento y heces se determinó secando las muestras en estufa a 105°C y calcinándolas luego a 550°C , respectivamente (AOAC, 1980). Para otros análisis químicos las heces se mezclaron por animal y por período de colección. El contenido de nitrógeno en alimento, heces y orina se determinó de acuerdo al procedimiento de Microkjeldahl (AOAC, 1980). Tanto en alimento como en heces se hicieron determinaciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de acuerdo al procedimiento secuencial de fibra (Van Soest y Robertson, 1980); y lignina (LIG) de acuerdo a las recomendaciones dadas por Göering y Van Soest (1970). La energía bruta del alimento y heces se determinó en bomba calorimétrica (Galyean, 1984).

Se determinaron los coeficientes de digestibilidad aparente para MO, pro-

Cuadro 1. Composición química, digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) y energía bruta de las dietas experimentales consumidas por caprinos (base seca).

Fracciones	Niveles de shinnery oak (%)		
	0	25	50
Proteína cruda, %	19.8	18.0	13.9
Contenido celular, %	65.3	64.1	59.0
Fibra detergente neutro, %	34.8	35.9	41.0
Fibra detergente ácido, %	28.3	28.0	33.5
Lignina, %	8.8	11.4	13.0
DIVMO, %	80.6	69.2	60.9
Energía bruta, Mcal/kg	4.4	4.4	4.5

teína cruda (PC), contenido celular (CC), FDN y FDA y nitrógeno. Los coeficientes de digestibilidad para MO y PC de sand shinnery oak puro (100% oak) se calcularon a partir de ecuaciones de regresión lineal, tomando los coeficientes de digestión de MO y PC para los diferentes niveles de shinnery oak en las dietas experimentales. La DIVMO de cada dieta se determinó usando el procedimiento de dos fases de Tilley y Terry (1963). El licor ruminal se obtuvo de un caprino fistulado al rumen, el mismo que estuvo consumiendo las mismas dietas experimentales.

Al final de cada período de colección se tomaron muestras de sangre por punción de la vena yugular. Las muestras de sangre se colectaron en tubos de vidrio y sin aditivos, centrifugándose luego para la obtención del suero sanguíneo. El suero se separó mediante jeringas de plástico siendo luego almacenado en tubos de plástico esterilizados y conservado a -40°C en congelador. En dichas muestras se determinaron nitrógeno-úrea (NU) de acuerdo al procedimiento modificado de Fawcett y Scott (1960); y ácido tánico equivalente (ATE) de acuerdo al procedimiento de Mossesson et al. (1947), modificado por Dollahite et al. (1962).

Se utilizó el diseño experimental de sobre cambio simple, y los datos se evaluaron estadísticamente mediante análisis de varianza. Las comparaciones entre promedios de tratamientos se hicieron usando la prueba de la Diferencia Límite de Significación (DLS) de Fisher (Steel y Torrie, 1980) cuando las pruebas de F resultaron significativas.

Exp. 2. En este experimento se utilizaron 20 kg de shinnery oak, cosechado y utilizado en el Exp. 1. El material se molió en molino Wiley con zaranda de 2 mm de criba. En tal material se hicieron extracciones secuenciales utilizando éter y metanol. El material molido se colocó en un cilindro metálico, adicionándole luego el éter hasta cubrirlo completamente. El cilindro fue tapado herméticamente para evitar la evaporación del solvente. Después de 24 horas el solvente-extracto fue removido para reducir su volumen mediante evaporación del éter residual en el material molido. El material molido fue retornado al cilindro metálico para adicionar el metanol repitiéndose el procedimiento descrito con el éter para la obtención del extracto-metanol.

Gránulos comerciales de heno de alfalfa se asperjaron con el extracto-éter (gránulos tratados) y con éter (gránulos no tratados). Antes de ser ofrecidos a

los animales se permitió que el solvente se evapore de los gránulos durante la noche. El extracto equivalente a 1 kg de shinnery oak seco se asperjó sobre 1 (1X), 0.5 (2X), 0.33 (3X) y 0.25 (4X) kg de gránulos de alfalfa. Esto se hizo tanto con el extracto-éter como con el extracto-metanol. Los seis caprinos Angora usados en el Exp. 1 fueron usados en este experimento. A los animales se les mantuvo en ayuno durante la mañana, suministrándoseles luego simultáneamente 0.5 kg de gránulos tratados y no tratados a las 13:00 h y por 4 días consecutivos, incrementando la concentración del extracto de 1X a 4X. Después de 60 minutos de ofrecidos los gránulos se pesaron los residuos para determinar la cantidad consumida del alimento tratado y no tratado. Los datos de este experimento se analizaron mediante pruebas de t a nivel de 0.10 de probabilidad (Steel y Torrie, 1980). El nivel de taninos condensados en los gránulos se determinó usando un método de astringencia (complejo proteína-tanino) recomendado por Horner et al. (1987).

RESULTADOS

Exp. 1. La digestibilidad de la MO, PC, CC, FDN y FDA decreció ($P < .05$) con el incremento de los niveles de shinnery oak en las dietas (Cuadro 2). La ecuación de regresión para digestibilidad de la MO y PC fueron $Y = 67.317 - .294X$ ($r^2 = .98$; $Sy.x = .57$) y $Y = 77.117 - .598X$ ($r^2 = .90$; $Sy.x = 4.20$), respectivamente. En base a estas ecuaciones de regresión las digestibilidades de la MO y PC para 100% de oak en la dieta fueron 37.9% y 17.3%, respectivamente.

El consumo voluntario de MO, expresado como porcentaje del peso vivo (%PV) o como g por kg de peso metabólico ($g/kgPV^{.75}$) no fue afectado ($P > .05$) por los niveles de oak en las dietas (Cuadro 3). Sin embargo, los consumos de PC y energía decrecieron ($P < .05$) cuando el nivel de oak alcanzó el 50% de la dieta experimental.

El nitrógeno fecal y urinario incrementó ($P < 0.05$) y decreció ($P < 0.05$), respectivamente, con el aumento de oak en las dietas (Cuadro 4). Aunque la cantidad y proporción de nitrógeno aparentemente digerido decrecieron con el incremento de los niveles de shinnery oak (Cuadro 4), la cantidad y proporción de nitrógeno retenido fueron similares ($P > .05$) para las dietas 0% y 25% oak y ambas superiores ($P < .05$) a las obtenidas en la dieta 50% de oak.

Cuadro 2. Coeficientes de digestibilidad aparente (%) de los constituyentes químicos de las dietas experimentales consumidas por caprinos.

Fracciones	Niveles de shinnery oak (%)		
	0	25	50
Materia orgánica	67.1 ^a ± 0.54 ²	60.4 ^b ± 1.64	52.4 ^c ± 2.10
Proteína cruda	75.2 ^a ± 0.59	66.0 ^b ± 1.27	45.3 ^c ± 2.12
Contenidos celulares	77.6 ^a ± 0.48	71.9 ^b ± 0.60	62.8 ^c ± 1.31
Fibra detergente neutro	46.8 ^a ± 1.02	38.3 ^b ± 2.85	35.0 ^b ± 3.04
Fibra detergente ácido	40.6 ^a ± 0.91	29.7 ^a ± 3.50	32.8 ^a ± 3.90

¹ Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

² Error estandar.

Cuadro 3. Consumo voluntario de materia orgánica, proteína cruda y energía digestible de las dietas experimentales consumidas por caprinos.

Consumo	Niveles de shinnery oak (%)					
	0		25		50	
Materia orgánica, % PV ¹	2.6 ^a ± .13 ³	2.9 ^a ± .14	2.9 ^a ± .10			
Materia orgánica, g/kg PV ⁷⁵	67.1 ^a ± 3.67	73.8 ^a ± 4.11	73.3 ^a ± 2.63			
Proteína cruda, g/día	245.5 ^a ± 18.83	245.9 ^a ± 18.74	182.5 ^b ± 8.27			
Energía digestible, Mcal/día	3.6 ^a ± .27	3.5 ^a ± .22	2.9 ^a ± .13			

1 Peso vivo.

2 Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

3 Error estandar.

Cuadro 4. Balance nitrogenado diario en cabras consumiendo las dietas experimentales.

Niveles de oak %	Nitrógeno						
	Consumido, g ¹	Fecal, g	Urinario, g	Aparentemente digerido		Retenido	
				g	%	g	%
0	34 ^{a2} ± 3.01 ³	10 ^a ± 0.94	16 ^a ± 1.46	30 ^a ± 2.10	75 ^a ± 0.70	13 ^a ± 1.20	33 ^a ± 2.41
25	39 ^a ± 3.00	14 ^b ± 1.45	12 ^a ± 0.85	26 ^a ± 1.60	66 ^b ± 1.25	14 ^a ± 1.00	36 ^a ± 1.40
50	29 ^b ± 1.32	16 ^c ± 1.25	7 ^b ± 1.84	13 ^b ± .58	45 ^c ± 2.12	6 ^b ± 1.33	22 ^b ± 4.57

1 Gramos.

2 Promedios en la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

3 Error estandar.

El nivel de NU decreció ($P < .05$) con el incremento de los niveles dietéticos de shinnery oak (Cuadro 5). El ATE no fue detectado en el suero sanguíneo de los animales experimentales.

Exp. 2. Los gránulos asperjados con el extracto-éter tuvieron un bajo contenido de taninos, a diferencia de los tratados con el extracto-metanol, los cuales tuvieron un creciente nivel de taninos a medida que la concentración del extracto-metanol aumentó en los gránulos (de 1X a 4X) (Cuadro 6).

La influencia de los extractos-éter y metanol sobre el consumo relativo de gránulos de alfalfa (Cuadro 7) muestra que a 1X la concentración de extracto-éter los gránulos tratados fueron preferidos a los no tratados. A 3X y 4X de concentración el consumo de gránulos no tratados fue mayor ($P < .10$) que los tratados. No obstante, cuando se consideraron los consumos promedio de todas las concentraciones en estudio no se halló diferencia ($P > .10$) entre gránulos tratados con el extracto-éter y los no tratados. Aunque los gránulos tratados con extracto-metanol fueron menos preferidos que los no tratados a cada nivel de concentración, no se observaron diferencias estadísticas ($P > .05$). Cuando el consumo relativo se comparó usando todas las concentraciones del extracto-metanol juntas, el consumo de gránulos tratados fue menor ($P < .10$) que los no tratados.

A 1X de concentración el consumo relativo de gránulos tratados con el extracto-éter fue mayor ($P < .10$) que los tratados con el extracto-metanol (Cuadro 8). De 2X a 4X de concentración en ambos extractos el consumo relativo de gránulos tratados a cada concentración fue similar ($P > .10$). Los consumos relativos promedios de todas las concentraciones de extracto-éter y extracto-metanol también fueron similares ($P > .10$).

DISCUSION

Los índices nutricionales de las dietas experimentales decrecieron a medida que la proporción de oak aumentó. Esta tendencia se debió a la baja calidad nutricional de shinnery oak comparada con la alfalfa. Como resultado de esto virtualmente la digestibilidad de todos los constituyentes se redujo significativamente. Nastis y Malechek (1981) también encontraron una tendencia similar cuando se añadió oak a una dieta basal. Aparentemente la baja digestibilidad

Cuadro 5. Nitrógeno-úrea en suero sanguíneo de caprinos alimentados con las dietas experimentales.

Niveles de oak %	Nitrógeno-úrea en suero mg/100 ml
0	20.1 ^a ± 0.86 ²
25	15.7 ^b ± 1.04
50	12.7 ^c ± 1.42

¹ Promedios seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.05)

² Error estandar.

Cuadro 6. Contenido de taninos (mg/g) en gránulos de alfalfa tratados con éter-extracto o metanol-extracto de shinnery oak.

Concentración (X)	Gránulos tratados con extracto-éter	Gránulos tratados con extracto-metanol
1X	1.0	7.8
2X	6.5	10.9
3X	3.2	18.2
4X	0.0	29.5
Promedio	2.7	16.6

Cuadro 7. Efecto de diferentes concentraciones (X) de éter-extracto y metanol-extracto de shinnery oak en el consumo de gránulos de alfalfa¹ (g) en caprinos.

Gránulos	Gránulos tratados con extracto-éter					Gránulos tratados con extracto-metanol				
	1X	2X	3X	4X	Todas X	1X	2X	3X	4X	Todas X
No tratados	68.7 ^{e2}	235.8 ^a	335.8 ^a	335.5 ^a	243.2 ^a	275.2 ^a	228.0 ^a	338.5 ^a	311.8 ^a	288.3 ^a
Tratados	366.3 ^b	200.5 ^a	176.7 ^b	214.8 ^b	239.6 ^a	236.2 ^a	230.5 ^a	226.3 ^a	191.0 ^a	221.0 ^b

¹ Consumo permitido en una hora.

² Promedios en la misma columna seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<.10)

Cuadro 8. Efecto del extracto-éter y extracto-metanol de sand shinnery oak en el consumo de gránulos de alfalfa (g) en caprinos.

Concentración %	Extracto-éter		Extracto-metanol	
1X	366.3 ^a	± 49.55 ³	236.2 ^b	± 26.64
2X	200.5 ^a	± 35.30	230.5 ^a	± 29.44
3X	176.5 ^a	± 38.80	226.3 ^a	± 24.14
4X	214.8 ^a	± 42.45	191.0 ^a	± 19.27
Todas las X	239.6 ^a	± 24.94	221.0 ^a	± 12.29

1 Consumo permitido durante una hora.

2 Promedios en la misma fila seguidos por diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < .10$)

3 Error estandar.

de PC de shinnery oak encontrada en este estudio (17.5%) fue resultado del nivel de taninos presentes en oak. Así, McLeod (1974) indicó que los taninos y compuestos secundarios relacionados pueden afectar la digestibilidad de la PC e en diferentes maneras: a través de la formación de complejos estables tanino-proteínas resistentes a la degradación microbial, inhibición enzimática, inhibición microbial, y a través de la reacción con proteínas endógenas de la mucosa intestinal formando complejos compuestos reduciendo la permeabilidad.

El aumento de nitrógeno fecal y decrecimiento de nitrógeno urinario con el incremento de oak es explicado por la menor digestión y retención de nitrógeno en los animales que recibieron altos niveles de oak en las dietas. Estos resultados concuerdan con aquellos señalados por Nastis y Malechek (1981).

Los constituyentes celulares son las partes más nutritivas del forraje debido a su casi completa digestión (Van Soest, 1982). En este estudio la digestibilidad aparente del CC en las dietas con oak fue baja comparada con la dieta control, explicable tal vez por una sobreestimación del CC por efecto de pérdidas metabólicas fecales.

La digestibilidad de la FDN decreció significativamente a medida que el nivel de shinnery oak incrementó en la dieta. Estos resultados son concordantes con los indicados por Nastis y Malechek (1981). La reducción de digestibilidad de FDN y FDA se debió probablemente al efecto negativo de la lignina y taninos, componentes que aumentaron en las dietas a medida que aumentó el nivel de oak. Tanto la lignina como los taninos han sido clasificados como compuestos reductores de la digestibilidad del forraje. Así, la lignina reduce la digestibilidad de las paredes celulares debido a una inhibición enzimática y/o a la formación de uniones lignina-carbohidratos resistentes a las enzimas celulolíticas (Van Soest, 1982). Por otro lado, los taninos pueden reducir la digestión de la celulosa a través de una inhibición microbial y/o la formación de complejos taninos-celulosa (McLeod, 1974; Van Soest y Robertson, 1980).

Los crecientes niveles de shinnery oak en las dietas no influyeron el consumo voluntario, contrario a lo que fue encontrado por Nastis y Malechek (1981) y Nastis (1985) para dos especies de oak. Nastis y Malechek (1981) encontraron que la declinación de la digestibilidad con la incorporación de oak en las dietas basales produjo una significativa reducción en el consumo. Aunque la diges-

ción de la MO declinó en este estudio, el consumo de MO fue similar entre tratamientos. Estos resultados podrían deberse a un corto tiempo de retención de shinnery oak en el tracto digestivo comparado con la alfalfa, lo que permitiría un incremento en el consumo. Se ha señalado que los arbustos tienen paredes celulares delgadas, lo que facilitaría una rápida digestión de los compuestos celulares solubles y un mayor consumo (Holechek, 1983; Holechek y Vavra, 1983). Otro factor que podría haber ayudado a mantener el consumo voluntario a medida que se incrementaba el nivel de oak en la dieta, sería el incremento de la capacidad gástrica. Así, se ha encontrado que otros animales incrementan su capacidad gástrica cuando la calidad del forraje disminuye (McCallum y Galyean, 1985).

La PC y energía consumidas diariamente se redujo a medida que los niveles de oak incrementaron en la dieta. Sin embargo, aún con estas reducciones, la cantidad de PC y energía consumidas satisficrían los requerimientos de mantenimiento, ganancia de peso y producción de fibra (NRC, 1981).

Los niveles de NU encontrados en este estudio fueron más bajos que los hallados por Hoppe et al. (1977), pero se encuentran dentro de los niveles normales indicados para caprinos por Fraser et al. (1986). Las concentraciones de NU decrecieron a medida que los niveles de oak aumentaron en las dietas. La baja digestión del nitrógeno o PC pudo haber reducido la concentración de NU a medida que incrementó el nivel dietético de oak. Altos niveles de PC digestible en la dieta de los animales han sido correlacionados positivamente con los niveles de NU (Preston et al., 1965; Torrel et al., 1974; Kirkpatrick et al., 1975; Seal et al., 1978). No hubo indicación de un elevado nivel de NU debido a afecciones renales por la ingestión de oak (Panciera, 1978). Por otro lado no se detectó ATE en el suero sanguíneo de los animales experimentales indicando que los taninos no fueron absorbidos al torrente circulatorio.

Es importante notar que los consumos relativos promedios de gránulos tratados con extracto-éter y extracto-metanol no fueron diferentes cuando se consideraron todas las concentraciones juntas, aún cuando el nivel de taninos en los gránulos tratados con el extracto-metanol fue mayor que en aquellos tratados con afecciones renales por la ingestión de oak (Panciera, 1978). Por otro lado no se detectó ATE en el suero sanguíneo de los animales experimentales indicando

que los taninos no fueron absorbidos al torrente circulatorio.

Es importante notar que los consumos relativos promedios de gránulos tratados con extracto-éter y extracto-metanol no fueron diferentes cuando se consideraron todas las concentraciones juntas, aún cuando el nivel de taninos en los gránulos tratados con el extracto-metanol fue mayor que en aquellos tratados con el extracto-éter. Se requiere hacer más trabajos en plantas arbustivas para determinar aquellos compuestos específicos que a nivel molecular podrían afectar el consumo.

ABSTRACT

The objective of this study were: 1) determine digestibility and nitrogen balance as a function of different levels of oak in the goat diet, and 2) determine the effect of oak resins and phenol fractions on deterring consumption in goats. Three experimental diets of sand shinnery oak-alfalfa hay (0, 25 and 50% oak) were offered to six goats in metabolic cages. Cross over design was used. Apparent digestibility of organic matter, crude protein, neutral detergent fiber and acid detergent fiber decreased ($P < 0.05$) as oak levels increased in the rations. With increased dietary oak levels, fecal nitrogen increased ($P < 0.05$) and urinary nitrogen decreased ($P < 0.05$). Also, digestible and retained nitrogen declined ($P < 0.05$) with increased levels of dietary oak. Relative consumption of alfalfa pellets was not affected when treated with ether extract compound of oak. Goats ate less alfalfa pellets treated with methanol ($P < 0.10$) than untreated pellets.

LITERATURA CITADA

- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis (13th Ed.). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Arnold, G.W., E.S. de Boer y C.A.P. Boundy. 1980. The influence of odour and taste on the food preferences and food intake of sheep. Australian J. Agr. Res. 31:571.
- Davis, G.G., L.E. Bartel y C.W. Cook. 1975. Control of gambel oak sprouts by goats. J. Range Manage. 28:216.
- Dollahite, J.W. 1961. Shin oak (Quercus havardii) poisoning in cattle. Southwest Vet. 14:198.
- Dollahite, J.W., G.T. Housholder and B.J. Camp. 1966. Oak poisoning in livestock. Texas Agr. Expt. Sta. Bull. 1049.

- Dollahite, J.W., R.F. Pidgeon y B.J. Camp. 1962. The toxicity of gallic acid, pyrogallol, tannic acid and *Quercus havardii* in the rabbit. *Am. J. Vet. Res.* 23:1264.
- Fawcett, J.K. y J.E. Scott. 1960. A rapid and precise method for the determination of urea. *J. Clin. Path.* 13:156.
- Fowler, M.E. y W.P.C. Richards. 1965. Acorn poisoning in cow and sheep. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 147:1215.
- Fraser, C.L., A. Mays, H.E. Amstutz, J. Archibald, J. Armour, D.C. Blood, P.M. Newberne, G.H. Snoeyenbos y R.A. Huebner (Ed.). 1986. *The Merck Veterinary Manual (6th Ed). A Handbook of Diagnosis, Therapy, and Disease Prevention and Control for the Veterinarian.* Published by Merck & Co. Inc.
- Freeland, W.J. y D.H. Janzen. 1974. Strategies in herbivory by mammals: The role of plant secondary compounds. *Amer. Nat.* 108:269.
- Galyean, M. 1984. Techniques and procedures in animal nutrition research. New Mexico State Univ., Department of Range Sciences, Las Cruces.
- Goering, H.K. y P.J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agriculture Handbook No. 379. Agricultural Research Service. USDA. Washington, DC.
- Holechek, J.L. 1983. Comparative nutritional value of grasses, forbs and shrubs for range ruminants: A review. *Agr. Expt. Sta. New Mexico State Univ., Las Cruces.*
- Holechek, J.L. y M Vavra. 1983. Drought effects on diet and weight gains of yearling heifers in northeastern Oregon. *J. Range Manage.* 36:227.
- Hoppe, P.P., S.A. Qvortrup y M.H. Woodford. 1977. Ruminal fermentation and food selection in East African sheep, goats, Thomson's gazelle, Grant's gazelle and impala. *J. Agr. Sci.* 89:129.
- Horner, J., R.G. Cates y J. Gosz. 1987. Tannin, nitrogen, and cell wall composition of green vs senescent Douglasfir foliage: within and between-stand differences in stands of unequal density. *Oecologia* 72:515.
- Kirkpatrick, R.L., D.E. Buckland, W.A. Abler, P.F. Scanlon, J.B. Whelan y H.E. Burkhardt. 1975. Energy and protein influences on blood urea nitrogen of white-tailed deer fawns. *J. Wildl. Manage.* 39:692.
- Marsn, C.D., A.B. Clowson y H. Marsh. 1919. Oak-leaf poisoning of domestic animals. *USDA, Bull.* 767. Washington, DC.
- McCollum, F.T. y M.L. Galyean. 1985. Cattle grazing blue grama rangeland. II. Seasonal forage intake and digesta kinetics. *J. Range Manage.* 38:543.
- McLeod, M.N. 1974. Plant tannins—their role in forage quality. *Nutr. Abstr. Rev.* 44:804.

- Mosesson, E., B. Norberg, H. Rosenqvist y F. Wahlgren. 1947. On the toxic effect of tannic acid with reference to the treatment of burns. *Acta Physiol. Scand.* 14:144.
- Nastis, A.S. 1985. Nutritive value of oak browse (*Quercus coccifera*) foliage at various phenological stages. *European Assc. Anim. Production. Chalkidiki, Greece.*
- Nastis, A.S. y L.G. Liacos. 1982. Consumption, digestion, and utilization by yearling goats of oak (*Quercus coccifera*) foliage at three phenological stages. *Pacific South West Forest and Range Expt. Sta. For. Serv., USDA. Rep. PSW-58, California.*
- Nastis, A.S. y J.C. Malechek. 1981. Digestion and utilization of nutrients in oak browse by goats. *J. Anim. Sci.* 53:283.
- NRC. 1981. Nutrient requirements of goats: Angora, dairy, and meat goats in temperate and tropical countries No. 15. *National Academy of Sciences National Research Council. Washington, DC.*
- Pancierera, R.J. 1978. Oak poisoning in cattle. In: Keeler, R.F., K.R. Van Kampen and L.F. James (Ed.). *Effects of Poisonous Plants on Livestock*, pp 499-506. *Academic Press, New York.*
- Pidgeon, R.F., B.J. Camp y J.W. Dollahite. 1962. Oral toxicity and polyhydroxyphenol moiety of tannin isolated from *Quercus havardii* (shin oak). *Am. J. Vet. Res.* 23:1268.
- Plumb, G.E. 1984. Grazing management following sand shinnery oak control. M. S. Thesis. *Texas Tech Univ., Lubbock.*
- Preston, R.L., D.D. Schnakenberg y W.H. Pfander. 1965. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. *J. Nutr.* 86:281.
- Provenza, F.D., y J.C. Malechek. 1984. Diet selection by domestic goats in relation to blackbrush twig chemistry. *J. Appl. Ecol.* 21:831-841.
- Seal, U.S., L.J. Verme y J.J. Ozoga. 1978. Dietary protein and energy effects on deer fawn metabolic patterns. *J. Wildl. Manage.* 42:776.
- Sears, W.E., C.M. Britton, D.B. Wester y R.D. Pettit. 1986. Herbicide conversion of a sand shinnery oak (*Quercus havardii*) community: Effects on nitrogen. *J. Range Manage.* 39:403.
- Steel, R.D.G. y J.H. Torrie. 1980. *Principles and Practices of Statistics (2nd Ed.)*. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Tilley, J.M.A. y R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104.
- Torres, D.T., I.D. Hume y C.W. Weir. 1974. Factors affecting blood urea nitrogen and its use as an index of the nutritional status of sheep. *J. Anim. Sci.* 39:435.

- USDA. 1980. Plants poisonous to livestock in the Western States. Bull. 415, Logan.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. O. & B. Books, Corvallis, Ore. 374p.
- Van Soest, P.J., y J.B. Robertson. 1980. Systems of analysis for evaluating fibrous feeds. In: W.J. Pigden, C.C. Balch and M. Graham (Ed.). Standardization of Analytical Methodology for Feeds: Proceedings of Workshop, Ottawa, Canada, 12-14 March 1979. Ottawa, Ont.

NOTA TECNICA

ASPECTOS CLIMATICOS EN LA REGION SUR ALTO-ANDINA DEL PERU.

D. Holgado

La influencia del clima en las distintas regiones del Perú afecta la disponibilidad de los recursos forrajeros y por lo tanto la distribución de la ganadería. Gran parte de los pastos naturales permanentes se encuentran en la región de la sierra, ubicándose la crianza de camélidos sudamericanos en la región sur oriente altoandina, a una altitud de 3,800 a 5,000 m sobre el nivel del mar.

En la región sur oriente altoandina se distingue claramente dos épocas; a saber:

- 1.- Época de lluvia, correspondiente a los meses de Noviembre a Abril.
- 2.- Época seca, correspondiente a los meses de Mayo a Octubre.

En la época seca debido a que la planta pasa por un estado de latencia y ha sufrido el marchitamiento de las hojas no pastoreadas y/o ha sido consumida en gran parte a través del pastoreo, el proceso de fotosíntesis es muy limitado. En la región altoandina, el rebrote de las plantas forrajeras nativas perennes coincide con el inicio de lluvias (Noviembre-Diciembre), y depende de las reservas acumuladas en las raíces y coronas; tipo de suelo; temperatura y velocidad del viento, factores éstos que afectan el proceso de evapotranspiración de las plantas.

Estos criterios invitan a los productores a poner atención a los registros que se hacen en las estaciones meteorológicas, especialmente en lo referente a la precipitación pluvial, temperatura máxima y mínima. Estos registros ofrecerán pautas para un mejor manejo de los pastizales y consecuentemente mejoras en el manejo del ganado.

La presente nota técnica presenta los registros de precipitación y temperatura durante 15 años tomados en la Estación Principal de Altura IVITA-La Raya (Cuadros 1, 2 y 3).

Holgado es investigador del Centro de Investigación IVITA-UNMSM.

Cuadro 1. Precipitación pluvial (mm) por meses durante el período de 1973 a 1987.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1973	265.3	150.8	161.2	69.9	20.4	0.0	6.8	5.6	46.4	73.4	77.2	88.5	965.5
1974	181.1	204.0	165.7	69.4	9.5	7.6	0.6	36.2	8.4	38.0	87.0	132.0	939.5
1975	110.3	146.7	166.0	58.2	15.9	0.0	0.0	1.2	37.8	54.7	67.1	146.2	804.1
1976	181.8	117.4	187.3	32.7	13.0	12.0	9.5	15.4	39.1	9.5	34.6	74.7	727.0
1977	112.4	243.1	129.8	24.7	16.0	0.0	5.0	0.0	33.1	37.5	215.2	117.5	934.3
1978	375.9	276.9	131.6	71.0	20.1	0.0	0.0	12.2	48.0	25.5	63.5	191.0	1215.7
1979	206.7	131.1	179.4	94.8	133.0	0.0	0.0	0.0	11.5	56.5	71.6	178.7	1063.3
1980	157.3	123.7	199.5	42.6	31.1	0.0	0.0	0.0	16.0	119.0	120.8	35.5	845.5
1981	54.8	37.5	48.1	21.1	1.2	0.0	0.0	1.0	16.8	78.8	105.5	128.4	493.3
1982	124.0	148.3	223.2	61.8	0.0	4.0	0.0	17.0	10.7	99.9	146.7	80.0	915.6
1983	124.2	148.3	100.6	83.0	5.0	7.8	0.0	1.5	8.3	28.4	12.7	83.8	603.6
1984	292.6	158.4	165.8	81.2	22.6	25.6	3.8	19.5	9.9	131.5	193.5	108.9	1213.3
1985	196.5	166.5	163.3	108.7	43.2	9.1	1.0	0.0	92.5	56.6	148.7	148.0	1134.1
1986	171.6	229.4	192.7	135.8	19.3	0.0	10.4	23.6	56.6	13.2	76.1	141.0	1069.7
1987	270.0	90.2	95.0	44.5	12.2	0.0	17.0	3.5	8.8	55.1	159.0	135.3	890.6
\bar{x}	188.3	158.1	153.9	66.6	24.1	4.4	3.6	9.1	29.6	58.5	105.3	119.3	920.7

Cuadro 2. Temperatura mínima por meses durante el período de 1973 a 1987.

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1973	0.8	2.9	2.3	-1.4	-2.0	-5.0	-5.2	-3.4	0.1	0.1	0.5	0.5	-0.8
1974	2.0	1.8	0.5	0.0	-3.8	-5.1	-4.2	-3.7	-3.1	-0.5	-0.8	1.1	-1.3
1975	0.0	1.9	1.2	0.6	-2.9	-4.0	-6.9	-5.6	-2.2	-1.9	-0.9	1.7	-1.5
1976	2.1	1.0	0.7	-1.3	-2.7	-5.7	-5.7	-4.8	-1.1	-3.0	-2.0	0.5	-1.7
1977	1.2	1.2	1.8	1.0	-4.7	-6.7	-3.2	-6.2	-0.8	-2.0	0.8	1.0	-1.5
1978	1.3	1.3	1.6	-0.4	-3.3	-5.5	-7.2	-3.6	-3.4	-0.2	-0.2	-0.6	-1.8
1979	1.0	0.7	1.0	-0.6	-3.6	-5.5	-6.6	-6.1	-3.4	-0.2	-0.2	-0.6	-1.8
1980	1.4	1.6	1.8	-2.8	-5.2	-6.0	-5.9	-4.5	-2.7	-0.7	-0.4	0.0	-1.8
1981	2.4	2.0	1.3	-0.6	-3.6	-6.9	-6.6	-4.1	-3.0	-0.7	1.6	1.4	-1.4
1982	1.3	2.0	1.7	-0.5	-5.4	-3.7	-6.5	-5.0	-2.6	-0.3	1.5	0.7	-1.6
1983	1.9	2.0	1.3	0.5	-2.9	-3.9	-5.5	-3.7	-1.5	-1.7	-1.4	0.4	-1.2
1984	2.0	3.0	3.7	1.1	-1.9	-2.4	-2.7	-3.4	-3.1	0.2	1.7	1.1	-0.05
1985	1.8	2.6	1.3	1.4	-0.9	-4.1	-6.3	-3.6	-0.8	-0.5	1.2	1.3	-0.5
1986	1.7	2.0	1.9	1.5	-3.8	-4.8	-4.9	-2.1	0.0	-1.1	0.4	1.9	-0.5
1987	2.5	2.4	1.9	0.1	-2.2	-4.6	-4.2	-2.5	-1.2	-0.7	2.1	1.6	-0.4
\bar{x}	1.6	1.9	1.6	0.1	-3.3	-4.9	-5.4	-4.2	-1.9	-0.9	0.3	0.8	-1.3

Cuadro 3. Temperatura máxima por meses durante el período de 1973 a 1987.

151

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
1973	14.5	14.5	14.1	13.9	14.6	14.1	13.3	14.8	14.6	16.1	15.1	13.8	14.5
1974	11.7	12.3	13.3	13.2	14.2	12.8	14.3	11.8	14.4	14.8	15.4	14.3	13.5
1975	12.7	12.4	14.0	15.2	14.4	13.0	13.5	16.2	15.6	15.4	15.8	13.5	14.3
1976	12.5	14.1	14.0	13.4	14.4	13.5	13.8	14.2	13.6	17.3	16.6	15.9	14.4
1977	15.0	13.9	14.4	15.3	15.5	14.0	13.7	15.1	15.0	17.1	14.3	14.6	14.8
1978	13.2	14.6	14.4	14.9	13.6	13.3	13.5	14.2	14.5	15.4	16.3	14.5	14.4
1979	13.4	13.8	13.4	13.8	14.9	14.0	14.1	14.6	16.6	16.3	17.9	13.7	14.7
1980	16.3	14.8	13.7	14.7	15.7	14.3	13.4	14.5	15.3	14.3	15.7	15.8	14.9
1981	15.5	13.0	14.4	12.6	14.4	12.6	13.2	12.4	13.1	14.2	14.9	14.0	13.7
1982	13.0	15.0	13.3	13.1	13.6	12.2	13.1	13.6	13.7	14.4	13.8	15.4	13.7
1983	15.6	15.0	16.3	15.7	15.0	13.0	13.9	14.7	14.3	15.8	16.7	15.1	15.1
1984	11.6	11.6	12.3	13.3	13.5	11.6	12.2	12.4	13.9	13.5	12.5	12.2	12.6
1985	12.8	12.1	13.4	12.3	12.4	10.6	12.0	13.5	13.5	14.2	12.0	12.8	12.6
1986	12.5	11.9	12.7	12.7	12.1	13.7	11.7	12.3	13.2	15.1	15.7	14.3	13.2
1987	12.5	14.1	14.3	14.1	13.2	12.5	12.7	14.9	15.4	15.4	14.5	15.3	14.1
X	13.5	13.5	13.9	13.9	14.1	13.0	13.2	13.9	14.4	15.3	15.1	14.3	14.0

PN-ABM-291 19289

Felipe San Martín
Centro de Investigaciones IVITA
Apartado # 4270
Lima-Perú

Artículo Técnico T-
College of Agricultural Sciences
Texas Tech University, Lubbock
1988

Fred C. Bryant
Department of Range and
Wildlife Management
College of Agricultural
Sciences
Box # 4169/Texas, USA

INVESTIGACIONES SOBRE PASTOS Y PORRAJES
DE
TEXAS TECH UNIVERSITY
EN EL PERU

TEXAS TECH UNIVERSITY

PROGRAMA COLABORATIVO DE APOYO A LA INVESTIGACION
EN RUMIANTES MENORES.

UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT,
GRANT DSAN/XII-G-0049

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
Y AGROINDUSTRIAL.

CENTRO DE INVESTIGACION IVITA, UNMSM

EDITORES

Felipe San Martín

Fred C. Bryant

1988

COLABORADORES

CENTRO DE INVESTIGACION IVITA

Ing. Ramiro Farfán

Dr. Luis Coronado

Ing. Custodio Bojórquez

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

Ing. Francis Villena

INTRODUCTION

The present volume is the fourth in a series reporting research carried out under the auspices of Texas Tech University through the Colaborative Research Small Ruminant Program C.R.S.P. of the United States Agency for International Development, USAID.

This publication results from the efforts of a series of researchers. Special mention is made of the work of Dr. Luis Carlos Fierro, editor of the first three volumes, whose enthusiasm, dedication and understanding of the urgent need to make the information contained in these volumes available to Peruvian researchers have made them a reality. Finally our thanks go to the authors who have contributed to volume four.

Felipe San Martín

Fred C. Bryant

Editors

INTRODUCCION

El presente Volumen IV, es una continuación de las publicaciones de trabajos de investigación sobre manejo de pastos y forrajes realizados en el Perú bajo los auspicios de Texas Tech University, a través 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 América.

Este Volumen, como los anteriores, es producto de los esfuerzos de una serie de investigadores. Mención especial merece la labor realizada por el Dr. Luis Carlos Fierro, editor de los tres primeros volúmenes, ya que gracias a su entusiasmo, dedicación y entendimiento de la enorme importancia de poner a disposición de los investigadores nacionales los resultados de las investigaciones, estos volúmenes son ahora una realidad. Por último, vaya el agradecimiento a los investigadores colaboradores del presente Volumen.

Felipe San Martín
Fred C. Bryant
Editores

CONTENIDO - CONTENTS

	pág.
COLABORADORES. -----	ii
INTRODUCTION -----	iii
INTRODUCCION -----	iv
 CRECIMIENTO RADICULAR Y DE LA PARTE AEREA DE LEGUMINOSAS ANUALES DE INVIERNO USANDO LA TECNICA DE LOS TUBOS INCLINADOS. C.L. Bojór- quez, A.G. Matches y H.M. Taylor -----	1
 Root and top growth of annual legume forages using the slant-tube technique.	
 COMUNIDADES VEGETALES ALTOANDINAS. R. Farfán, T. Huisa, D. Holgado y F. Bryant. -----	20
 Vegetative communities in the high andean region.	
 COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE OVINOS CRIOLLOS Y CRUCES EN PASTURAS CULTIVADAS. L. E. Coronado. -----	37
 Productive and reproductive performance of criollos sheep and crosses in improved pastures.	
 COMPARACIÓN DE LA SELECTIVIDAD Y NUTRICION ENTRE CAMELIDOS SUDAMERI- CANOS Y OVINOS. I. COMPOSICION BOTANICA DE LAS DIETAS DE LLAMA, AL- PACA Y OVINO. F. San Martín, F. Bryant, T. Huisa, R. Farfán y A. Ro- sales.-----	47
 Comparison of selectivity and nutrition in South American Camelids and sheep. I. Botanical composition of the diet in llama, alpaca, and sheep.	
 COMPARACION DE LA SELECTIVIDAD Y NUTRICION ENTRE CAMELIDOS SUDAMERI- CANOS Y OVINOS. II. CONSUMO Y CALIDAD NUTRITIVA DE LAS DIETAS DE LLAMA, ALPACA Y OVINO. F. San Martín, F. Bryant, T. Arbaiza y T. Huisa. -----	65
 Comparison of selectivity and nutrition in South American Camelids and sheep. II. Feed intake and diet quality of llama, alpaca and sheep.	
 COMPARACION DE LAS TASAS DE PASAJE DE LA FASE LIQUIDA Y DE LA FASE SOLIDA EN EL TRACTO DIGESTIVO DE LLAMA Y OVINO. F. San Martín y F. Bryant. -----	84
 Comparison of liquid and particulate passage rate of llama and sheep.	

- DIETA SELECCIONADA POR CAPRINOS PASTOREANDO SAND SHINNERY OAK
(Quercus havardii) EN EL OESTE DE TEXAS. F. Villena, J. A. Pfister,
C. Aguilar, B.E. Dahl y M. Maiga.----- 96
- Diet selectivity in goats foraging sand shinnery oak (Quercus havardii)
in the West of Texas.
- CONSUMO DE FORRAJE Y NUTRICION EN CAPRINOS DE RAZA ANGORA Y ESPAÑOLA
PASTOREANDO SAND SHINNERY OAK (Quercus havardii) EN EL OESTE DE TEXAS.
F. Villena y J.A. Pfister. ----- 112
- Forage intake and nutrition of Angora and Spanish goats foraging sand
shinnery oak (Quercus havardii).
- VALOR NUTRITIVO Y PALATABILIDAD EN CAPRINOS DE SAND SHINNERY OAK
(Quercus havardii). F. Villenas, J.A. Pfister y F. San Martín.----- 129
- Nutritive value and palatability of sand shinnery oak (Quercus havardii)
for goat.
- NOTA TECNICA
Technical Note
- ASPECTOS CLIMATICOS EN LA REGION SUR ALTO-ANTINA DEL PERU. D. Holgado. 148
- Climatic aspects in the highlands of Southern Peru.

CRECIMIENTO RADICULAR Y DE LA PARTE AEREA DE LEGUMINOSAS ANUALES DE INVIERNO
USANDO LA TECNICA DE LOS TUBOS INCLINADOS

C.L. Bojórquez, A.G. Matches y H.M. Taylor

RESUMEN

El establecimiento de las leguminosas, bajo condiciones de secano, es difícil en las regiones semi-áridas y áridas. Un establecimiento muy pobre puede ocurrir cuando la sequedad del suelo va profundizándose más rápido que el crecimiento de las raíces. La siembra de leguminosas que tengan sistemas radiculares que profundicen más rápidamente podrán alternar los problemas de establecimiento. Nuestros objetivos fueron determinar, utilizando los tubos inclinados, si: a) las plántulas de las leguminosas anuales de invierno difieren en su crecimiento radicular, b) las mediciones del crecimiento de la parte aérea de la plántula están relacionadas a la elongación de sus raíces, y c) relaciones similares pueden esperarse de experimentos conducidos en diferentes épocas del año. En tres experimentos de invernadero, 14 leguminosas anuales de invierno (Medicago y Trifolium sp.) se plantaron en tubos acrílicos transparentes (57 x 900 mm). Los tubos fueron inclinados 15° de la vertical, de manera que la raíz principal siga la pared interna del tubo, haciéndose visible para las mediciones de su crecimiento. Tres niveles de N (0, 36, y 72 mg N/l de solución nutritiva) fueron incluidos en el estudio. Los ensayos se llevaron a cabo durante el invierno (60 días), primavera (38 días) y verano (36 días) con las mismas leguminosas. Los experimentos se terminaron cuando alguna raíz alcanzó el fondo del tubo. Las diferencias máximas en crecimiento de las plántulas entre las 14 leguminosas anuales fueron de 40, 44 y 67% para la elongación de la raíz; 68, 80 y 77% para el peso seco de la raíz; y 66, 80 y 80% para el peso seco total en los ensayos de invierno, primavera y verano, respectivamente. Generalmente la fertilización nitrogenada tuvo un efecto muy pequeño en el desarrollo de la raíz. El peso de la parte aérea, la altura de la planta y el número de hojas por plántula a la terminación de los experimentos estuvieron correlacionados con la profundidad de las raíces, pero ninguno fue atribuido por más del 40% (la mayoría menos de 30%) de la variabilidad en profundidad de raíces. Por otro lado, características de la parte aérea de la planta fueron buenos predictores del crecimiento radicular de la plántula. El tamaño de las semillas influyó en el crecimiento de las raíces solo por un período muy corto después de la germinación, teniendo la mayor elongación inicial aquellas con semillas más grandes. Sin embargo, la mayor correlación del peso de la semilla por solo 1/3 de la variabilidad en elongación de las raíces. La profundidad final de las raíces estuvo correlacionada entre los ensayos de invierno y primavera ($r = 0.83$); pero, sus correlaciones con el ensayo de verano fueron menores ($r = 0.69$ y 0.66 ; respectivamente). Las altas temperaturas en el invernadero durante el verano, nos sugieren que han tenido efectos adversos en el crecimiento de las plántulas de algunas de las leguminosas anuales de invierno. La alta variabilidad en el crecimiento de las raíces encontrado entre las leguminosas estudiadas, sugiere que la selección o el tam-

Bojórquez es investigador del Centro de Investigaciones IVITA. Matches y Taylor son profesores del Department of Plant and Soil Science, Texas Tech University.

zado de leguminosas de rápido crecimiento radicular es posible. La técnica de los tubos inclinados es un método rápido y fácil para establecer diferencias en características de las raíces.

Dos épocas muy diferenciadas se presentan en la Sierra del Perú y en las zonas semiáridas y áridas del mundo: Lluvioso y seco. La evaporación de la humedad del suelo produce una capa superficial seca durante la época de sequía. Esta capa seca se va profundizando con el tiempo, pero su avance disminuye con la profundidad del suelo.

El establecimiento y la persistencia de las plántulas es frecuentemente un problema serio en regiones áridas. Sin embargo, se ha podido observar grandes diferencias en el establecimiento y la sobrevivencia durante el invierno de las leguminosas anuales de invierno sembradas en otoño. Parte del problema se debe a que la capa seca, en el suelo, profundiza más rápido que las raíces de las plántulas.

Aplicaciones periódicas de agua de riego puede ser una solución al problema. Estas irrigaciones periódicas impiden que el suelo se seque demasiado profundo y que se produzca deficiencia de humedad en las plántulas. Otra solución es sembrar semillas cuyos sistemas radiculares profundicen lo suficientemente rápidos que le permitan mantener buena cantidad de raíces en suelo húmedo para satisfacer sus requerimientos y transpiración. Muchos experimentos han mostrado que existen diferencias entre y dentro de las especies, en crecimiento de raíces, cuando son comparados bajo las mismas condiciones ecológicas (Taylor et al., 1970). También, otros experimentos han mostrado que diferentes condiciones de suelo afectan el crecimiento radicular de una selección específica (Hamblin y Hamblin, 1985). Finalmente, otros experimentos han mostrado que la tasa de movilización de carbohidratos dentro de las semillas y el tamaño de la semilla, afectan la tasa de crecimiento radicular de la plántula. Así, las plántulas de semillas grandes podrían desarrollarse más rápidamente (Asher y Ozonne, 1966; Cohen y Tadmar, 1969); sin embargo, otras investigaciones indican que las diferencias genéticas podrían ejercer mayor influencia en el crecimiento de las raíces que el tamaño de la semilla y la parte aérea de la plántula (Kaspar et al., 1984; Taylor et al., 1978).

Los objetivos específicos de esta investigación fueron determinar si: a) existe diferencias en elongación radicular entre las plántulas de las diferen-

tes especies y cultivares, b) las mediciones del crecimiento de la parte aérea están relacionadas a la elongación radicular, y c) relaciones similares pueden esperarse entre ensayos conducidos en diferentes épocas del año.

MATERIALES Y METODOS

En Lubbock, Texas, tres ensayos en invernadero fueron conducidos por 60 días durante el invierno (17 Noviembre de 1984 a 17 Enero de 1985), por 38 días durante la primavera (19 de Marzo a 26 de Abril de 1985), y por 36 días durante el verano (10 de Junio a 16 de Julio de 1985), usando la técnica de los tubos inclinados para medir el crecimiento de la parte aérea y radicular de 14 leguminosas anuales de invierno, bajo tres niveles de fertilización nitrogenada. Se incluyó los niveles de nitrógeno para tener mayor ámbito de comparación entre las leguminosas. La técnica de los tubos inclinados, usada en los ensayos, fue similar al usado por Kittock y Patterson (1959), Kaspar et al. (1984), Mackey (1973), Nilsson (1973), y Taylor et al. (1978).

Tubos transparentes de plástico acrílico (900 mm de largo, por 57.2 mm de diámetro interno) fueron llenados con arena fina lavada y esterilizada al vapor. Los tubos fueron colocados inclinados 15° de la vertical, de tal manera que las raíces en su crecimiento no tocaran la pared interna de los tubos siendo visibles para su medición. Un recipiente con 5 cm de arena gruesa fue colocado en la parte central de la base de los tubos con el fin de mantener los tubos en su lugar y permitir el drenaje normal en la base de los tubos. Los bastidores en los que se instalaron los tubos fueron aislados con láminas de tecnopor de 1.5 cm de espesor para prevenir los cambios bruscos de temperatura en las raíces y evitar la exposición de los tubos a los rayos solares directos.

Se sembraron 6 a 8 semillas de tamaño mediano a una profundidad de 1 cm en cada tubo. Riego diario y sombra fue proveído durante la primera semana de la siembra. Las plántulas fueron raleadas a dos plantas por tubo a los dos a tres días de la germinación. Las plántulas fueron regadas cada dos días. Para evitar la acumulación de sales, por el uso continuado de la solución Hoagland, en cada quinto riego se utilizó agua destilada (Moore, 1974). Las leguminosas fueron inoculadas, un día después de la siembra, con los ecotipos específicos de rhizobium en suspensión líquida y reinoculados una semana después.

Los calentadores del invernadero se prendieron automáticamente cuando la temperatura bajaba hasta los 18°C y los enfriadores se activaron, también automáticamente, cuando la temperatura del aire excedía 17°C. Sin embargo, las máximas temperaturas anotadas fueron de 30°, 35° y 42°C y las mínimas de 17°, 20° y 24°C para los ensayos de invierno, primavera y verano, respectivamente.

La iluminación natural no fue suplementada. El promedio de horas sol por día durante los ensayos de invierno, primavera y verano fue aproximadamente de 10 h 5 min, 12 h 25 min y 14 h 25 min, respectivamente.

Las leguminosas anuales de invierno, incluidas en los tres ensayos fueron "Hannaford" y "Jemalong" medicagos barril (Medicago truncatula Gaertn.); "Hansbinger" medicago strand (M. littorales Rhode); P.I. # 233250 Medicago Tifton (M. rigidula (L.) Mill.); P.I. # 384630 medicago disco (M. tornata (L.) Mill.); "Geraldton", "Howard", "Miss. Ecotype", "Nungarin" y "Tallarook" tréboles subterráneos (Trifolium subterranean L.); "Bigbee" trébol berseem (T. alexandrinum L.); "Common" trébol rosa (T. hirtum All.); "Dixie" trébol crimson (T. incarnatum L.); y "Meechee" trébol flecha (T. vesiculosum Savi).

Los tratamientos nitrogenados incluidos en la solución Hoagland fueron: 0, 36 y 72 mg de N/l de solución nutritiva. Las mediciones de la elongación radicular comenzaron cuando al menos 50% de los tubos mostraban raíces visibles; esto ocurrió a los 25 días después de la siembra (DDS) para el ensayo de invierno, y 17 DDS para los ensayos de primavera y verano. Las raíces fueron medidas a intervalos semanales y cuando la primera raíz principal alcanzó la base, en algún tubo, se dió por concluído el experimento y se tomaron las mediciones finales (Taylor et al., 1978).

Los datos colectados en cada ensayo fueron analizados separadamente por el procedimiento del análisis de varianza (ANOVA). Un análisis combinado de todos los ensayos no fue posible porque las varianzas no fueron homogéneas entre los ensayos de acuerdo al análisis chi-cuadrado (Steel y Torrie, 1980). Cada ensayo fue analizado por el diseño de bloque completamente randomizado en un arreglo de parcelas divididas con niveles de fertilización nitrogenada en parcelas y las especies de leguminosas en sub-parcelas. Cada ensayo consistió de 6 repeticiones. Las medias de los tratamientos fueron separadas usando la prueba de Duncan (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

Profundidad de las raíces.

Los niveles de fertilización nitrogenada dieron resultados significativos ($P < 0.05$) en diferencias de profundidad de raíces (Cuadro 1). En los ensayos de invierno y primavera, la adición de 36 mg de nitrógeno produjo raíces que fueron 6 a 7% más profundo ($P < 0.05$) que las raíces sin nitrógeno. No se encontró diferencias ($P > 0.05$) en profundidad de raíces, entre cero y 72 mg de nitrógeno. Al contrario, en el ensayo de verano, la profundidad de raíces para el tratamiento de cero nitrógeno fueron 10 y 23% más profundas ($P < 0.05$), que las raíces de los tratamientos con 36 y 72 mg de nitrógeno, respectivamente. El efecto inverso del nitrógeno, en el ensayo de verano, comparando a los ensayos de invierno y primavera, se debe posiblemente a las diferencias en las condiciones en el invernadero. En el verano, las altas temperaturas (24 a 42° C), los días más largos y el incremento de la radiación solar, quizás hayan causado las diferencias en la respuesta de las plántulas al tratamiento nitrogenado. Las diferencias encontradas aquí, entre ensayos, en cuanto al crecimiento de las raíces, confirma los resultados encontrados por Taylor et al. (1978) y Kaspar et al. (1984).

Las interacciones entre especies por nitrógeno fueron significativos para la profundidad de las raíces en los ensayos de primavera y verano, pero no en el ensayo de invierno. Las razones para la interacción significativa durante el ensayo de verano parece ser debido a las diferencias entre las especies en su grado de responder negativamente al nitrógeno. En el ensayo de primavera 8 de las 14 especies, cuando fueron comparadas con el control, tuvieron raíces más largas con nitrógeno, pero 6 especies no respondieron o tuvieron respuestas negativas. Debido a que nuestro principal objetivo fue determinar si existe variabilidad entre las especies de leguminosas anuales de invierno en la elongación de sus raíces en las plántulas, los datos fueron promediados para los niveles de nitrógeno. Por lo tanto, estos datos son promedios de un amplio rango de condiciones más que el examen en detalle de un nivel específico de nitrógeno. Hemos considerado este procedimiento como realístico porque cualquier siembra de leguminosas anuales de invierno estarán expuestas a suelos con diferentes niveles de disponibilidad de nitrógeno.

Cuadro 1. Profundidad radicular final para tres tratamientos nitrogenados promediados a través de las especies en tres ensayos.

Nitrógeno ¹	Profundidad de raíz ²		
	Ensayo		
	Invierno	Primavera	Verano
mg N/lt	mm		
0	550b	666b	468a
36	594a	711a	420b
72	558ab	685ab	359c

¹ Nitrógeno como mg de N/lt de solución Hoagland.

² Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de Duncan.

La profundidad de las raíces para los 14 especies de leguminosas anuales de invierno medidas al terminar cada uno de los ensayos se muestran en el Cuadro 2. En promedio, la profundidad de las raíces al final de los ensayos fueron de 568, 688 y 412 mm para el invierno, primavera y verano, respectivamente. Hubo diferencias ($P < 0.01$) en la profundidad final de las raíces entre las especies en los tres ensayos. En los ensayos de invierno y primavera, el trébol subterráneo "Howard" tuvo las raíces más profundas (652 y 847 mm, respectivamente), pero en el verano, el trébol Crimson "Dixie" tuvo la raíz más profunda (618 mm). El trébol flecha "Meechee" tuvo las raíces más superficiales en todos los ensayos. Las especies P.J. # 384630 y "Geraldton" no germinaron o simplemente no emergieron en el ensayo de verano. Las máximas diferencias en profundidad de raíces entre las más profundas y las más cortas fueron de 40, 44 y 67% para los ensayos de invierno, primavera y verano, respectivamente.

Peso seco de la parte aérea.

Los efectos de la fertilización nitrogenada en el peso seco de la parte aérea promediadas para todas las especies son mostrados en el Cuadro 3. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos nitrogenados en los ensayos de invierno y verano. Sin embargo, en el ensayo de primavera, la adición de nitrógeno significó un incremento del 12 al 19% ($P < 0.05$) comparando al tratamiento sin nitrógeno. Como con la profundidad de raíces, la interacción especie x nitrógeno fue significativa ($P < 0.05$). Para los ensayos de primavera y verano se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre las especies cuando se promediaron a través de los niveles de fertilización nitrogenada en cada uno de los ensayos (Cuadro 4). En el ensayo de invierno el medicago strand "Harbinger", el más pesado de las especies (131.2 mg/planta), tuvo 204% más peso seco en la parte aérea que el trébol flecha "Meechee", el más liviano de las especies (43.1 mg/planta). El trébol subterráneo "Howard" tuvo 413% más peso seco en la parte aérea que el trébol flecha "Meechee" en el ensayo de primavera y el trébol crimson "Dixie" tuvo un 49.0% más peso seco que el trébol flecha "Meechee" en el ensayo de verano.

Peso seco total de las plántulas.

La fertilización nitrogenada no tuvo un efecto significativo ($P > 0.05$) en el peso seco total de las plántulas en el ensayo de invierno (Cuadro 5). En la

Cuadro 2. Profundidad de raíces de 14 leguminosas anuales de invierno cuando se promediaron los tres niveles nitrogenados en tres ensayos.

Especies ²	Profundidad de raíces ¹		
	Ensayos		
	Invierno	Primavera	Verano
	mm		
Hannaford MB	626abc	791a	476b
Harbinger MS	641ab	724b	407bcd
Jamalong MB	526de	647cde	386cd
PI # 233250 MT	608abc	706bcd	476b
PI # 384630 MD	556 cde	719bc	-
Geraldton TS	503e	698bcde	-
Howard TS	652a	847a	452bc
Ms. Eootipo TS	505e	630e	346d
Nungarin TS	561bcde	702bcde	354d
Tallarook TS	568bcde	664bcde	421bcd
Bigbee TB	576abcde	636de	409bcd
Common TR	631abc	675bcde	371d
Dixie TC	596abcd	702bcde	618a
Meechee TF	393f	475f	203e
Promedio ensayo	568	688	412

¹ Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de Duncan.

² MB= Medicago barril, MS= Medicago strand, MT= Medicago tifton, MD= Medicago disco, TS= Trébol subterráneo, TB= Trébol berseem, TR= Trébol rosa, TC= Trébol crimson, TF= Trébol flecha.

Cuadro 3. Peso seco de la parte aérea para tres niveles de tratamiento nitrogenado cuando son promediados a través de las especies en tres ensayos.

Nitrógeno ¹	Peso seco parte aérea ²		
	Ensayo		
	Invierno	Primavera	Verano
mg N/lt			
0	88a	61b	17a
36	99a	73a	21a
72	86a	69a	22a

¹ Nitrógeno como mg de N/lt de solución Hoagland.

² Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de Duncan.

Cuadro 4. Peso seco de la parte aérea para 14 leguminosas anuales de invierno cuando se promediaron los tres niveles nitrogenados en tres ensayos.

Especies ²	Peso seco parte aérea ¹		
	Ensayo		
	Invierno	Primavera	Verano
		mg/planta	
Hannaford MB	95bcde	74bc	17d
Harbinger MS	131a	74bc	10ef
Jemalong MB	98bcd	80b	16d
PI # 233250 MT	115abc	68bod	14de
PI # 384630 MD	82def	45e	-
Geraldton TS	50gh	49e	-
Howard TS	115ab	114a	33b
Ms. Ecotype TS	77def	60cde	15d
Nungarin TS	111abc	100a	24c
Tollarook TS	92cde	76bc	23c
Bigbee TB	76ef	56de	24c
Common TR	66fg	61cde	15de
Dixie TC	122a	68bcd	48a
Meechee TF	43h	22f	8f
Promedio ensayo	91	68	20

¹ Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de Duncan.

² MB= Medicago barril, MS= Medicago strand, MT= Medicago tifton, MD= Medicago disco, TS= Trébol subterráneo, TB= Trébol berseem, TR= Trébol rosa, TC= Trébol crimson, TF= Trébol flecha.

Cuadro 5. Peso seco total para tres niveles de tratamiento nitrogenado cuando son promediados a través de las especies en tres ensayos.

Nitrógeno ¹	Peso seco total ²		
	Ensayo		
	Invierno	Primavera	Verano
mg N/l t	mg/planta		
0	193a	134b	32b
36	229a	166a	41a
72	191a	154a	42a

¹ Nitrógeno como mg de N/l t de solución Hoagland.

² Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de Duncan.

primavera y el verano la fertilización nitrogenada incrementó ($P < 0.05$) el peso de las plántulas. La adición de 36 mg de N/l de solución nutritiva, en el ensayo de primavera, produjo un 24% de incremento en el peso seco total en comparación al tratamiento sin nitrógeno. Sin embargo, con 72 mg de N, el peso seco total se incrementó solo en 15% en relación a cero N. Similarmente, en el ensayo de verano, la adición de 36 y 72 mg de N/l de solución produjo un incremento ($P < 0.05$) del 29 y 32%, respectivamente, que el tratamiento cero N. Hubo interacciones significativas de especies por nitrógeno en los ensayos de primavera y verano.

Asimismo, se halló diferencia significativa ($P < 0.05$) entre especies en todos los ensayos (Cuadro 6). El trébol subterráneo "Howard" tuvo 19% y 401% mayor peso seco total que el trébol flecha "Meechee" en los ensayos de invierno y primavera, respectivamente. El trébol crimson "Dixie" tuvo 393% mayor peso seco total que el trébol flecha "Meechee" en el ensayo de verano.

Diferencias significativas fueron encontradas para los promedios generales de peso seco de las raíces, parte aérea y total en los ensayos de invierno y primavera en comparación al ensayo de verano, esto fue debido quizás a las diferencias en las condiciones ambientales en el invernadero durante los ensayos. El incremento de peso seco de la parte aérea por día durante el invierno (1.52 mg/planta/día) y primavera (1.78 mg/planta/día) fueron 167 y 212%, respectivamente, mayor que el incremento de peso seco de la parte aérea por día (0.51 mg/planta/día) para el ensayo de verano.

CONCLUSIONES

Tasa de elongación de la raíz vs. Mediciones de la parte aérea.

Si las mediciones del crecimiento de la parte aérea pudieran usarse para predecir la profundidad de las raíces, mucho tiempo y esfuerzo podrían ahorrarse en la evaluación de las leguminosas anuales por sus diferencias en su elongación radicular. Coeficientes de correlación (r) entre la tasa de elongación radicular y promedios de las mediciones de la parte aérea y radicular de las 14 especies de leguminosas anuales, producidos en tres niveles de fertilización nitrogenada, durante los ensayos de invierno, primavera y verano son mostrados en el Cuadro 7. La tasa de elongación radicular estuvo correlacionada ($P < 0.01$)

Cuadro 6. Peso seco total para 14 leguminosas anuales de invierno cuando se promediaron los tres niveles nitrogenados en tres ensayos.

Especies ²	Peso seco total ¹		
	Ensayo		
	Invierno	Primavera	Verano
	----- mg/planta -----		
Hannaford MB	249ab	198b	38cde
Harbinger MS	291a	172b	22fg
Jemalong MB	229bc	185b	36de
PI # 233250 MT	214bcd	135c	25f
PI # 384630 MD	156ef	90d	-
Geraldton TS	119fg	108cd	-
Howard TS	295a	267a	64b
Ms. Ecotype TS	171de	127cd	30ef
Nungarin TS	245ab	238a	45cd
Tallarook TS	213bcd	172b	46c
Bigbee TB	174de	112cd	45cd
Common TR	182cde	133c	25f
Dixie TC	221bcd	116cd	75a
Meechee TF	100g	53e	15g
Promedio ensayo	205	151	39

¹ Promedios en la misma columna seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes al 5% de probabilidades de acuerdo a la prueba de Duncan.

² MB= Medicago barril, MS= Medicago strand, MT= Medicago tifton, MD= Medicago disco, TS= Trébol subterráneo, TB= Trébol berseem, TR= Trébol rosa, TC= Trébol crimecn, TF= Trébol flecha.

Cuadro 7. Coeficientes de correlación entre la elongación de la raíz principal y los promedios de las mediciones de la parte aérea en los tres ensayos.

Ensayo	Medición parte aérea	Coef. corr. (r)	n
Invierno:	Altura planta	0.28**	242
	Peso seco	0.63**	
	Hojas/planta	0.48**	
Primavera:	Altura planta	0.37**	247
	Peso seco	0.56**	
	Hojas/planta	0.43**	
Verano:	Altura planta	0.44**	192
	Peso seco	0.57**	
	Hojas/planta	0.53**	

** Significativo al 1%

con altura de planta durante los ensayos de invierno, primavera y verano ($r = 0.28, 0.37$ y 0.44 , respectivamente). Igualmente, la tasa de elongación radicular estuvo correlacionada ($P < 0.01$) con el peso seco de la parte aérea y número de hojas por planta, durante los ensayos de invierno ($r = 0.63$ y 0.48 , respectivamente), primavera ($r = 0.56$ y 0.43 , respectivamente), y verano ($r = 0.57$ y 0.53 , respectivamente). A pesar de estas correlaciones significativas con la tasa de elongación radicular, las plántulas de las especies más altas, más pesadas y con más hojas, no siempre tuvieron las raíces más profundas. Incluso, la mayor correlación ($r = 0.63$) respondió por menos del 40% (la mayoría por menos del 30%) de la variación en la tasa de elongación radicular. Estos resultados son similares a las de Taylor et al. (1978), quien encontró correlaciones de $r = 0.48$ y 0.55 entre peso de la parte aérea y largo de raíces en dos experimentos con soya. También, Kasper et al. (1984) encontró correlaciones bajas ($r = 0.45$ y 0.10) de altura de planta y peso de la parte aérea con tasa de elongación radicular en soya.

Peso de semillas y tasa de elongación radicular.

El tamaño de las semillas ha sido reportado que está asociado con la elongación radicular en algunas especies forrajeras. Coeficientes de correlación (r) entre peso de semillas y tasas de elongación radicular fueron calculados para períodos cortos dentro de un ensayo y para todo el ensayo en el invierno, primavera y verano (Cuadro 8). En etapas tempranas de crecimiento, la tasa de elongación radicular y peso de semillas estuvieron correlacionadas. El peso de las semillas varió entre 1.33 mg/semilla para el trébol flecha "Meechee" a 10.61 mg/semilla para el trébol subterráneo "Howard". El peso de semilla y tasa de elongación radicular tuvieron su mayor tasa de correlación, inmediatamente después de la siembra. Sin embargo, la mayor correlación respondió por solo 1/3 de la variabilidad en la tasa de elongación radicular. Generalmente las correlaciones fueron bajas 20 días después de la siembra. Más tarde, con el incremento de hojas, la influencia del peso de la semilla en la tasa de elongación radicular disminuyó. Estos resultados están de acuerdo con los reportados por Asher y Ozonne (1966) para muchas especies forrajeras anuales. Kittock y Patterson (1959), trabajando también con semillas de gramíneas forrajeras encontraron plántulas más altas, con mayor largo de hojas, peso de la parte aérea y penetración radicular que las que se lograron con semillas más livianas, a través de

Cuadro 8. Coeficientes de correlación entre peso de semillas y elongación radicular durante intervalos cortos para leguminosas anuales de invierno en tres ensayos.

Ensayo	Días después de siembra	Coef. corr. ¹ (r)	n
Invierno:			42
	0 - 25	0.48**	
	25 - 32	0.32**	
	32 - 39	0.18	
	39 - 46	0.32*	
	46 - 53	0.11	
	53 - 60	-0.35*	
	0 - 60	0.39*	
Primavera:			42
	0 - 17	0.62**	
	17 - 24	0.56**	
	24 - 31	0.51	
	31 - 38	0.09	
	0 - 38	0.56**	
Verano:			35
	0 - 17	0.19	
	17 - 24	0.20	
	24 - 31	0.28	
	31 - 36	0.04	
	0 - 36	0.23	

*, **

Significativo al 5 y 1%, respectivamente.

¹ Promedio de peso de semilla fue 4.61 mg/semilla y varió entre 1.33 a 10.61 mg/semilla.

las 7 semanas del experimento. Por otro lado, Lawson y Rossiter (1957) en un experimento de campo con dos líneas de trébol subterráneo, mostraron que el tamaño de las semillas no tuvo efecto en la tasa de crecimiento. Kaspar (1982) señaló que aún cuando el peso de las semillas es un importante factor cuando se mide la tasa de elongación radicular en plántulas de soya, el efecto del peso de la semilla es pequeño comparando a las diferencias varietales.

Comparación entre ensayos.

La profundidad final de las raíces entre los ensayos de invierno y primavera, de verano e invierno y de verano y primavera, fueron también comparados. La profundidad de las raíces entre los ensayos de invierno y primavera estuvieron altamente correlacionados ($r = 0.83$), pero sus correlaciones con el ensayo de verano fueron menores ($r = 0.69$ y 0.66 , respectivamente). Por tanto, bajo bajas temperaturas los resultados de invernadero para profundidad de raíces fueron repetibles. Sin embargo, las altas temperaturas del verano podrían haber causado diferencias en la respuesta de las plantas. Así, las temperaturas extremadamente altas (24° a 42°C), durante el ensayo de verano, comparado a temperaturas de 17° a 30°C y de 20° a 35°C para los ensayos de invierno y primavera, respectivamente, aparentemente impidió la germinación o emergencia de dos especies (P.I. # 384630 y Geraldton), y redujo el porcentaje de germinación en otras nueve especies. Estos datos están de acuerdo con diferencias en germinación varietal encontrados por otros investigadores (Sprague, 1943; Young et al., 1970; Silsbury et al., 1984). Efectos similares de la temperatura en el crecimiento temprano de las raíces, también han sido reportados por Cohen y Tadmar (1969), Stone y Taylor (1983) y Kaspar et al. (1984). Por tanto, la evaluación de las leguminosas anuales de invierno por el método de los tubos inclinados no es recomendado cuando las temperaturas del ambiente son muy altas.

La alta variabilidad en elongación radicular encontrado entre las leguminosas anuales de invierno, sugiere que la selección de las leguminosas por estas características está garantizado, especialmente si se trata de ecotipos introducidos y guardados por centros de colección de germoplasma. La técnica de los tubos inclinados es un método fácil y rápido para la selección por diferencias en elongación radicular sobre todo cuando pocas semillas por especie están disponibles para la prueba. Especies con alta tasa de elongación radicular fácilmente pueden ser retirados intactos de los tubos inclinados y transplantados en

macetas grandes o al campo directamente para la propagación y producción de semillas. Esto podría facilitar las futuras pruebas de germoplasmas promisorios.

ABSTRACT

Successful establishment of legumes under natural rainfall conditions is difficult in many semiarid and arid regions. Poor establishment may occur when the drying front in the soil progresses downward faster than the downward elongation of seedling roots. Planting legumes whose root system elongate downward more rapidly may help alleviate establishment problems. Our objectives were to determine in slant-tubes whether: a) winter-annual legumes differ in seedling root elongation, b) seedling top growth measurements are related to extent of root elongation, and c) similar relationships can be expected among slant-tube runs conducted at different times of the year. In three greenhouse experiments, 14 winter-annual legumes (Medicago and Trifolium sp.) were grown in clear acrylic tubes (57 x 900 mm). Tubes were slanted 15° from the vertical so that roots would follow the sides of the tube and be visible for measuring their elongation. Three levels of N (0, 36 and 72 mg N/l of nutrient solution) provided additional environments. Winter (60 da), spring (38 da) and summer (36 da) runs were made with the same legume entries. A run was terminated when a root reached the bottom of any tube. Maximum differences in seedling growth among the 14 annual legumes were 40, 44, and 67% for root elongation; 68, 80, and 77% for root dry weight; and 66, 80, and 80% for total plant weight in the winter, spring and summer trials, respectively. Generally nitrogen fertilization had little effect on root development. Seedling-plant top weight, top height and number of leaves per plant at termination of runs were correlated with root depth, but none accounted for more than 40% (most less than 30%) of the variability in root depth. Thus, easily measured top growth characteristics were not good predictors of seedling root depth. Seed size influenced root development for only a short time after germination with large seeded legumes having the most initial root elongation. However, the best correlations of seed weight accounted for only 1/3 of the variability in root elongation. Final root depths for the winter and spring trials were correlated ($r = 0.83$), but their correlation with the summer trial were lower ($r = 0.69$ and 0.66 , respectively). During the summer higher temperatures in the greenhouse are believed to have adversely affected seedling growth of some winter-annual legumes. The high variability in root elongation found among legumes entries suggests that selecting or screening legumes for rapid seedling root elongation may be feasible. The slant-tube technique is a rapid and easy method for screening differences in rooting characteristics.

LITERATURA CITADA

Asher, C.J., y P.G. Ozanne. 1966. Root growth in seedlings of annual pasture species. *Plant and Soil*. 24:423-436.

Cohen, Y., y N.H. Tadmor. 1969. Effects of temperature on the elongation of seedling roots of some grasses and legumes. *Crop Sci*. 9:189-192.

- Hamblin, A.P., y J. Hamblin. 1985. Root characteristics of some temperate legume species and varieties on deep, free-draining entisols. *Aust. J. Agric. Res.* 36:63-72.
- Kaspar, T.C. 1982. Evaluation of the taproot elongation rates of soybean cultivars. Ph.D. Dissertation, Iowa State University, Ames, Iowa.
- Kaspar, T.C. y H.M. Taylor, y R.M. Shibles. 1984. Taproot-elongation rates of soybean cultivars in the glasshouse and their relationship to field rooting depth. *Crop Sci.* 24:916-920.
- Kittock, D.L., y J.K. Patterson. 1959. Measurement of relative root penetration of grass seedlings. *Agron. J.* 51:512.
- Lawson, E.H., y R.C. Rossiter. 1957. The influence of seed size and seedling rate on the growth of two strains of subterranean clover. *Aust. J. of Agri. Res.* 9:286-298.
- Mackey, J. 1973. The wheat root. pp. 827-842. In: Proc. 4th International Wheat Genetics Symp. Missouri Agric. Exp. Stn., Columbia, Mo.
- Moore, T.C. 1974. Research experiences in plant physiology A laboratory manual. Springer, Verlag, New York.
- Nilsson, H.E. 1973. Varietal differences in resistance to take-all disease of winter wheat. *Swedish J. Agric. Res.* 3:89-93.
- Silsbury, J.H., D. Zuill, y P.H. Brown. 1984. Effects of temperature on germination, emergence and early seedling growth of swards of Mt. Barker subterranean clover plants grown with and without nitrate. *Aust. J. Agric. Res.* 35:539-549.
- Sprague, V.G. 1943. The effects of temperature and daylength on seedling emergence and early growth of several pasture species. *Proc. Soil Sci. Soc. Amer.* 8:287-294.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill, Inc. New York, U.S.A.
- Stone, J.A., y H.M. Taylor. 1983. Effect of temperature on the development of the taproot and lateral roots of soybeans. *Agron. J.* 75:613-618.
- Taylor, H.M., E. Burnett, y G.D. Booth. 1978. Taproot elongation rates of soybeans. *Z. Acker-und Pflanzenbau (J. Agron. and Crop Sci.)*. 146:33-39.
- Taylor, H.M., M.G. Huck, Betty Keppler, y Z.F. Lund. 1970. Measurement of soil-grown roots in a rhizotron. *Agron. J.* 62:807-709.
- Young, J., B.L. Kay, y R.A. Evans. 1970. Germination of Cultivars of Trifolium subterraneum L. *Agron. J.* 62:638-641.

COMUNIDADES VEGETALES ALTOANDINAS

R. Farfán, T. Huisa, D. Holgado y F. Bryant

RESUMEN

El estudio se realizó en el Centro Experimental de Camélidos Sudamericanos del IVITA-La Raya, Cusco, Perú. El objetivo fue tipificar las asociaciones vegetales nativas predominantes en el Sur Andino Peruano, tomando en cuenta la interrelación suelo-planta durante los períodos de crecimiento (Noviembre-Diciembre), floración (Marzo), maduración (Abril-Mayo) y dormancia (Setiembre-October). Los resultados en términos de cobertura (promedio porcentual aérea-basal) y producción de biomasa vegetal como promedio de los cuatro períodos fenológicos (kg MS/ha) para las ocho asociaciones encontradas fueron: (A) Pastizales de zonas secas: 1) Pastizal de Festuca dolichophylla - Muhlenbergia fastigiata 91.5 y 2,317.2. 2) Pastizal de Festuca rígida 89.5 y 3,725.8. 3) Pastizal de Festuca orthophylla 77.7 y 2,924.2. 4) Pastizales de Stipa obtusa - Stipa ichu 80.8 y 3,009.6. 5) Pastizal de Calamagrostis amoena 64.6 y 2,532.3. 6) Pastizal de Scirpus rigidus 83.8 y 1,572.7. (B) Pastizales de zonas húmedas: 1) Pastizal de Distichia muscoides 93.1 y 786.6. 2) Pastizal de Festuca dolichophylla Plantago tubulosa 92.4 y 1,796.1.

La comunidad vegetal de pastizales es considerada como una unidad fitogeográfica y fitosociológica, determinada por variaciones de precipitación, cambios de temperatura, topografía y suelo. Estas variaciones conllevan a que los pastizales naturales sean clasificados como áridos, semi-áridos, sub-húmedos y húmedos (Bell, 1966).

Las praderas naturales de la Sierra Peruana están localizadas en la región montañosa, denominada puna en el centro y sur y jalca en el norte. Esta región habitada por muchos siglos, sostiene aún a un buen sector de la población que depende de la ganadería y que tiene como base fundamental la pradera nativa altoandina (Florez y Malpartida, 1987).

Una observación ligera de estos pastizales mostraría una composición botánica homogénea, sin embargo, en un análisis cuidadoso, estos pastizales demuestran poseer una gran variedad pudiéndose clasificar en diferentes asociaciones vegetales. Estudios de las comunidades vegetales y su relación con los suelos,

Farfán y Holgado son investigadores del Centro de Investigación IVITA. Huisa es un investigador de la UNSAAC. Bryant es profesor del Department of Range and Wildlife, Texas Tech University.

indican que el conocimiento de los suelos es un aspecto básico para la apreciación y determinación práctica de la ecología de las plantas (Kramer, 1974 y Cardoso, 1974).

Wilcox y Bryant (1984), al estudiar las comunidades vegetales en los Andes Centrales del Perú, identificaron nueve asociaciones las que fueron descritas acorde a su posición topográfica. Estas asociaciones fueron las siguientes: a) Planicies inundables de Poa-Festuca-Calamagrostis; b) Páramos de altura (de origen glaciar) de Festuca-Carex-Calamagrostis, Festuca-Poa y Calamagrostis-Festuca; c) Laderas montañosas de Calamagrostis-Festuca, Stipa-Calamagrostis, Festuca-Stipa y Calamagrostis recta; d) Cumbres con Festuca-Azorella. Se concluye que el factor más importante en la distribución de especies y formación de asociaciones es el contenido o retención de humedad del sitio, determinado por la posición topográfica y la textura y profundidad del suelo.

Debido a estas consideraciones se planteó el siguiente trabajo en los siguientes objetivos:

- Identificar las principales comunidades vegetales en los pastos alto-andinos de la región del Sur del Perú.
- Realizar un estudio de las características físicas de los suelos que soportan a las diferentes comunidades vegetales.
- Determinar la producción de biomasa en estas comunidades vegetales.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio.- El presente trabajo se realizó en el Centro Nacional de Camélidos Sudamericanos del IVITA-La Raya, ubicado en el Distrito de Marangani, Provincia de Canchis, Departamento del Cusco. A 4,200 m sobre el nivel del mar y aproximadamente a 14° 30' latitud sur y 71° longitud oeste. La topografía varía de ligeramente plana hasta montañosa, con suelos que se clasifican como alfisoles, molisoles e histosoles, en los cuales abunda la materia orgánica, las que están poco desarrolladas por efecto del frío, presentando profundidades de hasta un metro. Durante el período en que se realizó el estudio (1986). La temperatura promedio máxima fue de 13.2°C y la temperatura promedio mínima es de -0.3°C, siendo la temperatura media anual de 6.3°C. La precipitación pluvial anual fue de 1,069.7 mm considerándose como un año lluvioso

para la zona.

Las áreas muestreadas incluyeron a los pastizales de la zona baja (4,200-4,400 m), ladera (4,400-4,600 m) y zona alta (más de 4,600 m). La vegetación es típicamente cespitosa y dominada por gramíneas de crecimiento alto, crecimiento corto y pasto postrado, acompañadas de otras familias como juncáceas, cyperáceas y compuestas. Se tomaron muestras de suelos en calicatas realizadas en diferentes sitios, para determinar la profundidad, textura, estructura, humedad, pH y pedregosidad superficial.

Las diferentes comunidades vegetales fueron clasificadas teniendo como base la clasificación realizada por Tapia (1981), incluyendo los estratos: alto, corto y postrado. Para efectos de evaluación de la producción se utilizaron parcelas de una hectárea por comunidad vegetal en las zonas bajas, laderas y zonas altas de la Estación Experimental del IVITA-La Raya, Cusco.

La cobertura vegetal (aérea y basal) se determinó mediante el método de puntos; luego, a través de la cuantificación de los datos se llegó a decidir la dominancia o no de las especies en las diferentes comunidades vegetales. La cobertura vegetal y la producción de biomasa en cada "sitio" o comunidad vegetal fueron evaluados durante los períodos de crecimiento (Noviembre-Diciembre), floración (Marzo), maduración (Abril-Mayo) y dormancia (Setiembre-October). Para determinar la producción de biomasa se utilizó el método del metro cuadrado (Clements, 1965).

RESULTADOS

De acuerdo al clima, topografía, suelo y vegetación de los sitios, las comunidades vegetales se clasificaron en: Pastizales de zonas secas y pastizales de zonas húmedas.

Pastizales de zonas secas.

Pastizal de Festuca dolichophylla y Muhlenbergia fastigiata.

Este pastizal se encuentra en lugares con topografía plana, con pendiente menor a 12%, altitud entre 3,800-4,200 m, drenaje regular, pedregosidad cero, horizonte superficial con buena acumulación de materia orgánica y raicillas a una profundidad de 6 cm. El color del suelo es café oscuro (7.5YR4/2). La

profundidad promedio del suelo efectivo es de 43 cm, con una textura franco-arenosa, pH entre 6.2-6.8 y una humedad de 7-15%.

En el Cuadro 1 se muestran la composición botánica por estratos (alto, bajo y postrado) y la producción de biomasa de la comunidad de pastos dominada por Festuca dolichophylla. La cobertura total para este tipo de comunidad vegetal es de 91.5%. En la categoría de pastos altos la Festuca dolichophylla con 22.5% es la especie más abundante, alcanzando su mayor cobertura durante el período de floración (32.7%). Dentro de los pastos bajos la Muhlenbergia fastigiata (20.0%) y la Stipa brachiphylla (9.0%) tuvieron una presencia significativa. Para la categoría de pastos postrados la Alchemilla pinnata (10.1%) fue la más importante. Para los cuatro estados fenológicos se tiene una producción promedio de 2,317.2 kg MS/ha. Teniendo valores de 1,285.5, 3,410.9, 2,792.5 y 1,780.0 kg MS/ha para el crecimiento, floración, maduración y dormancia, respectivamente.

Pastizal de Festuca rígida.

La característica topográfica del pastizal es ondulada con una pendiente de 10-16%, una altitud entre 4,200-4,400 m, drenaje bueno, pedregosidad superficial cero, con buena acumulación de materia orgánica, color del suelo café oscuro (5YR2.5/2), con una profundidad promedio de 22 cm, textura franco-arenosa (guijarro), pH 6.4 y una humedad de 15.5%.

En el Cuadro 2 se observa la composición botánica y producción de biomasa de la comunidad vegetal dominada por Festuca rígida. La cobertura total para este tipo de comunidad vegetal es de 89.5%.

Dentro de los pastos altos la Festuca rígida con 24.2% es la especie con mayor presencia. Este pasto tiene una alta cobertura durante la floración alcanzando 38.3%, llegando a su mínima cobertura durante el crecimiento con 20.3%. Dentro de los pastos bajos existen tres especies principales que en promedio para los cuatro estados fenológicos alcanzaron los siguientes porcentajes: Stipa brachiphylla 10.1, Muhlenbergia peruviana 9.5, Lepiquenia meyeene 8.8. Dentro de los pastos postrados solamente el Geranium sessiliflorum con 2.6% tuvo alguna representatividad.

La producción promedio de biomasa para los cuatro estados fenológicos de la comunidad vegetal dominada por Festuca rígida fue 3,725.8 kg MS/ha. Existiendo la mayor producción durante la floración (5,558.0 kg MS/ha), seguido de

Cuadro 1. Composición botánica (%) y producción (kg MS/ha) del pastizal Festuca dolichophylla y Muhlenbergia fastigiata.

Especies dominantes	Estado fenológico				Anual X̄
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	
Pastos altos:					
<u>Festuca dolichophylla</u>	18.5	32.7	23.3	15.5	22.5
Pastos bajos:					
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	15.8	25.5	24.3	14.5	20.0
<u>Stipa brachiphylla</u>	11.3	3.5	6.5	14.8	9.0
Otros*	30.2	21.0	19.5	18.2	22.2
Sub-total	57.3	50.0	50.3	47.5	51.2
Pastos postrados:					
<u>Alchemilla pinnata</u>	12.0	8.0	13.8	6.5	10.1
Otros*	9.5	7.8	8.9	4.8	7.7
Sub-total	21.5	15.0	22.7	11.3	17.8
Cobertura total					91.5
Sin valor forrajero					8.5
Producción kg MS/ha	1,285.5	3,410.9	2,792.5	1,780.0	2,317.2

* Son especies de pastos nativos que no tuvieron representatividad en la cobertura total de la comunidad vegetal.

Cuadro 2. Composición botánica (%) y producción (kg MS/ha) del pastizal Festuca rígida.

Especies dominantes	Estado fenológico				Anual X
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	
Pastos altos:					
<u>Festuca rígida</u>	12.0	36.3	29.5	18.3	24.0
Otros	8.3	2.0	0.9	6.5	4.4
Sub-total	20.3	38.3	30.4	24.8	28.4
Pastos bajos:					
<u>Stipa brachiphylla</u>	7.3	12.5	8.0	12.8	10.1
<u>Muhlenbergia peruviana</u>	0.5	16.3	10.5	10.5	9.5
<u>Lepachinea meyeri</u>	7.8	4.3	11.3	11.8	8.8
Otros	29.2	14.9	24.2	26.7	23.8
Sub-total	44.8	48.0	54.0	61.8	52.2
Pastos postrados:					
<u>Geranium sessiliflorum</u>	6.0	1.8	2.3	0.3	2.6
Otros	8.8	3.2	10.0	3.0	6.3
Sub-total	14.8	5.0	12.3	3.3	8.9
Cobertura total					89.5
Sin valor forrajero					10.5
Producción kg MS/ha	2,844.2	5,558.0	3,656.7	2,844.2	3,725.8

la maduración (3,656.7 kg MS/ha), dormancia (2,844.2 kg MS/ha) y crecimiento (2,844.2 kg MS/ha).

Pastizal de Festuca orthophylla.

Este pastizal se desarrolla en una topografía ligeramente ondulada, con una pendiente de 2.6% y una altitud de 3,500-4,400 m. El drenaje es regular, pedregosidad cero, el color del suelo es café muy oscuro (10YR 2/2), con una profundidad efectiva promedio de 36 cm, textura franco-arenosa y arcillo-arenosa, con un pH de 8.45 y humedad de 20%.

En el Cuadro 3 se muestra la composición botánica y producción de materia seca de la comunidad vegetal dominada por Festuca orthophylla. La cobertura total para estos pastizales es de 77.7%. La mayor presencia para los pastos altos corresponde precisamente a Festuca orthophylla con 27.6%, con la máxima cobertura durante la época de floración con 39.8% y la mínima cobertura durante el crecimiento con 19.3%. Para los pastos bajos tenemos dos especies representativas: Muhlenbergia fastigiata y Plantago monticola con 13.5% y 7.2%, respectivamente. En los pastos postrados solamente el Baccharis sp. con 3.1% tuvo representatividad.

La producción promedio de biomasa durante los cuatro estados fenológicos fue 2,924.2 kg MS/ha. La mayor producción fue para la floración con 5,330.0 kg MS/ha, seguido por la de la maduración con 3,086.7 kg MS/ha, crecimiento con 1,844.5 kg MS/ha y dormancia con 1,435.5 kg MS/ha.

Pastizal de Stipa obtusa - Stipa ichu.

Estos pastos se desarrollan en pendientes que oscilan entre 20-25%, con topografía montañosa, una altitud que varía entre 3,900 - 4,400 m. Drenaje bueno, con una pedregosidad superficial de 30%, color del suelo negro (10YR 2/1), con una profundidad promedio de 25 cm, textura franco-arenosa, pH 4.6 y humedad 34%.

En el Cuadro 4 se encuentra la composición botánica y producción de biomasa del pastizal dominado por Stipa obtusa - Stipa ichu. La cobertura total para estos pastizales fue de 80.8%.

Dentro de los pastos altos el Stipa obtusa con 22.7% tiene la mayor cobertura. Similar a las comunidades anteriores, este pasto tiene la máxima cobertura.

Cuadro 3. Composición botánica (%) y producción de biomasa (kg MS/ha) del pastizal Festuca orthophylla.

Especies dominantes	Estado fenológico				
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	Anual \bar{X}
Pastos altos:					
<u>Festuca orthophylla</u>	19.3	39.8	25.5	26.3	27.6
Sub-total	19.3	39.8	25.5	26.3	27.6
Pastos bajos:					
<u>Muhlenbergia fastigiata</u>	25.0	4.3	13.5	11.3	13.5
<u>Plantago monticola</u>	9.3	7.5	12.0	-	7.2
Otros	22.5	14.5	21.8	19.7	19.6
Sub-total	56.8	26.3	47.3	31.0	40.3
Pastos postrados:					
<u>Baccharis sp.</u>	-	5.0	1.5	6.0	3.1
Otros	6.3	2.3	13.3	5.0	6.7
Sub-total	6.3	7.3	14.8	11.0	9.8
Cobertura total					77.7
Sin valor forrajero					22.2
Producción kg MS/ha	1,844.5	5,330.0	3,086.7	1,435.5	2,924.2

Cuadro 4. Composición botánica (%) y producción de biomasa (kg MS/ha) del pastizal Stipa obtusa - Stipa ichu.

Especies dominantes	Estado fenológico				
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	Anual \bar{X}
Pastos altos:					
<u>Stipa obtusa</u>	17.3	30.0	16.0	27.5	22.7
Otros	5.6	4.8	3.3	1.5	3.8
Sub-total	22.9	34.8	19.3	29.0	31.8
Pastos bajos:					
<u>Stipa brachiphylla</u>	22.3	8.8	15.8	13.3	15.1
<u>Muhlenbergia peruviana</u>	2.0	4.0	15.8	5.8	6.9
Otros	18.7	14.0	20.4	11.4	16.1
Sub-total	43.0	26.8	52.0	30.5	38.1
Pastos postrados:					
<u>Aciachne pulvinata</u>	7.0	11.3	3.0	7.3	7.2
Otros	7.1	2.7	3.0	2.0	3.7
Sub-total	14.1	14.0	6.0	9.3	10.9
Cobertura total					80.8
Sin valor forrajero					19.2
Producción kg MS/ha	2,493.4	2,741.0	3,586.6	3,217.4	3,009.6

ra durante la floración (30%) y la mínima durante la maduración (16%). Para los pastos bajos tenemos a dos especies con la mayor cobertura: Stipa brachiphylla con 15.0% y Muhlenbergia peruviana con 6.9%. Dentro de las especies postradas solamente el Aciachne pulvinata con 7.1% tuvo alguna representatividad.

La producción promedio de biomasa para los cuatro estados fenológicos fue de 3,009.6 kg MS/ha. Teniendo el período de maduración la más alta producción con 3,586.6 kg MS/ha, seguido por la de dormancia con 3,217.4 kg MS/ha y crecimiento con 2,493.4 kg MS/ha.

Pastizal de Calamagrostis amoena.

Pastizal que se desarrolla en topografías montañosas, con una pendiente que oscila entre 20-36%, altitud entre 4,300-4,500 m, buen drenaje, pedregosidad superficial 30%, presenta buena acumulación de materia orgánica y abundancia de raicillas. La profundidad efectiva del suelo es de 35 cm, textura en su mayoría franco arenosa, pH 5,5, humedad 18% y color negro (10YR 2/1).

En el Cuadro 5 aparecen los datos de la composición botánica y producción de materia seca del pastizal dominado por Calamagrostis amoena. La cobertura total para estos pastizales es de 64.6%.

Individualmente dentro de las especies altas la C. amoena es la que tuvo mayor representatividad con 30.3%. Teniendo las mayores coberturas durante la floración (37.5%) y dormancia (34.3%), y la mínima durante el crecimiento (21.3%). Dentro de los pastos bajos existen dos especies de importancia, Muhlenbergia peruviana con 8.1% y Stipa brachiphylla con 6.3%. Los pastos postrados tuvieron escasa presencia, siendo el Hipochaeris sp. con 2.6% el más representativo.

El promedio de la producción de biomasa vegetal para los cuatro estados fenológicos fue de 2,532.3 kg MS/ha. Esta vez el mayor volumen de producción se logró durante la maduración con 2,892.3 kg MS/ha, seguido por la de la floración con 2,736.3 kg MS/ha, dormancia con 2,484.3 kg MS/ha y el crecimiento con 2,016.5 kg MS/ha.

Pastura de Scirpus rígido.

Se ubican en altitudes de 3,900-4,600 m, desarrollándose en topografías montañosas, con pendientes que van de 15-30%, pedregosidad superficial de 35%, color del suelo café rojizo (5YR 4/3), textura franco arenosa, pH 4.9 y humedad

Cuadro 5. Composición botánica (%) y producción de biomasa kg MS/ha del pastizal Calamagrostis amoena.

Especies dominantes	Estado fenológico				
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	Anual \bar{X}
Pastos altos:					
<u>Calamagrostis amoena</u>	21.3	37.5	28.0	34.3	30.3
Otros	5.5	1.3	7.3	2.7	4.1
Sub-total	26.8	38.8	35.3	37.0	34.4
Pastos bajos:					
<u>Muhlenbergia peruviana</u>	1.5	11.8	10.3	9.0	8.1
<u>Stipa brachiphylla</u>	9.3	9.0	5.3	1.5	6.3
Otros	13.0	6.7	16.2	5.0	10.2
Sub-total	23.8	27.5	31.8	15.5	24.6
Pastos postrados:					
<u>Hipochaeris sp.</u>	2.0	4.0	3.3	1.3	2.6
Otros	10.8	4.8	2.4	5.7	5.9
Sub-total	12.8	8.8	5.7	7.0	8.5
Cobertura total					64.6
Sin valor forrajero					32.4
Producción kg MS/ha	2,016.5	2,736.3	2,892.3	2,484.0	2,532.3

7.02%.

En el Cuadro 6 se muestran los datos de la composición botánica y producción de biomasa del pastizal dominado por Scirpus rígido, siendo la cobertura total de 83.8%.

En el estrato pastos altos encontramos dos especies, la Stipa brachiphylla con 8.2% y Calamagrostis amoena con 2.8%. Entre los pastos bajos existen dos especies muy importantes, Scirpus rígido 18.7% y Muhlenbergia peruviana 10.7%.

En este estrato, obviamente, el S. rígido fue el más importante, teniendo una cobertura uniforme para los cuatro estados fenológicos: maduración (22.3%), floración (18.3%), crecimiento (18.3% y dormancia (16.3%). Dentro de los pastos postrados el Aciachne pulvinata con 9.4% fue el más representativo.

El promedio de la producción de biomasa para los cuatro estados fenológicos fue de 2,532.3 kg MS/ha, correspondiendo la mayor producción a la floración con 1,752.0 kg MS/ha, seguido por la de la dormancia con 1,438.4 kg MS/ha y maduración con 1,358.7 kg MS/ha.

Pastizales de zonas húmedas.

Pastizal de Distichia muscoides.

Su habitat está por encima de los 4,200 m, con una topografía plana y una pendiente de 2-5%, inundados de agua. Las especies dominantes son Distichia muscoides (kunkuna hembra) y Oxichloe andina (kunkuna macho), las que conforme aumentan su profundidad presentan materia orgánica en descomposición y la parte superficial muestra un verdor permanente, conformando una vegetación densa y almohadillada, que fácilmente puede soportar el peso de un animal de 100 kg. El color de la materia orgánica obtenida a 69 cm de profundidad es café oscuro (10YR 3/3) y su pH de 5.9.

En el Cuadro 7 se observan los datos de la composición botánica y producción de biomasa del pastizal dominado por Distichia muscoides. Según estos datos los pastos altos aparecieron escasamente, siendo el Calamagrostis eminens con 7.3% la especie con mayor cobertura. Dentro de las especies bajas tenemos el Alchemilla pinnata con 6.7% y Eleocharis albibracteata con 9.0%. Contrariamente a las comunidades vegetales de pastos de zonas secas, las especies de crecimiento postrado que pertenecen a pastos de zonas húmedas, tuvieron un alto

Cuadro 6. Composición botánica (%) y producción (kg MS/ha) de pastizales de Scirpus rigidus.

Especies dominantes	Estado fenológico				
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	Anual X
Pastos altos:					
<u>Stipa brachiphylla</u>	8.3	12.3	7.3	7.7	8.2
<u>Calamagrostis amoena</u>	5.0	1.0	1.0	1.7	2.8
Sub-total	13.3	13.3	8.3	9.5	11.0
Pastos bajos:					
<u>Scirpus rigidus</u>	18.3	18.3	22.3	16.3	18.7
<u>Muhlenbergia peruviana</u>	6.0	5.0	14.0	10.7	8.9
Otros	13.7	15.7	10.4	16.7	22.1
Sub-total	38.0	39.0	46.7	43.7	41.7
Pastos postrados:					
<u>Aciachne pulvinata</u>	8.0	7.7	9.0	12.7	9.4
Otros	28.7	25.0	18.3	13.3	21.5
Sub-total	36.7	32.7	27.3	26.0	30.9
Cobertura total					83.8
Sin valor forrajero					16.2
Producción kg MS/ha	1,742.0	1,752.0	1,358.7	1,438.4	1,572.7

Cuadro 7. Composición botánica (%) y producción (kg MS/ha) del pastizal de Distichia muscoides.

Especies dominantes	Estado fenológico				
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	Anual \bar{X}
Pastos altos:					
<u>Calamagrostis eminens</u>	3.3	6.0	7.3	7.3	6.0
Otros	4.3	4.5	7.6	2.3	4.8
Sub-total	8.0	10.5	14.5	9.6	10.8
Pastos bajos:					
<u>Alchemilla diplophylla</u>	6.5	4.7	7.7	8.0	6.7
<u>Eleocharis albibracteata</u>	3.3	2.8	8.3	9.0	5.8
Otros	11.2	10.0	8.6	4.3	8.4
Sub-total	21.0	17.5	24.6	21.3	20.9
Pastos postrados:					
<u>Distichia muscoides</u>	25.5	41.0	22.3	19.0	27.0
<u>Plantago tubulosa</u>	7.0	14.0	8.5	18.0	11.9
<u>Plantago rígida</u>	12.5	4.8	12.7	14.8	11.2
Otros	17.0	10.2	9.5	8.0	11.3
Sub-total	62.0	70.0	53.0	59.8	61.4
Cobertura total					93.1
Sin valor forrajero					7.0
Producción kg MS/ha	933.7	860.3	786.6	565.9	786.6

porcentaje de cobertura, destacando individualmente el Distichia muscoides con 27.0%, Plantago tubulosa con 18.0% y Plantago rígida con 14.8%.

Siendo estas especies de crecimiento postrado, la producción de biomasa para los cuatro estados fenológicos fue bajo, llegando en promedio a 786.6 kg MS/ha. Teniendo valores de 933.7, 860.3, 786.6 y 565.9 kg MS/ha para el crecimiento, floración, maduración y dormancia, respectivamente.

Pastizales de Festuca dolichophylla - Plantago tubulosa.

Su habitad está entre 3,600 - 4,400 m. Caracterizado por una topografía plana a ondulada, con una pendiente de 6-12%, drenaje lento (zonas húmedas). Presenta abundante materia orgánica, pedregosidad superficial cero, color del suelo negro (7.5YR 2/0), con una textura franco-arcillosa, pH 6.75 y una humedad de 22%.

En el Cuadro 8 se muestran los datos de la composición botánica y producción de biomasa para la asociación dominada por Festuca dolichophylla y Plantago tubulosa. Dentro de los pastos altos aparece solamente la Festuca dolichophylla con 19.6% de cobertura. Como representante de los pastos bajos tenemos los siguientes: Juncus sp. 6.3%, Eleocharis albibracteata 5.6% y Carex ecuadorica 4.8%. La mayor cobertura se observa dentro de los pastos postrados, destacando el Plantago tubulosa con 17.4%.

Para los cuatro estados fenológicos se tiene una producción promedio de 1,796.1 kg MS/ha. Teniendo valores de 2,207.4, 1,871.1, 1,779.5 y 1,326.4 kg MS/ha, para la maduración, floración, crecimiento y dormancia, respectivamente.

ABSTRACT

The objectives of this study was to identify the principal vegetational associations found in native pastures, taking into account soil-plant inter-relationships during growth (November-December), floration (March) maduration (April-May) and dormancy (September) periods. The research was conducted at La Raya Station-IVITA, Department of Cusco, in the southern Peruvian highlands. Measurements of cover (mean aerial and basal cover) and biomass production (kg/ha), por the four phenologic periods in eight different associations. (A) Arid range land: (1) Festuca dolichophylla-Muhlenbergia fastigiata range site 91.5% and 2,317.2. (2) Festuca rigida range site 89.5% and 3,725.8. (3) Festuca orthophylla range site 77.7% and 2,924.2. (4) Stipa obtusa-Stipa ichu 80.8% and 3,009.6. (5) Calamagrostis amoena 64.6% and 2,532.3. (6) Scirpus rigidus 83.8% and 1,572.7. (B) Moister rangelands: (1) Distichia muscoides range site 93.1% and 786.6. (2) Festuca dolichophylla-Plantago tubulosa range site 92.4% and 1,796.1.

Cuadro 8. Composición botánica (%) y producción (kg MS/ha) del pastizal de Festuca dolichophylla - Plantago tubulosa.

Especies dominantes	Estado fenológico				
	Crecimiento (Nov-Dic)	Floración (Marzo)	Maduración (Abr-Mayo)	Dormancia (Set-Oct)	Anual \bar{X}
Pastos altos:					
<u>Festuca dolichophylla</u>	12.5	24.0	25.0	15.0	19.6
Pastos bajos:					
<u>Juncus sp.</u>	3.5	10.3	10.3	1.3	6.3
<u>Eleocharis albibracteata</u>	5.7	1.5	14.7	5.5	5.6
<u>Carex ecuadorica</u>	11.3	4.5	1.3	3.5	4.8
Otros	24.2	10.0	7.4	13.4	14.1
Sub-total	44.7	26.3	33.7	23.7	30.8
Pastos postrados:					
<u>Plantago tubulosa</u>	9.7	24.5	8.7	15.5	17.4
Otros	28.8	23.5	28.0	27.0	24.6
Sub-total	38.5	48.0	36.7	42.5	42.0
Cobertura total					92.4
Sin valor forrajero					7.3
Producción kg MS/ha	1,779.5	1,871.1	2,207.4	1,326.4	1,796.1

LITERATURA CITADA

- Bell, M.H. 1966. Rangeland Management for Livestock Production. Oklahoma Press. Norman. USA.
- Cardoso, A. 1974. Implicaciones ecológicas y productivas de la relación suelo-planta-animal. IV Reunión de Especialistas e Investigadores Forrajeros del Perú. Ministerio de Agricultura, IICA-Zona Andina. UNSCH Ayacucho-Perú.
- Clements, F.E. 1965. Research Methods in Ecology. Arn Press. Lincoln, Nebraska, USA. 334 p.
- Florez, A., E. Malpartida. 1987. Manejo de Praderas Nativas y Pasturas de la Región Altoandina del Perú. Tomo I. Fondo del Libro Banco Agrario. Editorial Abril S.A. 335 p.
- Kramer, P. 1974. Relaciones hídricas de suelos y plantas. Editorial Edutex, S.A. México.
- Tapia, M. 1971. Pasturas naturales del Altiplano del Perú y Bolivia. Publicación miscelánea No. 35. IICA-Zona Andina, Quito, Ecuador.
- Wilcox, B.P., y F.C. Bryant. 1984. Asociaciones vegetales en las praderas naturales de la Sierra Central del Perú. In: L.C. Fierro y R. Farfán (eds.). Investigaciones sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú. Vol. I. AID-Texas Tech University.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE OVINOS CRIOLLOS Y CRUCES EN PASTURAS CULTIVADAS.

L.F. Coronado

RESUMEN

Datos de rendimiento fueron colectados por el proyecto "Producción de Ovinos" en la Estación Principal de Altura del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura, Huancayo, Junín, Perú, de 1971 a 1973 en un régimen de crianza continua y de 1973 en un régimen de crianza estacional. Estos datos fueron analizados para caracterizar parámetros de crecimiento y reproducción de ovinos en pasturas cultivadas. Los caracteres de crecimiento fueron: peso al nacimiento, peso al destete, peso a los 6 meses, peso a los 12 meses, ganancia diaria promedio predestete del nacimiento al destete, ganancia diaria promedio postdestete del destete a los 6 meses y ganancia diaria promedio postdestete de los 6 meses a 12 meses para el régimen de crianza continua y peso al nacimiento, al destete y ganancia diaria promedio predestete para el régimen de crianza estacional. Los caracteres de reproducción analizados para ambos regímenes de crianza fueron: largo de gestación, intervalo entre partos y frecuencia de mellizos. Los cuadrados mínimos promedios por tipo de corderos obtenidos indicaron una superioridad en pesos de los corderos Junín, al nacer, destete, 5 meses y 12 meses y una ganancia diaria promedio del nacimiento al destete, y de 6 meses a 12 meses. Los corderos 1/2J1/2C mostraron una más rápida ganancia diaria promedio del destete a los 6 meses que los otros corderos. En el régimen de crianza continua, igual patrón fue mostrado por los corderos Junín en el régimen de crianza estacional. Los cuadrados mínimos promedio para largo de gestación, intervalo entre partos y frecuencia de mellizos mostraron que, en el régimen de crianza estacional, las borregas criollas cumplen con un esquema de 3 partos por dos años, esto es, producen una cría cada 8.4 meses.

La industria ovina en el Perú está mayormente desarrollada en la sierra a altitudes que varían de 2,800 a 5,000 m sobre el nivel del mar. La población total de ovinos es cerca de 15 millones y es distribuida aproximadamente 10, 30 y 60% en las regiones norte, centro y sur, respectivamente. De este total, cerca del 80% está constituido por criollos. El resto son criollos cruzados y algunas razas puras tales como Corriedale, Merino y Junín.

El ovino criollo es reportado ser un animal con baja productividad. El promedio de peso de carcasa de animales adultos es 11.0 kg. La producción de lana por animal es .5 kg, la fertilidad 60% y mortalidad 30%.

Coronado es profesor de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM

La baja eficiencia productiva del ovino criollo en el Perú es debida principalmente al bajo nivel tecnológico de producción como sistema y a las pobres condiciones de alimentación y manejo. Consecuentemente, uno de los objetivos básicos del Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura del Perú es mejorar el potencial genético del ovino criollo para producción de carne, y los sistemas de producción usados.

Para mejorar la eficiencia productiva del ovino criollo en el Perú, algunas alternativas ambientales y genéticas pueden ser elegidas. Una alternativa podría ser mejorar el recurso alimenticio implantando pequeñas áreas de pastos cultivados, donde sea factible, y una segunda estableciendo un sistema de producción lógico para una combinación de pasturas nativas y cultivadas como sistema, envolviendo todos los pasos tecnológicos de un eficiente sistema de producción. Una tercera alternativa es la selección y cruzamiento con razas de mayor potencial genético para producción de carne. Esta alternativa implica la necesidad de reunir los niveles mínimos de mejora de la nutrición y manejo. Por lo tanto esta tercera alternativa podría lógicamente acompañar a la primera y segunda alternativa. Teniendo en consideración los aspectos mencionados los objetivos del presente trabajo fueron el determinar el comportamiento productivo, medido a través de pesos corporales, y el reproductivo de ovinos criollos y cruces bajo pasturas cultivadas.

MATERIALES Y METODOS

Los datos para este estudio fueron colectados del Proyecto "Producción de ovinos" del IVITA, Estación Principal de Altura-Huancayo. Este proyecto utilizó un rebaño de borregas criollas que fueron compradas de diferentes comunidades de la región central del Perú. También, un grupo de borregas Junín (raza basada en el ovino criollo y razas importadas como Columbia, Panamá, Romney Marsh y Warhill) fueron usadas para producir información complementaria. Estas borregas criollas y Junín fueron apareadas para producir corderos puros y cruzados. El propósito del proyecto fue desarrollar un sistema de producción de ovinos bajo pasturas cultivadas.

La unidad de investigación consiste en tierras de una área de 10 hectáreas, de las cuales aproximadamente 8 hectáreas son pastos cultivados y el resto ins-

talaciones de crianza. La pastura cultivada es una mezcla de Lolium perenne, Lolium multiflorum y Trifolium repens, con riego durante la época seca y fertilización anual con nitrógeno, fósforo y potasio. Las ocho hectáreas fueron divididas en aproximadamente 30 lotes para establecer un sistema rotacional de pastoreo con un período de pastoreo de 2 a 7 días y el subsecuente período de descanso de 28 a 42 días, de acuerdo con el número de animales en cada lote.

Los datos analizados fueron colectados de 1971 a 1977, durante el cual dos regímenes de manejo fueron involucrados. De 1971 a 1973 fue un programa de crianza continua en el cual 10 días después de su último parto las borregas fueron expuestas a los carneros continuamente. De 1973 a 1977 un sistema de tres partos por cada dos años fue programado, en el cual las borregas completaron tres ciclos de empadre, empezando con la crianza de Noviembre-Diciembre 1973 y extendiéndose hasta Noviembre-Diciembre 1976. Cada ciclo fue constituido de tres estaciones de empadre y pariciones. Las estaciones de crianza fueron: (1) empadre Noviembre-Diciembre para parición Abril-Mayo, (2) empadre Marzo-Abril para parición Agosto-Setiembre y (3) empadre Julio-Agosto para parición Diciembre-Enero. Las borregas fueron expuestas a machos con chalecos marcadores por 4 a 5 semanas. Los carneros usados para los sistemas de crianza fueron criollos y Junín.

El programa de salud para borregas y corderos consistió de vacunaciones contra enterotoxemia a los 4 meses de gestación de las borregas y ectima contagioso al mes de edad en los corderos. Dosificaciones antiparasitarias fueron realizadas periódicamente. Los registros individuales de borregas y corderos fueron número de identificación, madre, padre, fecha de nacimiento, sexo, tipo de nacimiento y pesos corporales.

Para los datos de crianza continua los siguientes caracteres de crecimiento fueron analizados: (1) peso al nacimiento (NACIM); (2) peso al destete (DESTETE) el cual fue fijado a los 90 días de edad; (3) peso a los 6 meses (6-MESES); peso a los 12 meses (12-MESES); (5) ganancia predestete (GDPPR), en este estudio definido como la ganancia diaria promedio del nacimiento al destete (kg/día calculado como la diferencia entre peso al destete y nacimiento dividido por la edad fijada a los 90 días y (6) ganancia promedio postdestete la cual fue dividida en dos partes: (a) ganancia diaria promedio de peso del destete a peso a los 6 meses (GPPSD 1, calculado como la diferencia entre peso a los 6 meses y peso al

destete dividido por 90 días) y (b) ganancia diaria promedio de peso de 6 meses a los 12 meses (GDPPOS 2, calculado como la diferencia entre peso a los 12 meses y peso a los 6 meses dividido por 180 días). Para los datos de crianza estacional los caracteres de crecimiento analizados fueron: (1) peso al nacer (NACIM); (2) peso al destete (DESTETE) tomado a la fijada edad de 90 días y (3) ganancia diaria promedio predestete (GDPPR).

En los datos de crianza continua y crianza estacional los siguientes caracteres de reproducción fueron analizados: (1) largo de gestación (GEST, calculado como la diferencia de día, mes y año de parición del día, mes y año de empadre); (2) intervalo entre partos (INPA, calculado de la previa fecha de parto a la próxima fecha de parto; y (3) frecuencia de mellizos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracteres de Crecimiento en el Régimen de Crianza Continua.

Los cuadrados mínimos promedios para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria promedio predestete por tipo de cordero son mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cuadrados mínimos promedios y errores estándares para peso al nacimiento (NACIM), peso al destete (DESTETE) y ganancia diaria promedio predestete (GDPPR) por tipo de cordero para el régimen de crianza continua.

Corderos	No.	NACIM (kg)	No.	DESTETE (kg)	GDPPR (kg)
Criollos (C)	146	2.5 ± .07	136	15.1 ± .30	.14 ± .003
Junín (J)	56	3.8 ± .09	46	21.4 ± .41	.19 ± .004
1/2J,1/2C	96	3.2 ± .08	85	17.4 ± .35	.16 ± .004

Para peso al nacimiento, los corderos de raza Junín fueron más pesados que los corderos de tipo criollo y 1/2J1/2C (3.8 vs 2.5 y 3.2 kg). En el caso del tipo criollo, Naranjo y Sabogal (1978), de datos sobre apareamientos continuos de borregas sobre un período de dos años, reportaron que el peso al nacimiento de corderos nacidos en 3 períodos promediaron 4.2, 3.7 y 4.1 kg, los cuales son superiores al peso al nacimiento encontrados para corderos criollos en este estu-

dio. Al destete, los corderos de raza Junín pesaron más que los criollos y 1/2J 1/2C (21.4 vs 15.1 y 17.4 kg). Naranjo y Sabogal (1978) reportaron pesos al destete tomados a los tres meses de edad de 20.54, 20.36 y 19.04 kg para corderos Romney Marsh nacidos en 3 períodos. Arora y Arora (1980) señalaron que pesos al destete variaron de 11.83 a 22.57 kg en corderos Dorset y 12.07 a 24.38 kg en Suffolk de ovejas importadas del Reino Unido.

Los promedios para peso a los 6 meses y ganancia diaria promedio postdestete del destete a los 6 meses por tipo de cordero (Cuadro 2), mostró que los corderos Junín fueron más pesados que los corderos criollos y 1/2J1/2C (27.0 vs 20.3 y 24.1 kg) pero los corderos 1/2J1/2C ganaron más rápido que corderos Junín y criollo (.069 vs .052 y .053 kg). Información. El peso a los 6 meses fue dado por Ozcan y Aki (1975) quienes reportaron que Texel x Kivircik y Texel x F1 pesaron 29.1 y 28.8 kg, respectivamente.

Cuadro 2. Cuadrados mínimos promedios y errores estándares para peso a los 6 meses (6-MESES) y ganancia diaria promedio postdestete (GDPPOSD) por tipo de cordero para el régimen de crianza continua.

Corderos	No.	6-MESES (kg)	GDPPOSD ¹ (kg)
Criollos (C)	70	20.3 ± .52	.053 ± .004
Junín (J)	28	27.0 ± .75	.052 ± .006
1/2J1/2C	53	24.1 ± .63	.069 ± .005

¹ del destete (3 meses) a los 6 meses de edad.

Los promedios para peso a los 6 meses y ganancia diaria promedio postdestete de 6 meses a 12 meses (Cuadro 3) por tipo de cordero indicaron que los corderos de raza Junín (37.8, 0.72 kg) fueron más pesados y ganaron más rápido que los corderos criollos (28.8 y .054 kg) y 1/2J1/2C (35.0 y .064 kg). Resultados de peso corporal a los 12 meses son dados por Arora y Arora (1980) quienes reportaron pesos corporales de Dorset y Suffolk importados del Reino Unido de 19.0 a 42 kg y 26.0 a 38.0 kg, respectivamente. Abdullaev y Rizaev (1974) reportaron pesos de 43.7, 42.5 y 38.0 kg a 12 meses para corderos y de borregas de carne-lana fina.

Cuadro 3. Cuadrados mínimos promedios y errores estándares para peso a los 12 meses (12-MESES) y ganancias diarias promedio (GDPPSD) por tipo de cordero para el régimen de crianza continúa.

Corderos	No.	12-MESES (kg)	GDPPSD ² (kg)
Criollos (C)	59	28.8 ± 1.0	.054 ± .004
Junín (J)	25	37.8 ± 1.1	.072 ± .005
1/2J1/2C	35	35.0 ± 1.1	.064 ± .005

² de 6 meses a 12 meses de edad.

Caracteres de Crecimiento en el Régimen de Crianza Estacional.

Los cuadrados mínimos promedios por tipo de cordero para peso al nacimiento, peso al destete y ganancia diaria promedio predestete (GDPPR) son mostrados en el Cuadro 4. Los resultados al nacimiento de los corderos de líneas puras, cruce de dos razas y retrocruce, indicaron que los corderos de raza Junín (3.6 kg) tuvieron los pesos más pesados al nacimiento y los criollos (2.4 kg) los más ligeros. Los corderos 1/2J1/2C (3.1 kg) y 3/4J1/4C (3.4 kg) intermedios entre los dos anteriores. Al destete y ganancia diaria promedio predestete los corderos Junín (18.3 y .169 kg) y 3/4J1/4C (18.1 y .164 kg) fueron los más pesados y ganaron más rápido que los criollos (13.8 y .126 kg) y 1/2J1/2C (15.0 y .133 kg). Krizek y Jakubec (1978) reportaron que el peso al nacimiento promedio 3.18 kg para 358 Merino Precoz Alemán. Ozcan y Aki (1975) señalan pesos a los 90 días de 22.2 y 22.3 kg para corderos Texel x Kivircik y Texel x F1.

Cuadro 4. Cuadrados mínimos promedios y errores estándares para peso al nacimiento (NACIM), peso al destete (DESTETE) y ganancia diaria promedio predestete (GDPPR) por tipo de cordero para el régimen de crianza estacional.

Corderos	NACIM		DESTETE		GDPPR	
	No.	kg	No.	kg	No.	kg
Criollos (C)	197	2.4 ± .06	172	13.8 ± .32	172	.126 ± .003
Junín (J)	61	3.6 ± .08	33	18.3 ± .53	33	.169 ± .005
1/2J1/2C	49	3.1 ± .09	40	15.0 ± .50	40	.133 ± .005
3/4J1/4C	22	3.4 ± .12	12	18.1 ± .81	12	.164 ± .008

Caracteres de Reproducción para el Régimen de Crianza Continua.

Los cuadrados mínimos promedios para largo de gestación, intervalo entre partos y frecuencia de mellizos por tipo de madre son mostradas en el Cuadro 5. Las borregas criollas (151.1 + .9) tuvieron largos de gestación mayores en 4.5 días ($P < .01$) que las Junín (146.6 + .96). Los resultados obtenidos para borregas criollas fueron similares a esos reportados por Glimp (1971) y Choque y Cardozo (1974). Glimp (1971) reportó largos de gestación de 150.7 días para Rambouillets. Choque y Cardozo (1974) señalan largos de gestación de 150.3 y 152.4 días para borregas Corriedale y Rambouillet, respectivamente en el altiplano boliviano. Valores similares en borregas Junín fueron encontrados por Goode (1973) quien reportó para Dorset x Barbados Blackbelly un período de gestación de 146 días y Southam et al. (1971) de 145.9 días para borregas Dorset x Targhee. Las borregas criollas (282.2 ± 13.3 días) mostraron intervalos entre partos 5.4 días más largos que borregas Junín (276.8 + 24.5 días), pero la diferencia no fue significativa. Valores para intervalos entre partos similares a los valores encontrados para borregas criollas en este estudio fueron señalados por Carter y Copenhaver (1973) quienes reportaron un intervalo de partos de 288 días en borregas Dorset Horn y Arnolk y Charlick (1980) quienes indicaron un intervalo entre partos de 284 días en un rebaño de Merinos. Más bajos valores de intervalos entre partos que los valores para borregas criollas y Junín obtenidos en este estudio fueron encontrados por Copenhaver y Carter (1964) quienes señalaron para Hampshire y Suffolk por ovejas cruzadas de montaña un promedio de intervalo entre partos de 203 y 205 días, respectivamente. Sin embargo, más largos intervalos entre partos fueron encontrados por Visscher (1981) quien reportó valores de 211 a 326 días en Finnish Landrace y cruces. La frecuencia de mellizos fue alta ($P < .01$) para Junín (5.8%) que para criollas (.01%).

Cuadro 5. Cuadrados mínimos promedios y errores estándares para largo de gestación (GEST), intervalo entre partos (INPA) y frecuencia de mellizos (FME) por raza de madre para el régimen de crianza continua.

Raza de Madre	GEST		INPA		FME	
	No.	Días	No.	Días	No.	Días
Criolla (C)	237	151.1 + .90	174	282.2 + 13.3	340	.01 + 1.4
Junín (J)	90	146.6 + .96	51	276.8 + 24.5	92	5.8 + 1.8
Promedio	327	148.8 + .70	225	279.5 + 15.7	432	2.9 + 1.3

Caracteres de Reproducción para el Régimen de Crianza Estacional.

Los cuadrados mínimos promedios para largo de gestación, intervalo entre parto y frecuencia de mellizos por tipo de madre son mostrados en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Cuadrados mínimos promedio y errores estándares para largo de gestación (GEST), intervalo entre partos (INPA) y frecuencia de mellizos (FME) por raza de madre para el régimen de crianza estacional.

Raza de Madre	GEST		INPA		FME	
	No.	Días	No.	Días	No.	Días
Criolla (C)	529	150.9 ± .20	484	252.1 ± 17.3	532	5.3 ± 1.9
Junín (J)	157	148.6 ± .27	138	302.4 ± 18.9	160	14.1 ± 2.7
1/2J1/2C	108	149.4 ± .27	73	268.6 ± 18.9	108	12.8 ± 2.7

El largo de gestación del tipo de madre criolla fue más larga ($P < .01$) que Junín y 1/2J1/2C (150.9 vs 148.6 y 149.4 días). Reportes sobre resultados sobre largo de gestación en algunas razas similares a los valores obtenidos en este estudio fueron dados por Southam et al. (1971) quienes reportaron largos de gestación de 149.1 y 148.7 días para Rambouillet, Targhee y Columbia, respectivamente. Sin embargo, Bocharov (1981) encontró que el largo de gestación fue de 141 a 146 días en 83.8% y 138 a 140 días en 10.2% en un rebaño de borregas Romanov. El tipo criollo tuvo 51.3 días más corto ($P < .01$) intervalos entre partos que Junín (251.1 vs 302.4 días). El tipo de raza Junín tuvo 33.8 días de intervalo entre partos que 1/2J1/2C (302.4 vs 268.6 días). Los intervalos observados en este estudio fueron más cortos que aquellos dados por Visscher (1981) quien encontró que el intervalo entre partos promedio 314, 326 y 311 días para Ile-de-France, Finnish Landrace, Ile-de-France x Finnish Landrace y Finnish Landrace x Ile-de-France, respectivamente. Sin embargo, valores más cortos que los encontrados en este estudio fueron indicados por Copenhaver y Carter (1964), quienes encontraron intervalos promedios entre partos de 203 y 205 días en borregas cruzadas (Hampshire y Suffolk por borregas cruzadas de montaña). Las borregas criollas (5.3%) tuvieron más baja frecuencia de mellizos que Junín (14.1%, $P < .01$), 1/2J1/2C (12.8%, $P < .05$). Porcentaje de mellizos fueron reportados por Szabo (1982) quien encontró una incidencia de mellizos de 6% y 11% para Corriedale al primer y segundo parto.

Los resultados obtenidos en el aspecto productivo, pesos corporales, en ambos regímenes de crianza, comparados a los hallados por otros investigadores, si bien no están por encima de los obtenidos por otros investigadores, éstos nos dan evidencias que el potencial genético del ovino criollo y sus cruces pueden ser mejorados, dándoles mejores condiciones de crianza. Por otro lado, en el régimen de crianza estacional si conjugamos los parámetros productivos con los reproductivos tenemos que, en el caso de los ovinos tipo criollo, si bien los resultados productivos no son muy altos éstos muestran en el aspecto reproductivo la capacidad de cumplir un esquema de tres partos por dos años, lo que significaría la producción de un (o dos en caso de mellizos) cordero cada 8 meses.

Finalmente, habiendo comparado el material de razas o tipos existentes, hay futuros cursos de acción que deberían ser tomados. La selección dentro de razas puras guiará al mejoramiento de razas cruzadas, aunque futuros estimados de correlaciones genéticas entre rendimientos de puros y cruzados son requeridos para confirmar que ellos son favorables. Formación de poblaciones compuestas, tales como el Junín, podrían combinar caracteres deseables de razas en general en una nueva raza mejor adaptada a las condiciones ambientales en el Perú.

ABSTRACT

Performance data collected on the "Sheep Production" project at the Principal Altitude Station of the Veterinary Institute of Tropical and Altitude Research, Huancayo, Junín, Perú from 1971 to 1973 in the continuous breeding regimen and from 1973 to 1977 in the seasonal breeding regimen were used to characterize growth and reproduction characters of sheep on cultivated pastures. The growth characters analyzed from the continuous breeding data were birth weight, weaning weight, 6-month weight, 12-month weight, preweaning average daily gain from birth to weaning, postweaning average daily gain from weaning to 6 months and postweaning average daily gain from 6 months to 12 months. Growth characters for the seasonal breeding data were birth weight, weaning weight and average daily gain from birth to weaning. The reproduction characters analyzed for both breeding data sets were gestation length, lambing interval and frequency of twins. The Junin breedtype of lamb was superior at birth, weaning, 6-month and 12-month weights to the other breedtypes in the continuous breeding and seasonal breeding management. For the seasonal breeding data, breed of dam had a significant effect on gestation length, lambing interval and frequency of twins. The Criollo dam exhibited the ability to lamb on a three-times-two-year schedule with 8.4 month interval.

LITERATURA CITADA

- Abdullaev, M.V., y Rizaev. 1974. Early lambing in mutton-wool flock is advantageous. *Anim. Breed. Abstr.* 42:121.
- Arnold, G.W., y A.J. Charlick. 1980. Reproductive rate in a natural flock of Merino sheep. *Proc. Australian Soc. Anim. Prod.* 13:417.
- Arora, R.L., y C.A. Arora. 1980. Note on reproduction and performance of Dorset and Suffolk breeds of sheep. *Indian J. Anim. Sci.* 50:287.
- Bocharov, V.F. 1981. Pregnancy duration and intensive production. *Anim. Breed. Abstr.* 49:78.
- Carter, R.C., y J.S. Copenhaver. 1973. Performance of ewes breed and crosses under accelerated lambing. *Virginia Polytechnic Inst. and State Univ. Res. Rep.* 153:94.
- Choque, H., y A. Cardozo. 1974. Pesos vivos y caracteres reproductivos en ovinos de altura. *ALPA Mem.* 9:53.
- Copenhaver, J.S., y R.C. Carter. 1964. Maximizing ewe productivity by very early weaning and rebreeding. *J. Anim. Sci.* 23:302. (Abstr.)
- Glimp, H.A. 1971. Effect of breed and mating season on reproductive performance of sheep. *J. Anim. Sci.* 32:1176.
- Goode, L. 1973. Reproductive performance of Blackbelly and Landrace crossbred ewes. *J. Anim. Sci.* 37:234 (Abstr.).
- Krizek, J., y V. Jakubec. 1978. Birth weights of Finnish Landrace, Romanov and German Mutton Merino lambs. *Anim. Breed.* (Abstr.)
- Naranjo, Q.A. y O.Y. Sabogal. 1978. Comportamiento reproductivo ovino en una región alta de Colombia. *Rev. Inst. Colombiano Agropecuario.* 13:313.
- Ozcan, H., y T. Aki. 1975. A comparative study on birth weight, live weights, growth and lamb survival of Kivircik and Texel x Kivircik lambs at Inan Animal Breeding Research Station. *Anim. Breed. Abstr.* 43:76
- Southam, E.R., C.V. Hulet, y M.P. Botkin. 1971. Factors influencing reproduction in ewe lambs. *J. Anim. Sci.* 32:1282.
- Szabo, T. 1982. Reproductive traits in Corriedale sheep. *Anim. Breed. Abstr.* 50:864.
- Visscher, A.H. 1981. Lamb production of Finnish Landrace, Ile-de-France and their reciprocal crosses in a 8-month lambing cycle. 32nd. Annu. Meet. European Assoc. Anim. Prod. III 7, 16 pp.

COMPARACION DE LA SELECTIVIDAD Y NUTRICION ENTRE CAMELIDOS SUDAMERICANOS Y OVINOS. I. COMPOSICION BOTANICA DE LAS DIETAS DE LLAMA, ALPACA Y OVINO.

F. San Martín, F. Bryant, T. Huisa, R. Farfán y A. Rosales

RESUMEN

Los pastizales del sur oriente del Perú soportan una gran población de ovinos y camélidos sudamericanos, por lo que estudios enfocando el uso múltiple de estos pastizales son necesarios para obtener un balance ecológico entre las comunidades vegetales y las especies animales. En el presente trabajo se determinaron la composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino usando animales fistulados al esófago. Estas especies estuvieron pastoreando tres diferentes pasturas en los períodos de seca y de lluvia. En la pastura cultivada los ovinos consumieron, en ambos períodos, 2.6 veces más leguminosas que las llamas y alpacas. En el pastizal nativo Festuca dolichophylla (Fedo) y en el pastizal Festuca rígida (Feri), en ambos períodos, las llamas seleccionaron una mayor proporción de gramíneas altas (42%) que alpacas (26%) y ovinos (19%). Las alpacas y ovinos mostraron una mayor selección por gramíneas cortas y herbáceas. Con respecto a la selección de partes de plantas, los ovinos consumieron más hojas que las alpacas y llamas en las tres pasturas. Las alpacas tuvieron una selección intermedia, entre ovino y llama, para la selección de hojas y tallos. Los índices de similaridad de las dietas entre especies fueron altos entre llamas y alpacas (96%) en la pastura cultivada. En los dos pastizales nativos, altos índices de similaridad fueron obtenidos en el período seco. En el pastizal Fedo, las dietas de alpaca y ovino tuvieron los más altos índices de similaridad (83%), mientras en el pastizal Feri, las dietas de llama y alpaca alcanzaron los más altos índices (84%). Estos cambios en los índices de similaridad entre especies fueron atribuidos a la adaptabilidad de la alpaca a cambiar sus preferencias de especies de acuerdo a la disponibilidad de forraje.

El conocimiento de la composición botánica de la dieta de rumiantes bajo condiciones de pastoreo es fundamental para el manejo del pastizal. Scott y Dahl (1980) señalan que la producción animal está influenciada por las especies forrajeras consumidas y que una segura evaluación de la dieta seleccionada facilita la aplicación de los principios en el manejo del pastizal.

Las dietas seleccionadas por animales al pastoreo principalmente son determinadas por la preferencia del animal. Sin embargo, la preferencia animal es el resultado de interacciones entre la planta (cómo la especie forrajera es distribuída en el tiempo y espacio, los que influyen su accesibilidad y fá-

San Martín y Farfán son investigadores del Centro de Investigación IVITA. Bryant es profesor del Department of Range and Wildlife Management, Texas Tech University. Huisa es investigador de la Estación de La Raya - UNSAAC.

cil prehensión) y el animal (determinando la cantidad en la que la preferencia dietética es modificada por el tamaño de las partes de la boca y modo del mordisco) (Grant et al., 1985).

Pocos estudios se han realizado sobre la selectividad de ovinos en la región del altiplano peruano. Béjar (1969), Rojas (1977) y Fierro (1985) estudiaron la dieta seleccionada por ovinos en un pastizal dominado por Festuca dolichophylla, Calamagrostis antoniana y F. dichoclada. Béjar (1969) y Fierro (1985) señalan que los ovinos seleccionaron preferentemente F. dolichophylla y Muhlenbergia fastigiata.

Los primeros estudios usando alpacas fistuladas al esófago fueron realizados por Bárcena (1977). Huisa (1985) trabajando con alpacas en un pastizal Festuca-stipa señalan que el consumo de gramíneas altas y cortas incrementó y decreció, respectivamente, a medida que la estación seca progresó. Reiner y Bryant (1986) señalan que la alpaca es un animal muy adaptable en su dieta dependiendo de la vegetación disponible.

Bryant et al. (1987) estudiaron comparativamente entre alpaca y ovino las dietas seleccionadas en un pastizal con predominancia de F. dolichophylla. Los autores señalan que la alpaca selecciona más gramíneas altas que los ovinos. Asimismo, los más altos índices de similaridad de las dietas de alpaca y ovino fueron alcanzados en los meses intermedios entre la época de seca y época de lluvia. No existen estudios sobre selectividad usando animales fistulados en llamas. Franklin (1982), basado en observaciones visuales, indica que las llamas prefieren más gramíneas altas y fibrosas que otros herbívoros.

En el Perú cerca del 70% de la ganadería está en manos de pequeños criadores y comunidades campesinas. Las llamas y alpacas son criadas conjuntamente con ovinos. A pesar de esta realidad, son pocos los trabajos realizados enfocando comparaciones de la composición botánica de la dieta entre estas especies que permitan entender las diferencias en la utilización del recurso forrajero disponible en el sistema. Esta información es importante para determinar la separación del nicho forrajero y la ecología alimenticia en la región de los Andes. Asimismo, información sobre las interrelaciones dietéticas entre ovinos y camélidos sudamericanos sometidos a diferentes tipos de pasturas podrán ilustrar sus diferencias en la eficiencia biológica.

El objetivo de este estudio fue de describir y contrastar la composición botánica estacional de las dietas seleccionadas por llama, alpaca y ovino bajo tres diferentes tipos de pasturas.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El trabajo se realizó en la Estación de Investigación de Camélidos Sudamericanos La Raya-IVITA, localizada en la región de los Andes del sur oriente peruano en el Departamento de Cusco, cerca de las coordenadas 14°30' latitud sur y 71° longitud oeste. La altitud va de 4,000 a 5,000 m sobre el nivel del mar.

Datos meteorológicos de la estación de La Raya-IVITA, desde 1974 a 1984, indican una temperatura promedio máxima de 14.1°C y una temperatura promedio mínima de -1.5°C con un promedio general de 6.3°C. En un año normal, aproximadamente el 80% de la precipitación ocurre durante los meses de Octubre a Mayo, alcanzando su pico en los meses de Enero y Febrero. Así, existen dos períodos marcados en la distribución de la precipitación pluvial, el período seco (Mayo a Agosto) y el período de lluvia (Diciembre a Abril). Datos de precipitación de 1974 a 1984 indican un promedio anual de 914.5 mm.

Los suelos de La Raya son bajos en nitrógeno y fósforo disponible debido a la lenta descomposición de la materia orgánica impuesto por el clima frío (Molina y Little, 1981). El pH varía de 4.6 a 6.0. La materia orgánica en la parte superior del suelo varía de 4 a 8%.

METODOS

La composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino fueron obtenidos en una pastura cultivada y dos pastizales naturales. La pastura cultivada estuvo localizada en una área de 5 ha compuesta por una mezcla de Festuca rubra, Lolium perenne y Trifolium repens. La pastura cultivada fue dividida en 5 canchales y manejadas como un sistema de pastoreo de corta duración. Los períodos de descanso fueron de aproximadamente 60 y 40 días para los períodos de seca y de lluvia, respectivamente. Cada potrero fue pastoreado de 3 a 4 días. La pastura fue irrigada cada 10 días durante los meses secos.

Los dos pastizales naturales fueron de 1 ha cada uno y cercados. Estos pas-

tizales estuvieron clausurados al uso animal por 12 meses antes del inicio del estudio. El pastizal Festuca dolichophylla (Fedo) estuvo localizado en una área con poca pendiente (< 5%) a 4,000 m y tuvo un constante suministro de agua en el suelo (Aguirre, 1985). Las especies dominantes fueron Festuca dolichophylla, Muhlenbergia fastigiata, y Alchemilla pinnata.

El pastizal Festuca rígida (Feri) estuvo localizado en una ladra a 4,200 m con 15 a 20% de pendiente. Este pastizal fue más seco que el pastizal Fedo. Las especies dominantes fueron Festuca rígida, Stipa obtusa y Lepechinia meyeri. Tanto el pastizal Fedo como el Feri fueron clasificados de acuerdo a su uso por el ganado. Así, el pastizal Fedo fue clasificado como regular para alpacas, bueno para ovinos y regular para vacunos, mientras que el Feri fue clasificado como pobre para alpacas, pobre para ovinos y muy pobre para vacunos (Aguirre y Oscanoa, 1985).

La vegetación en los dos pastizales fue dividida en 5 clases de forraje para mejorar la interpretación de los resultados. Estas clases fueron: gramíneas totales, gramíneas altas (más de 40 cm de alto), gramíneas cortas (menos de 40 cm de alto y/o postrados), plantas parecidas a las gramíneas y herbáceas.

La pastura cultivada y los pastizales Fedo y Feri fueron muestreados durante los meses de Junio-Julio 1985 (período seco) y Diciembre 1985 - Enero 1986 (período de lluvia). La precipitación bimensual de estos períodos fueron de 9.1 y 211.7 mm, respectivamente.

Las muestras de la dieta durante el período seco fueron obtenidas de 4 llamas, 5 alpacas y 5 ovinos castrados y fistulados al esófago. En el período de lluvia las llamas fueron incrementadas a 5. Las llamas fueron adultas (5-6 años) pesando un promedio de 89 ± 4.9 kg. Las alpacas fueron adultas (4-5 años) del tipo huacaya con un peso promedio de 68 ± 1.5 kg. Los ovinos fueron de la raza Corriedale de 2-3 años de edad, con un peso promedio de 51 ± 2.0 kg.

Durante ambos períodos de colección de muestras, la secuencia de muestreo fue primero en la pastura cultivada para seguir en el pastizal Fedo y luego en el pastizal Feri. Antes del período de colección de 5 días se tuvo un período de adaptación a las áreas experimentales de 10 días. Las dietas fueron colectadas por 0.5 h usando bolsas con malla en su base y colocadas en el cuello de los animales cada mañana a las 09:00 h.

Cada colección diaria por animal fue secada al aire y colocada en una bolsa de papel. Luego de conseguir las 5 muestras por animal éstas fueron mezcladas a mano obteniéndose una muestra (5 días) por animal. Las muestras fueron luego molidas en un molino Wiley para pasar por un tamiz de 1 mm. La composición botánica fue determinada por la técnica microhistológica (Sparks y Malechek, 1968). Cinco láminas por muestra (animal) y 20 campos por lámina fueron leídas, basada en la colección de referencia obtenidas previamente en las áreas de estudio. La frecuencia de especie de plantas fueron registradas para cada lámina siguiendo los procedimientos descritos por Scott y Dahl (1980). A partir de estos 20 campos, cinco fueron escogidos al azar y leídas la ocurrencia de hoja, tallo, semillas y flores. El análisis de la composición botánica fue conducida usando microscopio a 100 X en la estación experimental de La Raya-IVITA.

La disponibilidad de forraje (MS kg/ha) de las pasturas experimentales fue obtenida en cada período por corte a mano de toda la vegetación usando 10 cuadrantes de 1 m² en cada pastura antes de cada muestreo. La vegetación fue separada por especie y secada en un horno a 60°C para la determinación de materia seca.

El coeficiente de similaridad de Kulczynski para cada pastura y período fue usado para comparar la composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino, así como para comparar las dietas de llama, alpaca y ovino con las especies disponibles (Grant et al., 1985). El coeficiente de similaridad de Kulczynsky (S) usando dos grupos de proporciones, X y Z (por ejemplo: X = % dieta de llama y Z = % dieta de ovino), es definido por:

$$S = (2W/a + b) \times 100$$

donde W = es la sumatoria de los valores más bajos cuando se comparan X y Z proporciones para cada componente; a = sumatoria de todos los componentes de X proporciones=100; y b = sumatoria de todos los componentes de Z proporciones = 100. Para razones de interpretación, cuando S = 100 implica que hay una completa similaridad y S = 0 implica una completa disimilaridad.

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar con un arreglo de parcelas divididas para cada pastura considerándose dieta por especie animal como el factor principal. Variaciones entre animales individuales de todas las especies fue considerado error experimental. Las muestras por pe-

ríofo fueron consideradas como mediciones repetidas. Los datos se analizaron estadísticamente mediante computación usando el modelo lineal generalizado (MLG) de SAS (SAS, 1985). Cuando se encontró significancia, a nivel de probabilidad de 0.05, los promedios fueron comparados usando la prueba de la Diferencia Límite de Significación (DLS) de Fisher (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

Disponibilidad de forraje.

La proporción de gramíneas y leguminosas fue aproximadamente la misma durante ambos períodos 95 y 5%, respectivamente. En el pastizal Fedo, la proporción de Festuca dolichophylla fue de 74 y 82% del total de la biomasa durante el período seco y de lluvia. La Muhlenbergia fastigiata en ambos períodos fue la especie dominante dentro de las gramíneas cortas. En el pastizal Feri, la Festuca rígida fue la especie dominante con un 49 y 39% de la biomasa para el período seco y de lluvia, respectivamente.

Composición botánica de las dietas.

Pastura cultivada.- Las dietas de llama y alpaca fueron consistentemente mayores ($P < 0.05$) en gramíneas que la del ovino (Cuadro 1). El ovino consumió 2.6 veces más Trifolium repens que los camélidos sudamericanos.

Pastizal Fedo.- Las llamas consumieron más ($P < 0.05$) gramíneas altas en ambos períodos que las alpacas y ovinos, mientras que el consumo de gramíneas altas en alpacas fue mayor ($P < 0.05$) que el de los ovinos (Cuadro 2). En ambos períodos, las llamas consistentemente seleccionaron gramíneas, plantas parecidas a las gramíneas y herbáceas en las proporciones de 88, 6 y 6, respectivamente. El consumo de gramíneas cortas y herbáceas por alpacas fue similar al del ovino en el período seco. Sin embargo, en el período de lluvia, la alpaca seleccionó menos ($P < 0.05$) gramíneas cortas y más ($P < 0.05$) herbáceas que el ovino (Cuadro 2). En los ovinos en el período de lluvia la selección por herbáceas decreció mientras que la selección por gramíneas cortas incrementó ($P < 0.05$).

Pastizal Feri.- Las llamas seleccionaron mayormente gramíneas en ambos períodos, mientras que las alpacas seleccionaron más gramíneas ($P < 0.05$) durante el período seco que durante el período de lluvia (Cuadro 3). Los ovinos incre-

Cuadro 1. Composición botánica (%) de las dietas de llama, alpaca y ovino durante el período de seca y lluvia en una pastura cultivada.

Grupos de plantas y especies.	Período seco			Período lluvia			Promedio		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino
Gramíneas	83	82	58	83	82	57	83 ^a ¹	82 ^a	58 ^b
<u>Festuca rubra</u>	46	46	37	56	50	38	51 ^a	48 ^a	38 ^b
<u>Lolium perenne</u>	36	37	21	27	32	19	32 ^a	34 ^a	20 ^b
Herbáceas	17	18	42	17	18	43	17 ^a	18 ^a	42 ^b
<u>Trifolium repens</u>	17	13	42	13	15	40	15 ^a	14 ^a	41 ^b

¹ Promedios en fila con diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 2. Composición botánica (%) por grupo de plantas de las dietas de llama, alpaca y ovino durante el período de seca y lluvia en un pastizal Festuca dolichophylla.

Grupo de plantas	Período seco			Período lluvia			Promedio		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino
Gramíneas altas	38	24	17	45	28	20	42 ^{a1}	26 ^b	18 ^c
Gramíneas cortas	51 ^{ab}	38 ^a	43 ^{ab}	42 ^{ab}	29 ^a	66 ^a	46	34	54
Total de gramíneas	89 ^a	62 ^b	61 ^b	87 ^a	56 ^b	86 ^a	88	59	74
Plantas parecidas a las gramíneas	6	2	3	5	1	1	6 ^a	2 ^b	2 ^b
Herbáceas	4 ^b	35 ^a	35 ^a	7 ^b	42 ^a	13 ^b	6	38	24

¹ Promedios en fila con diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<0.05).

Cuadro 3. Composición botánica (%) por grupo de plantas de las dietas de llama, alpaca y ovino durante el período de seca y lluvia en un pastizal Festuca rígida.

Grupo de plantas	Período seco			Período lluvia			Promedio		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino
Gramíneas altas	47 ^a ¹	38 ^b	22 ^c	37 ^b	15 ^d	18 ^{cd}	42	26	20
Gramíneas cortas	40 ^b	46 ^a	32 ^c	47 ^a	29 ^c	47 ^a	44	38	40
Total de gramíneas	87 ^a	83 ^a	54 ^c	84 ^a	44 ^d	65 ^b	86	64	60
Plantas parecidas a las gramíneas	2 ^a	1 ^a	0.5 ^b	-	-	-	1	0.5	0.2
Herbáceas	12 ^c	15 ^c	45 ^b	16 ^c	56 ^a	35 ^b	14	36	40

¹ Promedios en fila con diferentes letras son estadísticamente diferentes (P<0.05)

mentaron ($P < 0.05$) la selección por gramíneas del período seco al período de lluvia debido a un mayor consumo de gramíneas cortas. En relación a las herbáceas, las llamas consumieron menos ($P < 0.05$) herbáceas que el ovino en ambos períodos y menos que las alpacas en el período de lluvia (Cuadro 3). Las alpacas incrementaron sustancialmente ($P < 0.05$) la selección por herbáceas en el período de lluvia pero al mismo tiempo decrecieron la selección de gramíneas altas y cortas. Los ovinos mostraron un alto consumo de herbáceas en ambos períodos (Cuadro 3).

Selectividad de partes de plantas.

Los ovinos seleccionaron más hojas (78%) que las llamas (68%) y las alpacas (73%) ($P < 0.05$) en las tres pasturas (Cuadro 4). En el pastizal Fedo, la selección por hojas en las tres especies decreció del período seco al período de lluvia; en el caso del pastizal Feri la selección de hojas se incrementó. La selección de semillas y flores en ambos períodos y en las tres pasturas fue baja.

Similaridad de las dietas con el forraje disponible.

Comparando las dietas de las tres especies con el forraje disponible, las dietas de llama fueron las más similares al forraje disponible, mientras las dietas de ovino fueron las menos similares (Cuadro 5). Los índices de similitud, en la pastura cultivada y en el pastizal Fedo incrementó mientras que en el pastizal Feri estos índices disminuyeron, en el período de lluvia.

Similaridad de las dietas entre especie animal.

El índice de similitud entre especies animales en la pastura cultivada fue muy alta entre llama y alpaca en ambos períodos (Cuadro 6). En la estación seca y en el pastizal Fedo las dietas de alpaca y ovino fueron las más similares mientras que en el pastizal Feri, en el mismo período, el más alto índice de similitud fue obtenido entre las dietas de llama y alpaca. En el período de lluvia, en ambos pastizales, los índices de similitud en las tres especies fueron más bajos que los obtenidos en el período de seca. Asimismo estos índices no mostraron notorias diferencias entre especie animal.

Cuadro 4. Partes de planta (%) en las dietas de llama, alpaca y ovino durante el período de seca y lluvia.

Pastura	Partes de plantas	Período seco			Período lluvia			Promedio		
		Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino
Cultivada										
	hoja	64	71	81	71	77	83	68 ^a	74 ^{b¹}	82 ^c
	tallo	30	27	16	25	20	13	28 ^a	24 ^b	14 ^c
	flores	0	1	2	3	2	3	2 ^a	2 ^a	2 ^a
Fedo										
	hoja	69	81	87	66	69	77	68 ^a	75 ^b	82 ^b
	tallo	27	15	9	32	27	19	30 ^a	21 ^b	14 ^b
	flores	2	2	2	3	3	3	2 ^a	2 ^a	2 ^a
	semilla	2 ^a	2 ^a	1 ^{bc}	0 ^c	1 ^{bc}	1 ^{ab}	1	2	1
Feri										
	hoja	67	68	84	70	73	87	68 ^b	70 ^b	86 ^a
	tallo	27	24	13	24	21	11	26 ^a	22 ^a	12 ^b
	flores	6	4	2	5	2	2	6 ^a	3 ^a	2 ^a
	semilla	0.6	0.9	0.9	0.3	0.6	0.2	0.4 ^a	0.6 ^a	0.4 ^a

¹ Promedios en fila con diferentes letras son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$)

Cuadro 5. Índices de similaridad (%) entre las dietas de llama, alpaca y ovinos y el forraje disponible en tres pasturas diferentes en los períodos de seca y lluvia.

Animal	Cultivada		Pastizal <u>Festuca dolichophylla</u>		Pastizal <u>Festuca rígida</u>	
	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia
Llama	78	90	39	53	44	35
Alpaca	77	88	31	35	40	22
Ovino	63	63	26	27	36	20

Cuadro 6. Índices de similaridad (%) entre las dietas de llama, alpaca y ovino en tres pasturas diferentes en los períodos de seca y lluvia.

Animal	Cultivada		Pastizal <u>Festuca dolichophylla</u>		Pastizal <u>Festuca rígida</u>	
	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia	Seco	Lluvia
Llama vs. Alpaca	92	94	67	59	84	51
Llama vs. ovino	75	73	60	55	61	60
Alpaca vs. ovino	76	74	83	61	70	59

DISCUSION

No existe información sobre la selectividad comparativa en pasturas cultivadas en estas tres especies. El hecho de que los camélidos sudamericanos hayan seleccionado menos leguminosas que los ovinos en este estudio podría explicar, en parte, de que no se hayan reportado casos de timpanismo en camélidos sudamericanos (Sumar, comunicación personal).

Los datos sobre selectividad en llamas en la región del altiplano son muy limitados. Aunque, la selección por las clases de forraje en ambos pastizales estuvieron de acuerdo con las observaciones hechas por Franklin (1982) quien señala que las llamas prefieren gramíneas altas y fibrosas. La selección de este material fibroso en llamas es también reflejado en la mayor y menor selección de tallos y de hojas, respectivamente, comparada con la efectuada por alpacas y ovinos.

Las alpacas mostraron una alta preferencia por gramíneas cortas y herbáceas en ambos pastizales. Tapia y Lascano (1970) indican que las alpacas consumen principalmente gramíneas altas en el período de lluvia y gramíneas cortas durante el período seco. Esta tendencia fue observada en el pastizal Fedo, pero el consumo de herbáceas fue mayor en ambos pastizales que el señalado por Tapia y Lascano (1970). En el pastizal Fedo, el promedio seleccionado por alpacas en ambos períodos para herbáceas fue de 38%. En el pastizal Feri, el consumo de herbáceas se incrementó de 15 a 56% al pasar del período seco al período de lluvia, respectivamente. Esta alta proporción de herbáceas en las dietas de alpacas también ha sido señalado por Reiner y Bryant (1986) y Bryant y Farfán (1984). Bryant y Farfán (1984), trabajando en un pastizal Festuchetum-calamagrosetum, señalaron que la selección de herbáceas aumentó durante el período previo al de lluvias alcanzando su pico en Diciembre. Estos datos sugieren que las alpacas consumen más herbáceas cuando las condiciones climáticas favorecen el crecimiento de las mismas.

El consumo de plantas parecidas a las gramíneas en el pastizal Fedo fue como promedio en los dos períodos de 2%. Bryant et al. (1987) indican un alto consumo de plantas parecidas a las gramíneas en un pastizal Fedo entre el período pre lluvia y período de lluvia. El bajo consumo observado de plantas parecidas a las gramíneas en este estudio en el pastizal Fedo, puede ser debido a la rela-

tiva disponibilidad de herbáceas las cuales fueron preferidas por las alpacas en lugar de las plantas parecidas a las gramíneas. Esto también se ve reflejado en ovinos, animales que también tuvieron un bajo consumo de este grupo de plantas.

La posición intermedia de las alpacas, entre llamas y ovinos, con respecto al consumo de material foliar y talloso enfatiza el hecho de que las alpacas son más selectivas que las llamas. Estos resultados están de acuerdo a aquellos obtenidos por Reiner y Bryant (1986), Bryant y Farfán (1984) y Huisa (1985), quienes han mostrado que la alpaca es un animal altamente adaptable. La alpaca varía su selección de acuerdo a la disponibilidad de forrajes. Así, con la excepción de las dietas de alpaca en el pastizal Feri en el período seco, cuando la disponibilidad de herbáceas es alta, estas fueron importantes en la dieta de estos animales (Cuadro 2 y 3).

Los ovinos, al igual que las alpacas, mostraron un mayor consumo de herbáceas que las llamas. En el pastizal Feri en el período de lluvia, el consumo de herbáceas por ovinos fue dominado por el Trifolium amabile, leguminosa de pequeño tamaño que crece solo en el período de lluvia. No es posible concluir que la preferencia por leguminosas, realizada por los ovinos en la pastura cultivada y en el pastizal Feri, fue debido a que este animal tuvo una alta preferencia por estas especies o, fue debido a su habilidad en la selección que contribuyó a una mayor ingestión de esta leguminosa.

La baja selección por gramíneas altas y alta selección por hojas encontrada en los ovinos han sido señaladas por otros investigadores (Grant et al., 1985; Arnold et al., 1966; Arnold y Dudzinsky, 1978). Asimismo, el alto consumo de herbáceas por ovinos ha sido demostrado en estudios previos (Kothmann, 1968; Bryant et al., 1979). Esta selección podría ser debido a la altura en la cual esta especie pastorea. Arnold (1964) indica que es más difícil para los ovinos pastorear especies altas y densas que especies bajas y densas. Chambers et al. (1981), en un estudio comparando ovinos y vacunos, encontraron que la relación movimientos de mandíbula y mordizcos es mayor en ovinos que en vacunos, lo cual sugiere que los ovinos manipulan el forraje, con sus labios y mandíbulas, antes del mordizco, en una mayor medida que el vacuno. Esto podría permitir a los ovinos seleccionar los componentes preferidos mejor que el vacuno, y tal vez que los camélidos sudamericanos, cuando las especies preferidas y no preferidas es-

tán creciendo juntas en una mezcla de escala fina. Por otro lado las diferencias en la selección entre ovinos y camélidos sudamericanos podría ser una función del tamaño y forma del cuerpo y partes de la boca afectando de esta manera la estrategia del pastoreo.

Varios factores influyen la selección de especies y partes de la planta. Así tenemos: la palatabilidad, asociaciones de plantas, clase de animal, fisiología del animal, clima, suelo y topografía, características físicas de las plantas, presencia de compuestos secundarios, experiencia previa y sus interacciones (Heady, 1964; Senft, 1985). Por otro lado, el acto de selección, influenciado por todos estos factores, es muy difícil de interpretar. Aún así, si la selectividad al pastoreo es definida como la diferencia entre la composición del material seleccionado por el animal y la composición del material ofrecido, este estudio muestra que el ovino es más selectivo que las llamas.

Los ovinos mostraron una mayor habilidad para pastorear todas las pasturas más selectivamente bajo todas circunstancias y esto fue reflejado por los bajos índices de similaridad entre la composición botánica de sus dietas y el forraje disponible. El alto índice de similaridad entre las dietas de llama y alpaca en el pastizal Feri y entre las dietas de alpaca y ovino en el pastizal Fedo, son atribuidos a la habilidad de la alpaca a cambiar la preferencia por especies de plantas de acuerdo a su disponibilidad. En este estudio, las llamas y ovinos continuaron pastoreando aquellas especies preferidas aún cuando la disponibilidad de éstas fueron bajas.

Estos resultados sugieren que en un sistema de pastoreo complementario, las llamas y ovinos ofrecen el medio más eficiente de cosechar el forraje y reducir la competencia entre especie animal. Esto es particularmente cierto durante el período seco. Las llamas serían los animales más apropiados para pastorear forraje alto y fibroso. Los ovinos, debido a su estrategia de pastoreo, serían capaces de utilizar mejor especies de plantas presentes en el estrato bajo en estos pastizales. Para la utilización del pastizal con una sola especie animal, la alpaca, debido a su flexibilidad en la selección de su dieta y su potencial competencia por las mismas especies de plantas con la llama y ovino, parecería ser la especie animal más apropiada para el pastoreo único en la región del Altiplano.

ABSTRACT

The rangelands of southern Peru support large populations of sheep and South American camelids. Studies focused on multiple use of these rangelands need to be implemented to obtain an ecological balance among plant communities and animal species. Dietary botanical composition of llama, alpaca, and sheep diets were determined using esophageally fistulated animals. Livestock were grazed on different pastures during the dry and rainy seasons.

On the improved pasture sheep consumed, across seasons, 2.6 times more legumes than llama and alpaca. On the native *Festuca dolichophylla* (Fedo) and native *Festuca rigida* (Feri) pastures, across seasons, llamas selected greater proportions of tall grasses (42%) than alpacas (26%) and sheep (19%). Alpacas and sheep showed a high selection for short grasses and forbs. With respect to plant parts, sheep consumed more leaves than alpacas and llamas on the three pastures. Alpacas had intermediate selection between llamas and sheep for leaf and stem material.

The indices of diet similarity between species were high between llamas and alpacas (96%) on the improved pasture. On the range sites, high diet similarity indices were found in the dry season. On the Fedo range site, sheep and alpaca had the highest index (83%), whereas on the Feri range site, llamas and alpacas had the highest index (84%). These changes of similarity indices among animal species were attributed to alpaca's adaptability to shift plant species preferences according of forage availability.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, L. 1985. Soil-plant water relations in the altiplano of Peru. M.S. Thesis, Texas Tech Univ., Lubbock.
- Aguirre, L., y L. Oscanoa. 1985. Mapeo de sitios, determinación de la condición y estimación de la soportabilidad ganadera de camélidos sudamericanos-La Raya, Cusco, Perú.
- Arnold, G.W. 1964. Factors within plant associations affecting the behaviour and performance of grazing animals. In: *Grazing in terrestrial and Marine Environments*. D.J. Crisp (ed.). pp. 133-154. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Arnold, G.W., J. Ball, W.R. McManus, y I.G. Bush. 1966. Studies on the diet of the grazing animal. I. Seasonal changes in the diet of sheep grazing on pastures of different availability and composition. *Aust. J. Agric. Res.* 17:543-556.
- Arnold, G.W., y M.C. Dudzynski. 1978. *The ethology of free-ranging domestic animals*. Elsevier Sci. Pub. Co., Amsterdam, The Netherlands.
- Barcena, E. 1977. Calidad de la dieta seleccionada al pastoreo por alpacas. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno-Perú.

- Béjar, C.A. 1969. Productividad de pastos naturales y uso de la fístula esofágica para determinar la dieta de los ovinos en el Altiplano. Tesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno-Ferú.
- Bryant, F.C., y R.D. Farfán. 1984. Dry season forage selection by alpaca (Lama pacos) in Southern Perú. *J. Range Manage.* 37:330-333.
- Bryant, F.C., M.M. Kothmann, y L.B. Merrill. 1979. Diets of sheep, Angora goats, Spanish goats and white-tailed deer under excellent range conditions. *J. Range Manage.* 32:412-417.
- Bryant, F.C., F. San Martín, R. Reiner, y L.C. Fierro. 1987. Comparison of selectivity between alpaca and sheep on a Festuca dollicophylla range site in Peru. Abstract 40th. Annual Meeting Society for Range Management. Boise, Idaho. p. 236.
- Chambers, A.R.M., J. Hodgson, y J.A. Milne. 1981. The development and use of equipment for the automatic recording of ingestive behaviours in sheep and cattle. *Grass and Forage Sci.* 36:97-105.
- Fierro, L.C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Peru. Ph.D. Diss., Texas Tech Univ., Lubbock.
- Franklin, W.L. 1982. Biology, Ecology and relationship to man of the South American Camelids. In: *Mammalian Biology in South*. M.A. Mares and H.H. Genoways (eds.). pp. 457-489. The Pymatuning Symposia en Ecology, Pittsburgh.
- Grant, S.A., D.E. Syckling, H.K. Smith, L. Tocvell, T.D.A. Forbes, y J. Hodgson. 1985. Comparative studies of diet selection by sheep and cattle. The hill grasslands. *J. Ecology.* 73:987:1004.
- Heady, H.F. 1964. Palatability of herbage and animal preference. *J. Range Manage.* 17:76-82.
- Huisa, T. 1985. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpaca (Lama pacos) en la época de seca. Tesis. Univ. San Antonio Abad del Cusco. Cusco-Perú.
- Kothmann, M.M. 1968. The botanical composition and nutrient content of the diet of sheep grazing on poor condition pasture compared to good condition pasture. Ph.D. Diss., Texas A & M Univ., College Station.
- Molina, E.G., y A.I. Little. 1981. Geocology of the Andes: The natural science bases for research planning. *Mountain Res. and Develop.* 1:115:144.
- Reiner, R.J., y F.C. Bryant. 1986. Botanical composition and nutritional quality of alpaca diets in two Andean rangeland communities. *J. Range Manage.* 39:424-427.
- Rojas, R.D. 1977. Selectividad y calidad de la dieta de ovinos nativos al pastoreo obtenida por fístula esofágica. Tesis, Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno-Perú.

- SAS, Users Guide: Statistics. 1985. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Scott, G., y B.E. Dahl. 1980. Key to selected plant species of Texas using plant fragments. Occasional papers. The Museum. Texas Tech Univ., Lubbock.
- Senft, R.L. 1985. Domestic herbivore foraging tactics and landscape pattern. pp. 137-140. Proceeding-Symposium on Plant-Herbivore interaction. Snowbird, Utah.
- Sparks, D.R., y J.C. Malechek. 1968. Estimating percentage dry-weight in diets using a microscope technique. J. Range Manage. 21:264-265.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co., Ney York.
- Tapia, M., y J.L. Lascano. 1970. Contribución al conocimiento de la dieta de alpacas pastoreando. I. Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú. Compendio.

COMPARACION DE LA SELECTIVIDAD DE FORRAJE Y NUTRICION ENTRE CAMELIDOS SUDAMERICANOS Y OVINOS. II. CONSUMO Y CALIDAD NUTRITIVA DE LAS DIETAS DE LLAMA, ALPACA Y OVINO

F. San Martín, F. Bryant, T. Arbaiza y T. Huiza

RESUMEN

Consumo de forraje y calidad de las dietas de llama, alpaca y ovino fueron estimados usando animales con fístula esofágica y colectores de heces. El consumo fue calculado usando la relación excreción fecal: indigestibilidad. Los animales experimentales estuvieron pastoreando durante los períodos de seca y lluvia, tres diferentes pasturas; una pastura cultivada (Festuca rubra, Lolium perenne y Trifol. am repens), y dos pastizales naturales dominados por Festuca dolichophylla y Festuca rígida, respectivamente. La calidad de la dieta de llama en las tres pasturas y los dos períodos fue la más baja mientras que la dieta de ovino fue la más alta. La calidad dietética en las tres especies fue inferior en el período de lluvia en la pastura cultivada, mientras que la menor calidad dietética en los pastizales nativos se obtuvo en el período seco. El consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo, en llama, alpaca y ovino en pastura cultivada fue de 2.2, 2.2 y 3.6%, respectivamente. En los pastizales nativos el promedio de consumo de materia seca fue de 1.4, 1.5 y 2.1%, respectivamente.

Información sobre consumo y calidad nutritiva de la dieta seleccionada es una herramienta importante para mejorar la formulación de estrategias de manejo del pastizal y los animales. Sin embargo, hay una escasez de conocimiento detallado de las diferencias en el consumo y calidad de dieta entre diferentes especies animales bajo condiciones de pastoreo, y cómo estas especies responden a cambios en el tipo y condición de las pasturas.

En la región del Altiplano, existen pocos estudios sobre la calidad de dieta. Reiner y Bryant (1986) y Huiza (1985), trabajando con alpacas, indican que durante el período seco y al final de dicho período, la calidad nutricional de la dieta alcanza los más bajos niveles de proteína cruda y digestibilidad. Mientras que en el período de lluvia estos indicadores de calidad alcanzan los más altos niveles. Estudios en la calidad de dieta de ovino en la región del Altiplano también son escasos. Sin embargo, en los estudios de Rojas (1977) y Fierro (1985) la calidad de las dietas en ovinos poseen las mismas variaciones es-

San Martín y Arbaiza son investigadores del Centro de Investigación IVITA. Bryant es profesor del Department of Range and Wildlife Management, Texas Tech University. Huiza es investigador de la Estación de La Raya - UNSAAC.

tacionales a las observadas en alpacas.

En el Perú, no existen datos sobre consumo al pastoreo tomados simultáneamente para las tres especies (llama, alpaca y ovino). Estudios comparativos entre llama y alpaca (Ravillet et al., 1985) y entre alpaca y ovino (Espinoza, 1975) señalan consumos de materia seca para el período seco de 1.9, 1.4 y 1.5 kg/animal para llama, alpaca y ovino, respectivamente.

Reiner et al. (1987) trabajando con alpacas en un pastizal con predominancia de Festuca dolichophylla-Muhlenbergia fastigiata señalan consumos de 50.5 y 44.3 g de materia orgánica por kg de peso metabólico ($\text{g MO/kg w}^{.75}$) en el período seco y de lluvia, respectivamente. Por otro lado, Farfán et al. (1986) señalan en llamas, pastoreando un pastizal con dominancia de Festuca rígida, consumos de 42 y 40 $\text{g MO/kg w}^{.75}$ para el período seco y de lluvia, respectivamente. Por otro lado, Fierro (1985) en ovinos obtuvo el consumo más bajo (67 $\text{g MO/kg w}^{.75}$) en Julio (mes seco) y el consumo más alto (127 $\text{g MO/kg w}^{.75}$) en Febrero (mes de lluvia).

Información sobre consumos comparativos entre llama y ovino (Riera y Cardozo, 1968; Riera y Cardozo, 1970; Camargo y Cardozo, 1977), y entre alpaca y ovino (Fernández Baca y Novoa, 1966; Oyanguren, 1969; Florez, 1973; Huasasquiche, 1974; San Martín et al., 1982a; San Martín et al., 1982b) ha sido obtenida bajo condiciones de estabulación. En general, el consumo diario de los camélidos sudamericanos fue menor que el del ovino.

El objetivo de este estudio fue el de estimar y contrastar el consumo voluntario y la calidad de la dieta seleccionada por llama, alpaca y ovino pastoreando dos tipos diferentes de pastizal nativo y una pastura cultivada durante dos períodos estacionales.

MÉTODOS

Detalles sobre el área de estudio y diseño fueron presentados en el estudio I. Composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino.

Cinco llamas, alpacas y ovinos machos adultos castrados fueron entrenados para portar las bolsas colectoras de heces. Antes del período de 5 días de colección los animales tuvieron 10 días de adaptación para permitir el acostumbra-

miento a las pasturas experimentales.

El consumo de materia seca (CMS) fue calculado usando la relación excreción diaria de heces; indigestibilidad (Córdova et al., 1978).

La fórmula usada fue como sigue:

$$\text{CMS} = \text{excreción fecal} / 1 - \text{digestibilidad de la materia seca.}$$

La excreción de materia seca fecal fue determinada gravimétricamente a través de la colección total diaria de heces. Las bolsas colectoras de heces fueron vaciadas dos veces al día, y las heces fueron pesadas frescas y luego mezcladas para obtener una alícuota (5% del peso fresco total). Las alícuotas de heces fueron secadas hasta obtener peso constante.

El estimado de digestibilidad usado fue el valor generado del material colectado a través de la fístula esofágica de aquellos animales con fístula esofageal descritos en el trabajo I. Composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino. Tanto estos animales como los colectores de heces pastorearon simultáneamente las mismas áreas experimentales.

El CMS diario fue reportado como porcentaje del peso corporal y relativo al peso metabólico ($\text{g/kg w}^{.75}$). Estos valores fueron usados para los análisis estadísticos.

Los procedimientos para la colección de la dieta y la preparación de las muestras fueron descritas en el trabajo I. Composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino. Las muestras compuestas por animal fueron analizadas para nitrógeno (expresada como proteína cruda) (AOAC, 1975), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) (Goering y Van Soest, 1970). Para el análisis de fibra (FDN y FDA), fueron omitidos los reactivos decalin y sulfato de sodio por recomendaciones de Van Soest (1982). La digestibilidad de la MS (DMS) fue determinada usando la técnica in vitro de dos fases (Tilley y Terry, 1963). El inóculo ruminal fue obtenido de llama, alpaca y ovino fistulados ruminalmente. Estos animales pastorearon las mismas pasturas, en ambos períodos, que los animales fistulados esofágicamente y los colectores de heces. Todas las muestras fueron analizadas en duplicado y promediadas.

Se usó un diseño completamente al azar con arreglo en parcelas divididas.

El factor principal fue el efecto de la especie animal sobre el consumo y calidad de dieta dentro de cada pastura. Las especies (llama, alpaca y ovino) fue señaladas como el tratamiento. Los muestreos por períodos fueron considerados como mediciones repetidas. Los datos se analizaron por computación usando el modelo lineal generalizado (MLG) de SAS (SAS, 1985). Comparaciones de promedios se efectuaron usando la prueba de Diferencia Límite de Significación (DLS) de Fisher cuando se obtuvo significancia a nivel de probabilidad de 0.05 al análisis de varianza (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

Pasto cultivado

La digestibilidad de la materia seca (DMS) fueron más bajos ($P < 0.01$) en el período de lluvia que en el período seco para todas las especies (Cuadro 1). La DMS fueron similares entre especies dentro de períodos ($P > 0.05$). La proteína cruda (PC) de las dietas fueron similares ($P > 0.05$) entre períodos. El contenido de PC en la dieta de ovino fue más alta ($P < 0.05$) que el de alpaca. La fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) en todas las especies incrementó ($P < 0.01$) en el período de lluvia y fueron similares ($P > 0.05$) entre especies.

El consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo (CPV) y peso metabólico (CPM) en todas las especies decreció ($P < 0.05$) en la estación de lluvia. La reducción del CPM fue 24, 14 y 6% para llamas, alpacas y ovinos, respectivamente. El CPV y CPM promedios de los dos períodos en ovinos fueron mayores ($P < 0.05$) a aquellos obtenidos en llamas y alpacas.

Pastizal Festuca dolichophylla (Fedo)

En todas las especies estudiadas, la DMS incrementó ($P < 0.01$) en el período de lluvia (Cuadro 2). Las dietas de alpaca y ovino mostraron una DMS superior ($P < 0.05$) que la dieta de llama. El contenido de PC en las dietas fueron más bajos ($P < 0.01$) en el período seco. El contenido de PC de la dieta de ovino fue superior ($P < 0.05$) al de las dietas de llama y alpaca. La dieta de alpaca tuvo un contenido proteico intermedio entre la PC de las dietas de llama y ovino. Los valores de FDN y FDA en todas las especies fueron mayores ($P < 0.01$) en el

Cuadro 1. Composición de las muestras esofageales y consumo de llamas, alpacas y ovinos durante el período de seca y lluvia en una pastura cultivada.

Indices	Período seco			Período lluvia			E.E. ¹	Promedio		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino		Llama	Alpaca	Ovino
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DMS), %	75.1	73.0	72.2	57.5	58.8	63.0	1.66	66.3 ^{a2}	65.9 ^a	67.6 ^a
Proteína cruda (PC), %	16.0	15.9	16.5	16.2	16.1	18.1	0.53	16.1 ^{ab}	16.0 ^a	17.3 ^b
Fibra detergente neutro (FDN), %	47.5	51.7	50.1	57.3	58.7	59.1	1.40	52.4 ^a	55.2 ^a	54.6 ^a
Fibra detergente ácido (FDA), %	33.7	34.4	36.6	46.5	47.9	44.9	1.71	40.1 ^a	41.1 ^a	40.7 ^a
Consumo (CPV), % PV	2.2	2.2	3.6	1.6	1.9	3.3	0.14	1.9 ^a	2.0 ^a	3.5 ^b
Consumo (CPM), g/MS kg ^{0.75}	67.0	61.8	94.2	51.2	53.3	88.5	4.00	59.1 ^a	57.5 ^a	91.4 ^b

¹ Error estándar de los promedios.

² Promedios en fila con letras diferentes son significativamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 2. Composición nutritiva de las muestras esofageales y consumo de llamas, alpacas y ovinos durante el período de seca y lluvia en un pastizal Festuca dolichophylla.

Indices	Período seco			Período lluvia			E.E. ¹	Promedio		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino		Llama	Alpaca	Ovino
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DMS), %	40.2	42.9	46.1	49.3	55.3	54.8	0.91	44.7 ^{a2}	49.1 ^b	50.5 ^b
Proteína cruda (PC), %	7.4	7.8	9.4	10.6	12.0	13.9	0.49	9.0 ^a	9.9 ^a	11.7 ^b
Fibra detergente neutro (FDN), %	73.6	72.4	73.7	66.7	62.3	62.0	1.11	70.1 ^a	67.4 ^a	67.8 ^a
Fibra detergente ácido (FDA), %	61.6	63.9	59.3	56.6	57.4	52.0	1.26	59.1 ^a	60.6 ^b	55.8 ^a
Consumo (CPV), % PV	1.3	1.2	2.1	1.2	1.9	2.3	0.08	1.3 ^a	1.6 ^b	2.2 ^c
Consumo (CPM), g/MS kgw ^{.75}	40.3 ^a	35.8 ^a	54.8 ^{bc}	38.6 ^a	54.0 ^b	61.2 ^c	2.09	39.4	44.9	58.0

¹ Error estandar de los promedios.

² Promedios en fila con letras diferentes son significativamente diferentes (P<0.05)

período seco. El promedio de FDA de ambos períodos fue generalmente más bajo en la dieta de ovino que en las dietas de llama y alpaca, aunque únicamente se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el contenido de FDA entre las dietas de ovino y alpaca.

El consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo en alpacas incrementó ($P < 0.05$) en un 37% en el período de lluvia, mientras que el CPV en llamas y ovinos fue constante en ambos períodos. Considerando el promedio de ambos períodos, el CPV en ovinos fue superior ($P < 0.05$) al de llamas y alpacas. Asimismo, el CPV en alpacas fue mayor ($P < 0.05$) que en llamas en el período de lluvia.

La interacción período x especie para el CPM fue significativa ($P < 0.05$). En el período seco, el CPM fue similar ($P > 0.05$) entre llamas y alpacas, y ambos fueron más bajos ($P < 0.05$) que el del ovino, pero en el período de lluvia el CPM fue diferente entre las tres especies. El CPM en ovinos en el período de lluvia fue también mayor ($P < 0.05$) que en llamas y alpacas, mientras que el CPM en alpacas fue superior ($P < 0.05$) que el de llamas. Otra vez, únicamente las alpacas mostraron un significativo ($P < 0.05$) incremento en el CPM en el período de lluvia (34%).

Pastizal Festuca rígida (Feri)

El efecto de interacción período x especie para la DMS fue significativo ($P < 0.01$). La DMS fue más alta ($P < 0.05$) durante el período de lluvia (Cuadro 3). En el período de seca, la DMS de la dieta de ovino fue mayor ($P < 0.05$) que las dietas de llama y alpaca, y la DMS de alpaca fue mayor ($P < 0.05$) que la de llama. En el período de lluvia, la DMS de las dietas de alpaca y ovino fue similar y ambas especies tuvieron superiores ($P < 0.05$) valores que el de llama.

El contenido de PC en las tres especies fue mayor ($P < 0.01$) en el período de lluvia. Asimismo, el contenido de PC en la dieta de ovino fue más alto ($P < 0.05$) que el de llama y alpaca. El contenido de PC de la dieta de alpaca fue intermedio entre las dietas de llama y ovino.

Los valores de FDN fueron más bajos ($P < 0.01$) en el período de lluvia. El contenido de FDN fue similar ($P > 0.05$) en las dietas de alpaca y ovino y

Cuadro 3. Composición nutritiva de las muestras esofageales y consumo de llamas, alpacas y ovinos durante el período de seca y lluvia en un pastizal Festuca rígida.

Indices	Período seco			Período lluvia			E.E. ¹	Promedio		
	Llama	Alpaca	Ovino	Llama	Alpaca	Ovino		Llama	Alpaca	Ovino
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca (DMS), %	36.8 ^{a2}	42.3 ^b	47.9 ^c	47.4 ^c	50.7 ^d	51.7 ^d	0.50	42.1	46.5	49.8
Proteína cruda (PC), %	7.1	7.4	9.3	12.5	13.3	14.0	0.25	9.8 ^a	10.3 ^b	11.7 ^c
Fibra detergente neutro (FDN), %	81.0	73.0	74.7	72.3	67.9	62.8	1.51	76.7 ^a	70.4 ^b	68.7 ^b
Fibra detergente ácido (FDA), %	63.5 ^a	56.6 ^b	55.7 ^b	56.7 ^b	52.3 ^b	55.7 ^b	1.63	60.1	54.4	55.7
Consumo (CPV), % PV	1.4	1.5	2.3	1.3	1.4	1.8	0.08	1.4 ^a	1.4 ^a	2.0 ^b
Consumo (CPM), g/MS kgw ^{.75}	44.0 ^{ab}	42.4 ^{ab}	61.4 ^c	39.7 ^a	41.2 ^a	48.6 ^b	2.14	41.9	41.8	55.0

¹ Error estandar de los promedios.

² Promedios en fila con letras diferentes son significativamente diferentes (P<0.05)

ambas inferiores ($P < 0.05$) al de la dieta de llama. El efecto de la interacción entre período x especie para FDA fue significativo ($P < 0.01$); únicamente el contenido de FDA en las dietas de llama decreció ($P < 0.05$) en el período de lluvia. En el período seco, la FDA de las dietas de llama fue mayor que las dietas de alpaca y ovino, mientras que en el período de lluvia no se obtuvo diferencias ($P < 0.05$) entre especies.

El consumo de materia seca como porcentaje del peso vivo fue similar ($P > 0.05$) entre llamas y alpacas, y ambos inferiores ($P < 0.05$) al del ovino (Cuadro 3). Únicamente el CPV de ovinos decreció ($P < 0.01$) en el período de lluvia (22%). El CPM en llama y alpaca fue asimismo similar en ambos períodos. El CPM en ovino decreció ($P < 0.05$) en un 21% en el período de lluvia.

DISCUSION

Con la excepción de las dietas en la pastura cultivada la calidad de las dietas en todas las especies mejoró en el período de lluvia. Así, en la pastura cultivada en el período de lluvia la DMS decreció ($P < 0.01$), el contenido de FDN y FDA incrementó ($P < 0.05$) y el contenido de PC de las dietas incrementó ligeramente. La pastura cultivada, manejada como un sistema de pastoreo de corta duración, fue irrigada cada 10 días durante el período seco para mantener la producción de forraje y una carga animal constante a través del año. Sin embargo, las más altas temperaturas y los más bajos niveles de radiación solar durante el período de lluvia comparado con el período seco, podrían haber reducido la calidad del forraje durante dicho período. Wilson (1981) demostró que las altas temperaturas promueven un rápido crecimiento del forraje con un incremento en el contenido de pared celular, menor acumulación de carbohidratos solubles y una reducción en la digestibilidad.

En adición, la vegetación de la región del Altiplano, debido a la delgada atmósfera, recibe una intensa radiación solar. Tapia y Flores (1984), indican que la radiación solar en estas áreas de altas altitudes alcanza valores que representan 15 a 20% más altos que la que reciben regiones con la misma latitud pero al nivel del mar. Esta alta radiación, sin embargo, es reducida en el período de lluvia debido a las nubes. Así, durante el período de lluvia el efecto de la sombra podría influenciar la calidad nutricional de las dietas en la

pastura cultivada. Denium y Dirven (1972), indican que la sombra reduce los niveles de carbohidratos solubles de las plantas y usualmente se acompaña de un incremento del contenido de pared celular y reducción de la digestibilidad, aunque el efecto detrimental sobre la calidad del forraje bajo sombra no afecta el contenido de PC.

La calidad de dieta en las tres especies en los pastizales naturales fue más bajo ($P < 0.01$) en el período seco. La reducida calidad de la dieta observada en el período seco se debe a la madurez de la vegetación, la cual es acompañada por una reducida digestibilidad, bajo contenido de PC y a un incremento de los constituyentes de la pared celular (Cogswell y Kamstra, 1976; Rao et al., 1973; Kilcher, 1981; Mitchell, 1973).

Cuando la calidad de las dietas fue comparada entre especies en todas las pasturas, las llamas mostraron la más baja calidad, el ovino la más alta y la alpaca fue intermedia entre ambas especies. La más alta calidad observada en la dieta de ovino es aparentemente debida a su mayor capacidad de selección comparada a la alpaca y la llama como se señaló en el estudio I. Composición botánica de las dietas de llama, alpaca y ovino. Los ovinos mostraron un alto grado de selectividad para hojas, herbáceas y gramíneas cortas, las cuales se sabe que son de una mayor calidad nutricional (Norton, 1981; Ulyatt, 1981). Por lo contrario, las llamas mostraron una menor selección para aquellas especies de plantas y partes de plantas que los ovinos y alpacas. La calidad dietética de las alpacas es una confirmación de su selección intermedia para hojas, tallos y especies de plantas. La más alta selectividad en ovinos, la que se traduce a su más alta calidad dietética es, en parte, explicada por el menor tamaño y la alta tasa metabólica del ovino. La tasa metabólica de los animales pequeños es más alta que la de los animales grandes por unidad de tejido corporal y requieren más proteína y energía por unidad de peso (Bell, 1971; Shwartz y Ellis, 1981). Así, rumiantes de menor tamaño poseen estrategias alimenticias que les permiten una mayor selección que los herbívoros de mayor tamaño.

Los factores que afectan el consumo de forraje pueden trabajar a través de tres mecanismos de control: 1) Metabólico, 2) Físico y 3) Comportamiento (Hodgson, 1985). Conrad et al. (1964) y Baumgardt (1970), sugieren que en niveles de digestibilidad por encima al 67% el consumo voluntario de forraje en

rumiantes declina en una tasa tal que se mantiene constante el consumo de energía digestible. El punto en el cual las señales metabólicas comienzan a ser más importantes que las físicas variaría entonces dependiendo de la digestibilidad y de la demanda energética del animal. Sin embargo, resultados obtenidos en una amplia gama de forrajes indican un incremento lineal en el consumo voluntario a medida que la digestibilidad aumenta hasta llegar a un nivel del 82% (Freer, 1981), lo que contradice las asunciones técnicas de Conrad et al. (1964) y Baumgardt (1970).

Con dietas conformadas por forraje en animales al pastoreo, las señales para el control del consumo son probablemente dominadas por el efecto de volumen en el tracto alimenticio. Así, las evidencias sugieren que la principal limitación del consumo parece estar relacionado al tamaño del rumen y la cantidad de digesta que puede pasar diariamente a través del canal alimentario (Freer, 1981; Van Soest, 1982; Ellis, 1978). Además, el consumo de animales al pastoreo involucra un nivel adicional de complejidad tal como la composición botánica y morfológica de la vegetación que influencia el comportamiento alimenticio, y por lo tanto, el consumo de los animales al pastoreo (Hodgson, 1981). Es bajo este marco que los resultados de consumo obtenidos en este estudio serán discutidos.

En la pastura cultivada el CMS en las tres especies decreció en el período de lluvia ($P < 0.05$) debido a un incremento en los niveles de contenido de pared celular y reducción de la DMS. Minson (1981), indica que cuando los valores de proteína, vitaminas y minerales se hallan en niveles óptimos el consumo de forraje es mayormente afectado por los niveles de fibra. Asimismo, Van Soest (1982) señala que las relaciones entre los constituyentes del forraje y el consumo por parte del animal ultimadamente dependen de sus asociaciones con la estructura de la planta. Así, el indicador de la estructura de la planta, la FDN, es la fracción más consistentemente relacionada con el consumo. Por lo tanto, los más altos niveles de FDN en las dietas de las tres especies, en el período de lluvia, parecería ser el mayor contribuyente al reducido consumo observado en la pastura cultivada durante el mencionado período.

El consumo voluntario en los pastizales naturales, en ambos períodos, se mantuvo relativamente a un nivel constante, excepto en alpacas pastoreando el

pastizal Fedo. En adición, la excreción diaria de heces (EF) fue mayor en el período seco que en el período de lluvia, con excepción de la EF en alpacas en el pastizal Fedo. La mayor EF en el período seco, asociado con un consumo similar entre períodos (aún cuando la calidad de la dieta seleccionada en el período seco fue más baja que en el período de lluvia), podría ser explicado debido a que los animales durante el período seco incrementaron su capacidad gástrica en respuesta a la más baja calidad de los forrajes que ellos consumieron (Lahn y Spedding, 1984; Chesson y Orskov, 1984). Aunque, este incremento en la capacidad gástrica ha sido señalado como un efecto de un prolongado período de consumo de forrajes de baja calidad, McCollum y Galyean (1985) observaron que a medida que el período de crecimiento de las plantas progresa los novillos incrementan el llenado gástrico.

Otro factor el cual puede haber sido importante al relativamente constante consumo obtenido en ambos períodos es el alto contenido de agua en las plantas durante el período de lluvia. Aunque la adición de agua per se al rumen tiene poco efecto sobre el consumo, debido a que el agua es casi completamente absorbido y removido (Holmes y Lang, 1963), Van Soest (1982) indica que la retención de agua debido al efecto de esponja de los componentes estructurales del forraje ingerido puede tener un efecto inhibitorio sobre el consumo.

Por otro lado, los niveles dietéticos de PC durante el período seco (superior al 7%) probablemente no afectó el consumo voluntario. Este nivel de PC suministra el mínimo de nitrógeno requerido para la normal actividad microbiana en los dos primeros compartimentos del estómago en los rumiantes (Van Soest, 1982; Campling, 1966; Milford y Minson, 1965).

El incremento observado en el consumo y excreción fecal en alpacas en el período de lluvia en el pastizal Fedo, fue aparentemente debido a que esta especie tuvo una mayor selección de herbáceas durante este período (42%) comparado al de llamas (7%) y ovinos (13%). Las herbáceas usualmente son más digestibles, permanecen por un menor tiempo en el estómago e incrementan la densidad del contenido en el tracto digestivo, factores que permitirían al animal acomodar una mayor cantidad de digesta (Minson, 1981; McCollum y Galyean, 1985).

La significativa reducción del consumo en ovinos ($P < 0.05$) en el período de lluvia en el pastizal Feri podría ser el resultado de la influencia de la es-

estructura del pastizal y la distribución de sus componentes (Hodgson, 1981). En el pastizal Feri durante el período de lluvia incrementó la proporción de gramináceas altas, las cuales pueden haber inhibido la selectividad en ovinos y causado el reducido consumo observado durante este período. Arnold (1964) ha comentado que es más difícil para ovinos pastorear pastos densos y altos que pastos densos y cortos.

El consumo de materia seca en llamas y alpacas, como porcentaje del peso vivo en pastura cultivada son muy similares a aquellos observados para estas especies bajo condiciones estabuladas (San Martín y Bryant, 1987). San Martín et al. (1985), en una revisión de la literatura referente al consumo en alpacas bajo condiciones estabuladas, dividió los resultados en aquellos que habían recibido dietas con un contenido de PC menor al 7.5% y aquellos con un contenido superior al 10.5%. En los que recibieron dietas con menos del 7.5% de PC, el promedio del CPV fue de 2.2%, el cual es muy similar a aquel obtenido en pastura cultivada. Con respecto al CPM, la NRC (1987) señala valores de 90.5 para dietas finamente molidas, valor este que se encuentra dentro de los valores extremos dados para pastura cultivada en este estudio. Para forraje troceado y fibroso, la NRC (1987) señala valores de 57, similar a aquellos obtenidos en los pastizales nativos.

Los valores de consumo en llama y alpaca en pastizales naturales en este estudio están dentro de los dados por Farfán et al. (1986) y Reiner et al. (1987), respectivamente. Desafortunadamente algunos estudios de consumo (Espinoza, 1975; Ravillet et al., 1985) solo señalan consumos diarios por animal sin especificar el peso de los animales experimentales usados, haciendo difícil su interpretación (Córdova et al., 1978). Por otro lado, Fierro (1985) trabajando en ovinos pastoreando un pastizal Festuca-Calamagrostis señala consumos de materia orgánica más elevados que los dados para el de materia seca en este estudio.

El CPV y CPM en ovinos fueron mayores ($P < 0.05$) que los obtenidos en llamas y alpacas en todas las pasturas y períodos. Este mayor consumo en ovinos que en los camélidos sudamericanos (CSA) está de acuerdo con los estudios realizados en condiciones de estabulación (San Martín y Bryant, 1987). También, Espinoza (1975) bajo condiciones de pastizal nativo señala un mayor consumo en

ovinos que alpacas. En general, el consumo de alpacas y llamas fueron similares ($P > 0.05$) en las tres pasturas y en los dos períodos.

El mayor consumo de ovinos comparado al de los CSA es el resultado de varios factores, tales como menor tamaño corporal y relativamente más alto requerimiento energético en ovinos que en CSA (Schneider et al., 1974; Engelhardt y Schneider, 1977), lo que permite al ovino exhibir un mayor potencial para el consumo de alimentos (Weston, 1962; Elaxter et al., 1966). Asimismo el tamaño más pequeño de la boca en los ovinos les permitirían, además, ser más selectivos del material foliar que animales de boca más grande (Meyer et al., 1957; Jarman, 1974). Las hojas que son más seleccionadas por ovinos que los CSA, son consumidas en mayores cantidades que los tallos debido a que las hojas son retenidas por menos tiempo en el estómago que los tallos (Minson, 1981). También, el mayor volumen ruminal y el pasaje más rápido de la fase sólida del contenido gastrointestinal observado en ovinos con respecto a las llamas (San Martín y Bryant, 1987) serían factores que por estar alta y positivamente correlacionado con el consumo (Allison, 1985; Thornton y Minson, 1972) estarían determinando el mayor consumo en ovinos con respecto a los CSA.

Los camélidos sudamericanos parecen estar adaptados a áreas donde la cantidad de forraje es limitada y los nutrientes están altamente diluidos por los carbohidratos estructurales que son difíciles de digerir; características presentes en la región del Altiplano donde hay largos períodos de sequía (4 meses de un año normal son secos) y los años cíclicos de sequía son comunes. Bajo estas condiciones, CSA se han adaptado reduciendo su consumo e incrementando el tiempo de retención de la digesta en el tracto digestivo para permitir un mejor ataque microbial al alto contenido de carbohidratos estructurales de la dieta.

ABSTRACT

Forage intake and diet quality in llamas, alpacas, and sheep were determined using esophageally fistulated and fecal collector animals. Forage intake was calculated using the fecal output: indigestibility ratio. The experimental animals were grazed on three different pastures in southern Peru; an improved pasture (Festuca rubra, Lolium perenne, and Trifolium repens), and two native range pastures dominated by Festuca dolichophylla, and Festuca rígida, respectively, during the dry and rainy seasons.

Llama dietary nutritional quality, across pastures and seasons, was the lowest, sheep the highest, while alpaca was intermediate. The dietary quality

across species on the improved pasture was lower in the rainy than in the dry season. On the range sites lowest quality values were obtained in the dry season. The dry matter intake, as a percentage of body weight, for llamas, alpacas, and sheep, on the improved pasture was 2.2, 2.2, and 3.6%, respectively. On the range sites, the average dry matter intake was 1.4, 1.5, and 2.1%, respectively.

LITERATURA CITADA

- Allison, C.D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants. review. *J. Range Manage.* 38:305-311.
- AOAC. 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 12th Ed. Washington, D.C.
- Arnold, G.W. 1964. Factors within plant associations affecting the behaviour and performance of grazing animals. In: *Grazing in terrestrial and Marine Environments*. D.J. Crisp (ed.). pp. 133-154. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Baumgardt, B.R. 1970. Control of feed intake in the regulation of energy balance. In: *Physiology of digestion and metabolism in the ruminant*. A. T. Phillipson (ed.). pp. 235-253. Oriel Press Ltd., Newcastle, Great Britain.
- Bell, R.H.V. 1971. A grazing ecosystem in the Seregeti. *Sci. Amer.* 225:86-93.
- Blaxter, K.L., F.W. Wainman, y J.L. Davison. 1966. The voluntary intake of food by sheep and cattle in relation to their energy requirement for maintenance. *Anim. Prod.* 3:75-83.
- Camargo, R., y A. Cardozo. 1977. Ensayo comparativo de la capacidad de digestión de la llama y la oveja. III Reunión Lat. Prod. Animal. Bogotá, Colombia. R.18:46.
- Campling, R.C. 1966. The control of voluntary intake of food in cattle. *Outlook on Agric.* 6:74-79.
- Chesson, A. y E.R. Orskov. 1984. Microbial degradation in the digestive tract. In: *Straw and other fibrous by-products as feed*. F. Sundstal and E. Owen (eds.). pp. 305-339. Elsevier Science Publications B. V. New York.
- Cogwell, C., y L.D. Kamstra. 1976. The stage of maturity and its effect upon the chemical composition of four native species. *J. Range Manage.* 26:460-463.
- Conrad, H.R., A.D. Pratt, y J.W. Hibbs. 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *J. Dairy Sci.* 47:54-62.

- Córdova, F.J., J.D. Wallace, y R.D. Pieper. 1978. Forage intake by grazing livestock: A review. *J. Range Manage.* 31:430-438.
- Denim, B. y J.G.P. Dirven. 1972. Influence of age, light intensity and temperature on the production and chemical composition of Congo grass (Brachiaria ruziziensis German et Evrard). *Netherlands J. Agric. Sci.* 20:125-132.
- Ellis, W.C. 1978. Determinants of grazed forage intake and digestibility. *J. Dairy Sci.* 61:1828-1840.
- Engelhardt, Wv., y W. Schneider. 1977. Energy and nitrogen metabolism in the llama. *An. Res. and Develop.* 5:68-72.
- Espinoza, L. 1975. Determinación del valor nutricional de la dieta de ganado pastoreando en Puno. B.S. Thesis. Univ. Nac. Tech. Altiplano. Puno, Perú.
- Farfán, R., L.C. Fierro, T. Huisa, A. Rosales, y F.C. Bryant. 1986. Consumo voluntario de forraje de llamas (Lama glama) en pastoreo en un pastizal andino del sur del Perú. In: *Investigación sobre pastos y forrajes de Texas Tech University en el Perú.* pp. 89-98. L.C. Fierro and R. Farfán (eds.). Technical Article T-9-468. *Col. Agric. Sci. Texas Tech Univ., Lubbock.*
- Fernández Raca, S., y C. Novoa. 1966. Estudio comparativo de la digestibilidad de los forrajes en ovino y alpacas. *Rev. Fac. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos.* Lima, Perú. 18-20:88-96.
- Fierro, L.C. 1985. Forage intake, diet composition and bioenergetics of grazing sheep in southern Perú. Ph.D. Diss., Texas Tech Univ., Lubbock.
- Florez, J.A. 1973. Velocidad de pasaje de la ingesta y digestibilidad en alpacas y ovinos. B.S. Thesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de Marcos. Lima, Perú.
- Freer, J. 1981. The control of food intake by grazing animals. In: *Grazing animals.* F. H. N. Morley (ed.). pp. 105-124. University of Melbourne, Veterinary Chemical Centre. Werribee, Australia.
- Goering, H.K., y P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber analysis. Apparatus, reagents, procedures and some applications. *Agric. Handbook No. 379.* Agr. Res. Serv./U.S.D.A.
- Hodgson, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: *Nutritional limit to animal production from pasture.* J.B. Hacker (ed.). pp. 153-166. Commonwealth Agric. Bur., Queensland, Australia.
- Hodgson, J. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proc. Nutr. Soc.* 44:339-346.

- Holmes, J.C., y R.W. Lang. 1963. Effect of fertilizer nitrogen and herbage dry matter content on herbage intake and digestibility in bullocks. *Anim. Prod.* 5:17.
- Huwasquiche, A. 1974. Balance del nitrógeno y digestibilidad en alpacas y ovinos. B.S. Thesis. Prog. Acad. Med. Vet., Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú.
- Huisa, T. 1985. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpaca (Lama pacos) en la época de seca. B.S. Thesis. Univ. San Antonio Abad del Cusco. Cusco, Perú.
- Jarman, P.J. 1974. The social organization of antelope in relation to the ecology. *Behavior.* 48:215-267.
- Kahn, H.E., y C.R.W. Spedding. 1984. A dynamic model for simulation of cattle herd production systems: 2--An investigation of various factors influencing the voluntary intake of dry matter and the use of the model in their validation. *Agr. Sys.* 13:63-82.
- Kilcher, M.R. 1981. Plant development, stage of maturity and nutrient composition. *J. Range Manage.* 34:363-364.
- McCollum, F.F., y M.L. Galyean. 1985. Cattle grazing blue grama rangeland. II. Seasonal forage intake and digesta kinetics. *J. Range Manage.* 38:543-546.
- Meyer, J.H., G.P. Lofgreen, y J.H. Hull. 1957. Selective grazing sheep and cattle. *J. Anim. Sci.* 16:766-772.
- Milford, R., y D.J. Minson. 1965. Intake of tropical pasture species. *Proc. Intl. Grassl. Cong.* 9:815-822.
- Minson, D.J. 1981. Effect of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Nutritional limits to animal production from pasture. J. B. Hacker (ed.). pp. 167-182. Commonwealth Agric. Bur., Queensland, Australia.
- Mitchell, P.J. 1973. Digestibility and voluntary intake measurements in re-growths of six Tasmanian pasture species. *Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husb.* 13:158-159.
- Norton, B.W. 1981. Differences between species in forage quality. In: Nutritional limits to animal production from pasture. J. B. Hacker (ed.). pp. 89-110. Commonwealth Agric. Bur., Queensland, Australia.
- NRC. 1987. Predicting feed intake of food-producing animals. National Academy Press. Washington, D.C.
- Oyanguren, F. 1969. Ensayo comparativo de la digestibilidad del ensilaje de avena (A. sativa) y de totora (Scirpus totora). B.S. Thesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.

- Rao, M.R., L.H. Harbers, y E.F. Smith. 1973. Seasonal change in nutritional value of bluestem pasture. *J. Range Manage.* 26:419-422.
- Ravillet, V., A. Rosales, N. Clavo, y H. Acuña. 1985. Evaluación nutritiva de pasturas naturales mejoradas con gramíneas y leguminosas para la alimentación de camélidos. V. Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos. Cusco, Perú. Abstract.
- Reiner, R.J., y F.C. Bryant. 1986. Botanical composition and nutritional quality of alpaca diets in two Andean rangeland communities. *J. Range Manage.* 39:424-427.
- Reiner, R.J., F.C. Bryant, R.D. Farfán, y B.F. Craddock. 1987. Forage intake of alpacas grazing Andean rangeland in Perú. *J. Anim. Sci.* 64:868-871.
- Riera, S., y A. Cardozo. 1968. Consumo comparativo de forrajes por llamas y ovinos. In: ALPA-Memoria. México. 3:192-193.
- Riera, S., y A. Cardozo. 1970. Consumo de ensilaje de alfalfa y agua en llamas y ovinos. In: ALPA-Memoria. México. 3:192-193.
- Rojas, R.D. 1977. Selectividad y calidad de la dieta de ovinos nativos al pastoreo obtenida por fístula esofágica. B.S. Thesis, Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- San Martín, F., y F. Bryant. 1987. Nutrición de los camélidos sudamericanos. Estado de nuestro conocimiento. Artículo técnico T-9-505 College of Agricultural Science, Texas Tech University, Lubbock.
- San Martín, F., R. Farfán, y R. Valdivia. 1985. Consumo comparativo entre alpacas y ovinos. V Convención Internacional sobre camélidos sudamericanos. Cusco, Perú. Compendio.
- San Martín, F., A. Huasasquiche, O. del Valle, D. Holgado, T. Arbaiza, M. Navas, y R. Farfán. 1982a. Consumo y digestibilidad comparativa de pasto natural en dos épocas del año entre alpacas y ovinos. Resúmenes Proyectos Investigación. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Vol. 1-2, pp. 254.
- San Martín, F., A. Huasasquiche, O. del Valle, D. Holgado, T. Arbaiza, M. Navas, y C. Villarroel. 1982b. Consumo y digestibilidad comparativa de pastos cultivados entre alpacas y ovinos. Resúmenes Proyectos Investigación. Univ. Nac. Mayor de San Marcos. Lima, Perú. Vol. 1-2, p. 255.
- SAS, Institute Statistical Analysis System. 1982. SAS Institute Cary, North Carolina.
- Schneider, W., R. Hauffe, y W.V. Engelhardt. 1974. Energy and nitrogen exchange in the llama. In: European Animal Production Association Publ. No. 14:127-130.

- Schwartz, C.C., y J.E. Ellis. 1981. Feeding ecology and niche separation in some native and domestic ungulates on the short grass prairie. *J. Appl. Ecol.* 18:343-353.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. 2nd. Ed. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Tapia, M., y J.A. Flores. 1984. Pastoreo y pastizales de los Andes del Sur del Perú. Inst. Nac. de Inv. y Promoción Agropecuaria. Prog. Col. de Apoyo a la Investigación en Ruminantes Menores. Lima, Perú.
- Thornton, R.F., y D.J. Minson. 1972. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in the rumen. *Aust. J. Agric. Res.* 23:871-877.
- Tilley, J.M.A., y R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassland. Soc.* 18:104-111.
- Ulyatt, M.J. 1981. The feeding value of temperate pastures. In: Grazing animals. F. H. W. Morley (ed.). pp. 125-141. University of Melbourne, Veterinary Clinical Centre, Werribee, Australia.
- Van Soest, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O & B Books, Inc., Cowallis.
- Weston, R.H. 1982. Animal factors affecting feed intake. In: Nutritional limits to animal production from pasture. J. B. Hacker (ed.). pp. 183-198. Commonwealth Agric. Bur. Queensland, Australia.
- Wilson, J.R. 1981. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Nutritional limits to animal production from pasture. J.B. Hacker (ed.). pp. 111-131. Commonwealth Agric. Bur. Queensland, Australia.

COMPARACION DE LAS TASAS DE PASAJE DE LA FASE LIQUIDA Y DE LA FASE SOLIDA EN
EL TRACTO DIGESTIVO DE LLAMA Y OVINO

F. San Martín y F. Bryant

RESUMEN

Este estudio fue conducido para estimar las tasas de pasaje de la fase líquida y sólida en el tracto digestivo de llama y ovino. Fueron usados tres llamas y tres ovinos fistulados en el primer compartimento del estómago. Ytterbium y Cr-EDTA fueron usados para estimar la tasa de pasaje de la fase sólida y líquida, respectivamente. Los animales fueron alimentados con dos niveles de calidad de dieta (baja - 7% de proteína cruda y media - 11% de proteína cruda). La tasa de pasaje de partículas en los primeros dos compartimentos del estómago en ambas especies fue menor con la dieta de baja calidad (3.6%/h) que la de calidad media (4.6%/h). El tiempo de retención total para las partículas en el tracto digestivo fue de 63 h para llamas y 41 h para ovinos. La tasa del pasaje de la fase líquida en los dos primeros compartimentos del estómago, como promedio de ambas dietas, fue de 10.3 y 7.7%/h para llamas y ovinos, respectivamente. El volumen del primer y segundo compartimento del estómago, como promedio de ambas dietas, fue mayor en ovinos que en llamas. Los resultados sugieren que es posible una mayor utilización de alimentos de baja calidad por las llamas que los ovinos debido a un mayor tiempo de retención de las partículas alimenticias en el tracto digestivo. Así, un prolongado período de exposición a la acción de la población microbiana localizada en los dos primeros compartimentos del estómago de la llama favorecería la digestión.

La anatomía del estómago de los camélidos sudamericanos (CSA) es diferente a la de los rumiantes avanzados (Vallenas et al., 1971). El estómago de los CSA se divide en tres compartimentos. Una gran cámara de fermentación compuesta de un compartimento grande (C1) y un compartimento más pequeño (C2). Estos compartimentos (C1 - C2) están conectados por un canal pequeño con el compartimento 3 (C3), este último es un órgano tubiforme que en su parte distal posee una región con glándulas gástricas que secretan ácido clorhídrico (estómago terminal).

El volumen del C1, C2 y C3 representan 83, 6 y 11% del volumen total, respectivamente (Vallenas et al., 1971). En llamas adultas, el contenido del C1 - C2 representa el 15% del peso corporal, mientras que el del C3 el 2% (Engelhardt y Rubsamen, 1979). Esquerre y Samaniego (1980), reportaron que del peso total del estómago de la alpaca el C1, C2 y C3 representan las 2/3, 1/12 y 1/4, respectivamente.

San Martín y Bryant son profesores de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNMSM y del Department of Range and Wildlife Management, Texas Tech University, respectivamente.

La mucosa glandular mucigenosa presente en todos los compartimentos del estómago de los CSA (con excepción de la mucosa de la parte distal del C3) tiene, a pesar de diferencias en su arreglo, la misma estructura (Cumming et al., 1972). Se ha postulado que la secreción de esta mucosa glandular, en forma de sáculos, puede contribuir sustancialmente a la acción tamponadora de la digesta en el C1 y C2 (Hansen y Schmidt-Nielsen, 1957; Schmidt-Nielsen, 1964; Eckerlin y Stevens, 1973). Sin embargo Rubsamen y Engelhardt (1978) sugieren, basados en la presencia de células absortivas en la superficie luminal (Cumming et al., 1972), que la principal función de la región glandular en estos compartimentos de los CSA es la rápida absorción de solutos y agua. Así, estos autores indican que la tasa de absorción en estas especies es mayor en dos a tres veces que las encontradas en ovinos y cabras.

Muchos autores han realizado descripciones detalladas de la motilidad del estómago de CSA (Vallenas y Stevens, 1971a; Vallenas, 1965; Engelhardt y Holler, 1982; Engelhardt y Rubsamen, 1979; Heller et al., 1981; Kay et al., 1980). Los CSA exhiben un patrón de actividades más continuo con ciclos de rumia más frecuentes que los observados en rumiantes avanzados. Engelhardt y Rubsamen (1979), señalan que las características de la motilidad en CSA son muy diferentes a aquellos del retículo-rumen en los rumiantes avanzados, y, por lo tanto, cualquier analogía entre estas dos especies son difíciles de probar.

Florez (1973) estudió la tasa de pasaje de la digesta a través del tracto digestivo en alpacas y ovinos, usando partículas coloreadas. Este autor encontró un mayor tiempo de retención de la digesta en alpacas (50.3h) que en ovino (43.2h). Clemens y Stevens (1980), en un estudio comparativo entre 10 especies de mamíferos, encontraron que la llama retiene las partículas grandes por un período de tiempo mayor que el vacuno y el caballo. Heller et al. (1986) señala, en llama, que el tiempo de retención para partículas de 0.2 - 1.0 cm es de 52 h, mientras que para partículas de 2.5 - 4.0 cm es de 60 h.

Aunque la estructura y fisiología del tracto digestivo de los CSA difieren a la de los rumiantes avanzados, existe la necesidad de generar información comparativa de la cinética digestiva y como ésta se relaciona con las diferencias en la digestión entre estas dos especies.

MATERIALES Y METODOS

Los animales experimentales fueron tres llamas, fistuladas en el primer compartimento, y tres ovinos cruzados fistulados en el rumen, de aproximadamente 2 y 2.5 años de edad, respectivamente. Los pesos vivos de los ovinos y llamas fueron de 70 ± 7.39 y 145 ± 9.81 kg, respectivamente. Los animales fueron alimentados a discreción. El agua fue ofrecida a voluntad. Las llamas y ovinos fueron confinados en jaulas metabólicas bajo las mismas condiciones ambientales y tanto la alimentación como el muestreo se realizó simultáneamente.

Se utilizaron dos períodos experimentales durante los cuales se les ofreció a los animales tanto la ración I (baja calidad - 7% proteína cruda (PC) y 2.2 Mcal de energía digestible/kg MS (ED)) como la ración II (media calidad - 11% CP y 2.8 ED). Los tratamientos fueron rotados dentro de especies en un arreglo de cuadrado latino. Los períodos experimentales consistieron de 10 días de adaptación (período pre experimental) durante el cual los animales se ajustaron a la dieta, seguido de 7 días de colección (período experimental). Los animales fueron alimentados una sola vez al día a las 08:00 h.

La tasa de pasaje líquida o tasa de dilución retículo-ruminal en ovinos ó del C1 y C2 en CSA, en adelante denominado rumen en las dos especies, fueron determinados el día 1 y 2 de cada período experimental. Cada llama y ovino recibió una dosis intra-ruminal de 100 ml de cromo etilendiaminotetra acético (Cr-EDTA; Binnerts et al., 1968), conteniendo 411 mg de Cr. El contenido ruminal fue muestreado a las 4, 8, 12 y 24 h post-dosis, filtrado a través de dos paños de gasa y congelado. Las muestras fueron centrifugadas a $10,000 \times g$ por 15 minutos. El fluido claro fue decantado y guardado para su posterior análisis. El espectrofotómetro de absorción atómica fue usado para medir la concentración de Cr en los estándares, muestras y una dilución de 1:500 de la solución original de Cr-EDTA.

La tasa de pasaje de la fase sólida (partículas) fue determinado de los tres a los siete días del período experimental, inmediatamente después del muestreo ruminal para la estimación de la tasa de dilución. Raciones marcadas con Ytterbium (Yb) fueron colocadas en el rumen de cada animal. Las raciones fueron marcadas por el procedimiento de inmersión y lavado descrito por Teeter et al.

(1984). 50 g de cada ración experimental fueron dosados, en ambos períodos experimentales, a cada animal. Muestras de heces, obtenidas directamente del recto, fueron colectadas de cada animal en los tiempos 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 60, 72, 82, 94, 106, 118 h post-dosis, cada muestra fue colocada en una bolsa plástica y congelada hasta su análisis.

Las muestras fecales fueron preparadas para análisis secándolas a 60°C por 48 h. Las muestras fueron molidas usando tamiz de 1 mm. 200 mg de éstas fueron tratadas con 20 ml de 0.05 solución molar de EDTA (pH 6.5 ajustado con hidróxido de amonio concentrado). 0.5 g KCl/l EDTA fue usado para prevenir ionización. La solución fue agitada por 1 h y filtrada a través de un papel filtro Whatman # 4. Los estándares para el análisis de Yb fueron preparados usando muestras fecales obtenidas en el tiempo 0 h. Todas las muestras y los estándares fueron analizados para la determinación de Yb mediante el espectrofotómetro de absorción atómica con una flama de óxido nitroso - acetileno (Hart y Poland, 1984).

La tasa de dilución (%/h; TDR) fue calculada por regresión del logaritmo natural de la concentración de Cr con el tiempo de post-dosis (tiempo 0-h no fue incluido). El volumen del rumen (litro; VR) fue estimado dividiendo las dosis inoculadas por la concentración extrapolada al tiempo 0-h. El tiempo total de recambio (h; TTR) fue estimado tomando la inversa de TDR. La tasa de flujo líquida (litro/h; TFL) fue calculado multiplicando VR por TDR.

Las curvas de la excreción fecal de Yb fueron ajustadas al modelo de dos compartimentos (Grovm y Williams, 1973), el cual provee estimados de la tasa de pasaje de las partículas a nivel del rumen (%/h; K1) y a nivel del intestino grueso y ciego (%/h; K2); el tiempo de tránsito (h; TT) del marcador fue estimado como el intervalo de tiempo en que se produce la primera aparición del marcador en las heces. El tiempo de retención promedio total (h; TRPT) en el tracto digestivo fue obtenido usando la siguiente fórmula:

$$TRPT, h = 1/K1 + 1/K2 + TT$$

El diseño experimental consistió en dos cuadrados latinos (2 x 2). Un cuadrado latino fue usado para llamas y el otro para ovinos. La interacción cuadro latino x tratamiento fue usado con el término de error para probar el efecto de especie animal y tratamiento (raciones).

RESULTADOS

El análisis compartimental usado en este estudio asume que la ingesta fluye, de cada compartimento individual, en una proporción similar a la concentración del marcador. En el modelo de Grovum y Williams (1973), K1 es el valor asignado al material que pasa a través del compartimento más grande y a una menor velocidad. Este representa al pasaje de las partículas en el rumen. El valor de K2 representa el pasaje de las partículas a través del ciego y colon de un rumiante. Este último valor ha sido validado al compararse los valores de excreción del marcador introducido tanto en el abomaso como en el rumen (Grovum y Williams, 1973).

El consumo de materia orgánica fue más bajo en llamas que en ovinos (Cuadro 1). Aunque, el consumo en ovinos fue menor al esperado. No hay explicación para este bajo consumo pero se considera que no fue resultado de alguna limitación de nutrientes.

La tasa de pasaje de las partículas en el rumen (K1) fue menor ($P < 0.05$) en las llamas comparado a los ovinos (Cuadro 1). Asimismo, en ambas especies, K1 fue menor para la ración de baja calidad que la de mediana calidad (3.60 vs. 4.48 %/h). K2 fue aproximadamente 2 veces más rápida en ovinos que en llamas, aunque estas diferencias no fueron significativas ($P > 0.10$). La primera aparición del marcador en las heces (TT) fue más temprana ($P < 0.05$) en ovinos que en llamas en ambas raciones. TRPT también fue menor en ovinos que en llamas aunque la diferencia no fue significativa ($P > 0.10$).

La tasa de pasaje de la fase líquida (TDR) fue más rápida en llamas que en ovinos, pero la diferencia no fue significativa ($P > 0.10$) (Cuadro 2). El VR fue similar entre especies y tratamientos, pero cuando los valores son expresados en peso metabólico ($PV \text{ kg } w^{.75}$), los ovinos mostraron un VR 40% mayor ($P < 0.10$) que el de llamas. Aunque los TFL y TTR fueron diferentes (menores TFL y mayores TTR en llamas que en ovinos), no se obtuvo diferencias significativas ($P > 0.10$) entre especies.

DISCUSION

El mayor tiempo de retención promedio total de las partículas en llamas

Cuadro 1. Consumo y estimados de la tasa de pasaje de la fase sólida en llama y ovino.

Parámetro	Llama			Ovino			E.E. ²
	I ¹	II ¹	\bar{X}	I	II	\bar{X}	
Consumo (g MO/kgW ^{0.75}) ^a	50.2	48.4	49.3	58.6	58.6	58.6	6.74
<u>Estimados de tasas de pasaje</u>							
Retículo-Rumen (%/h; K1)	3.1	3.8	3.5	4.1	5.2	4.6	0.53
Ciego-Colon (%/h; K2)	10.5	8.2	9.3	13.6	21.0	17.3	2.43
Tiempo de tránsito (h; TT)	18.6	19.3	18.9	12.4	11.6	12.0	1.61
Tiempo de retención promedio total (h; TRPT)	62.0	62.6	62.3	45.0	36.7	40.9	5.03

¹ Ración I = 7% PC y 2.2 Mcal ED/kg MS; ración II = 11% PC y 2.8 Mcal ED/kg MS

² Error estandar del promedio

^a Promedios entre especies fueron estadísticamente diferentes (P<0.05)

^b Promedios de tratamientos (raciones) y especies fueron estadísticamente diferentes (P<0.05)

Cuadro 2. Volúmen Ruminal y estimados de la tasa de pasaje de la fase líquida en llama y ovino.

Parámetro	Llama			Ovino			E.E. ²
	I ¹	II ¹	\bar{X}	I	II	\bar{X}	
Tasa de dilución (%/h; TDR)	9.5	11.2	10.4	7.3	8.2	7.7	1.48
Volumen del rumen (litro; VR)	8.3	6.0	7.1	7.3	7.1	7.2	0.74
VR (litro/kgw ^{0.75}) ^a	0.14	0.20	0.17	0.29	0.29	0.29	0.03
Tiempo total de recambio (h; TTR)	11.5	9.4	10.4	14.8	12.4	13.6	1.85
Tasa de flujo líquido (h; TFL)	0.78	0.67	0.72	0.51	0.57	0.54	0.11

¹ Ración I = 7% PC y 2.2 Mcal ED/kg MS; ración II = 11% PC y 2.8 Mcal ED/kg MS

² Error estandar del promedio

^a Promedios entre especies fueron estadísticamente diferentes (P<0.10)