

COLECCIÓN TECNOLOGÍAS
TRANSFORMANDO VIDAS



TECNOLOGÍAS
PARA LA PRODUCCIÓN

TECNOLOGÍAS
PARA SERVICIOS BÁSICOS
E INFRAESTRUCTURA

TECNOLOGÍAS
PARA LA GESTIÓN
DE RIESGOS

MANUAL DEL TÉCNICO ALPAQUERO

Segunda edición



UNIÓN EUROPEA



MANUAL DEL TÉCNICO ALPAQUERO

Segunda edición



Manual del técnico alpaquero / Autores: Danilo Pezo, Enrique Franco, Wilber García, Francisco Franco, Walter Bravo, Virgilio Alarcón, Felipe San Martín — Lima: Soluciones Prácticas; 2014

2da edición

130 p. : il.

ISBN N° 978-612-4134-23-4

ALPACA / ANIMALES LANÍFEROS / ENFERMEDADES ANIMALES / PARÁSITOS DE ANIMALES/ REPRODUCCIÓN DE ANIMALES/ SANIDAD ANIMAL/ NUTRICIÓN ANIMAL/ PASTIZALES

453.4 / P49

Clasificación Satis. Descriptores Ocode

Primera edición: 2005

Segunda edición: 2014

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2014 - 04039

© Practical Action para su sello editorial Soluciones Prácticas

Calle Tomás Edison 257 San Isidro, Lima, Perú

441-2950, 241-3035, 441-3235

info@solucionespracticas.org.pe

www.solucionespracticas.org.pe

Impreso en: GMC Digital SAC

Nombre: GMC Digital

Dirección: Calle Elías Aguirre 126 oficina 704, Miraflores, Lima

1.000 ejemplares

Autores: Danilo Pezo, Enrique Franco, Wilber García, Francisco Franco, Walter Bravo, Virgilio Alarcón, Felipe San Martín

Revisión: Bladimir Huisa, Duverly Mamani

Coordinación: Francis Salas

Cuidado de edición: Alejandra Visscher

Corrección de estilo: Mario Cossio

Diseño y diagramación: Diana La Rosa

Producido en Perú, 2014

Este documento ha sido elaborado con el apoyo financiero de la Unión Europea. Los puntos de vista que en él se expresan no representan necesariamente el punto de vista de la Unión Europea.

CONTENIDO

Índice de figuras	7
Índice de tablas	9
Presentación	11
CAPÍTULO 1. SANIDAD EN CAMÉLIDOS DOMÉSTICOS	13
Introducción	14
Enfermedades infecciosas bacterianas	15
Enfermedades infecciosas virales	28
Enfermedades infecciosas virales de escasa importancia	30
Enfermedades parasitarias (ectoparasitarias)	30
Enfermedades parasitarias (endoparasitarias)	35
Enfermedades orgánicas	43
Calendario sanitario	45
Recomendaciones generales	45
Capítulo 2. REPRODUCCIÓN EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS	47
Introducción	48
Órganos reproductivos de la hembra	48
Fisiología de la hembra	49
Órganos reproductivos del macho	55
Fisiología del macho	56
CAPÍTULO 3. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS	59
Introducción	60
Colección del semen	60
Evaluación del semen	61
Dilución del semen	62
Inseminación artificial	63
Manejo de machos y hembras para la inseminación artificial	63
Conclusiones	64
Capítulo 4. NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS	67
Composición de alimentos	68
Destino de los alimentos en el organismo	69
Carga genética y medioambiente	70
Anatomía del aparato digestivo de los camélidos	70
Digestión, selección consumo y eficiencia alimenticia	71
Periodos nutricionales críticos en la crianza	74
Capítulo 5. MANEJO DE PRADERAS ALTOANDINAS	81
Introducción	82
Características de las plantas prateras	82
Gramíneas	82
Leguminosas	83
Dormancia	84
Clasificación de las praderas	84
Manejo de pastos	86

Capítulo 6. FIBRAS EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS	99
Factores que afectan la producción de fibra	100
Características de la lana sucia y su medición objetiva	103
Características productivas de la fibra de alpaca	103
Determinación del rendimiento al lavado	104
Equipos para determinar el diámetro	104
Determinación de longitud de mecha	106
Determinación del rizo	106
Determinación del color blanco	106
Determinación de la resistencia a la tracción	107
Capítulo 7. MANEJO DE REBAÑO DE ALPACAS Y LLAMAS	109
Plan de alimentación	110
Plan sanitario	111
Manejo reproductivo	111
Manejo productivo	114
Bibliografía	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Lesiones por Colibacilosis, Clostridiosis y Coccidiosis	16
Figura 1.2	Signos clínicos de la enfermedad	16
Figura 1.3	Intestinos congestionados y hemorrágicos	16
Figura 1.4	Tratamiento de crías	17
Figura 1.5	Uraco congestionado y ennegrecido	18
Figura 1.6	Aplicando yodo fuerte	18
Figura 1.7	Pulmones congestionados	19
Figura 1.8	Pulmones grisáceos y tráquea con espuma	19
Figura 1.9	Úlcera y necrosis	20
Figura 1.10	Paladar con úlcera	20
Figura 1.11	Lesiones de pederia	21
Figura 1.12	Alpacas con síntomas de estreptococosis	21
Figura 1.13	Tejidos amarillentos característicos de la fiebre de alpacas	22
Figura 1.14	Abultamiento de la mandíbula inferior	22
Figura 1.15	Lesiones de conjuntivitis	23
Figura 1.16	Lesiones de querato conjuntivitis	23
Figura 1.17	Absceso externo	23
Figura 1.18	Absceso interno	24
Figura 1.19	Extracción de absceso interno de 44 kg	24
Figura 1.20	Pabellón de la oreja afectada	24
Figura 1.21	Oreja afectada inclinada	25
Figura 1.22	Congestión del sistema digestivo ocasionado por <i>C. septicum</i>	25
Figura 1.23	Tercer compartimiento congestionado y hemorrágico	26
Figura 1.24	Alpaca con signos de listeriosis	26
Figura 1.25	Enrojecimiento de la vulva	27
Figura 1.26	Revolcaderos de alpacas y llamas	31
Figura 1.27	Llama rascándose	31
Figura 1.28	Lesiones de sarna sarcóptica	31
Figura 1.29	Lesiones de sarna psoróptica	31
Figura 1.30	Tratamiento tópico	32
Figura 1.31	Baño por inmersión	32
Figura 1.32	Baño por aspersión	32
Figura 1.33	Tratamiento sistémico	32
Figura 1.34	Signos de piojera	33
Figura 1.35	Piojos adheridos a la piel	33
Figura 1.36	Garrapatas adheridas	34
Figura 1.37	Pradera invadida por trombicula	34
Figura 1.38	Gramínea cubierta por trombicula	34
Figura 1.39	Alpaca afectada	35
Figura 1.40	Trombicula adherida a la oreja	35
Figura 1.41	Hígado con <i>Lamanema chavezii</i>	36
Figura 1.42	Intestino delgado con <i>L. chavezii</i>	36
Figura 1.43	Tenias en las heces	37
Figura 1.44	Tenias en el intestino delgado	37
Figura 1.45	Lesiones de coccidiosis	38
Figura 1.46	Hígado aumentado de volumen	39
Figura 1.47	<i>F. hepatica</i> en conducto hepático	39
Figura 1.48	Formas de consumo de carne de alpaca con macro y micro quistes de Sarcocystis	40
Figura 1.49	Quistes de Sarcocystis en el cuello	41
Figura 1.50	Quistes en el costillar	41
Figura 1.51	Quiste hidatídico en pulmón	42
Figura 1.52	Lesiones de “jacapo” en la cabeza	43
Figura 1.53	Lesiones de “jacapo” en patas	44

Figura 2.1	Aparato reproductor de la alpaca hembra	48
Figura 2.2	Implantación del embrión en el cuerno uterino izquierdo	50
Figura 2.3	Localización del feto	52
Figura 2.4	Primera etapa del parto: dilatación cervical (1,5 horas)	54
Figura 2.5	Segunda etapa del parto: expulsión fetal (30 minutos)	54
Figura 2.6	Tercera etapa del parto: expulsión de placenta (1,5 a 2 horas)	55
Figura 2.7	Órganos reproductivos del macho	55
Figura 2.8	Desprendimiento de la adherencia peneprepucial en alpacas macho	57
Figura 3.1	Colección de semen en un tubo colector	60
Figura 3.2	Color del semen colectado con vagina artificial y por aspiración vaginal	61
Figura 3.3	Evaluación de la vitalidad de los espermatozoides de alpaca	62
Figura 3.4	Proporción de espermatozoides normales y anormales	62
Figura 3.5	Presencia de la vesícula embrionaria de una alpaca inseminada	63
Figura 3.6	Crías de alpaca nacidas por inseminación artificial	64
Figura 4.1	Componentes de los alimentos	68
Figura 4.2	Participación del alimento en las diferentes actividades del organismo	69
Figura 4.3	Uso de pastos cultivados en animales destetados	75
Figura 5.1	Bofedal	84
Figura 5.2	Gramadal	85
Figura 5.3	Periodos críticos de acumulación de alimentos en plantas forrajeras	86
Figura 5.4	Pastoreo en canchas	87
Figura 5.5	Método de transecto al paso	88
Figura 5.6	Determinación de sitios para planificar los transectos	94
Figura 5.7	Ejemplo de transecto y aplicación de fórmula para determinar condición y carga animal recomendable	96
Figura 6.1	Alpacas Huacaya	100
Figura 6.2	Alpacas Suri	100
Figura 6.3	Alpacas alimentadas en pastos cultivados	102
Figura 6.4	Tren de lavado de fibra en laboratorio	103
Figura 6.5	Fibrómetro	104
Figura 6.6	<i>Air Flow</i> y dedal para cerrar la cámara	104
Figura 6.7	Sonic Tester	105
Figura 6.8	<i>Sirolan Laserscan</i>	105
Figura 6.9	OFDA 2000 de laboratorio	105
Figura 6.10	Equipo para determinar longitud	106
Figura 6.11	Escala de color	106
Figura 6.12	<i>Staple Breaker</i> para medir resistencia de mecha	107
Figura 7.1	Recuperación de praderas a través de clausuras	111
Figura 7.2	Atención sanitaria en crías de alpacas	111
Figura 7.3	Empadre controlado en alpacas	112
Figura 7.4	Aplicación de reconstituyentes	113
Figura 7.5	Expulsión del feto de alpacas	113
Figura 7.6	Aplicación de yodo al ombligo	113
Figura 7.7	Registro de peso al nacimiento de la cría de alpaca	114
Figura 7.8	Cría tomando su calostro	114
Figura 7.9	Evitar la formación de lodazales en los dormitorios	114
Figura 7.10	Sala de esquila adecuada	115
Figura 7.11	Esquila inadecuada en corral	115
Figura 7.12	Pesado del vellón	115
Figura 7.13	Toma del peso corporal de alpacas	116
Figura 7.14	Diagnóstico de preñez en alpacas	116
Figura 7.15	Dosificación de alpacas	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Enfermedades infecciosas y parasitarias y sus agentes etiológicos en llamas y alpacas	14
Tabla 2.1	Niveles promedio de progesterona en alpacas y llamas servidas con macho estéril y macho vasectomizado	51
Tabla 2.2	Relación entre la localización del cuerpo lúteo y el embrión en la llama	53
Tabla 2.3	Relación entre la localización del cuerpo lúteo y el embrión en la alpaca	53
Tabla 2.4	Niveles de progesterona plasmática (nmol/L) en alpacas y llamas preñadas vacías, 30 días postservicio fértil	53
Tabla 2.5	Tiempo en minutos ($X \pm DS$) durante los tres estadios del parto en alpacas multiparas y primíparas	54
Tabla 2.6	Niveles de testosterona circulante (pg/ml) en la alpaca llama, en diversas estaciones del año	56
Tabla 3.1	Características seminales de cinco machos alpaca de eyaculados colectados por aspiración vaginal después de la monta (n=41) y con vagina artificial (n=38)	61
Tabla 3.2	Resultados de campaña de inseminación artificial de alpacas	64
Tabla 4.1	Composición química de algunos alimentos (%)	69
Tabla 4.2	Comparación de los coeficientes de digestión (%) entre alpaca y ovino en función del nivel de proteína en los alimentos estudiados	72
Tabla 4.3	Composición botánica de la dieta (%) por grupo de planta de las dietas de la alpaca y ovino durante el período de seca y lluvia en un pastizal de <i>Festuca dolichophylla</i>	72
Tabla 4.4	Comparación de consumo diario de los camélidos sudamericanos y ovino bajo condiciones de estabulación y pastoreo	73
Tabla 4.5	Ganancia de peso diario, consumo de alimentos y conversión alimenticia en llamas, alpacas y ovinos	74
Tabla 4.6	Relación entre los cambios estacionales, precipitación y características forrajeras de la pradera altoandina	74
Tabla 4.7	Peso corporal (en kg) de crías de alpaca al nacimiento y al año de edad en rebaños de pequeños productores	75
Tabla 4.8	Modelo de planilla	78
Tabla 4.9	Modelo de ficha de resultados de análisis de Weende	79
Tabla 5.1	Ejemplo de condición física de fundo para evaluación de pradera	87
Tabla 5.2	Condición de clase	87
Tabla 5.3	Formato de evaluación de pastizales (I)	88
Tabla 5.4	Formato de evaluación de pastizales (II)	91
Tabla 5.5	Relación de especies nativas indicadoras de vigor	92
Tabla 5.6	Carga animal recomendable para diferentes condiciones de pastizales nativos	93
Tabla 5.7	Composición de especies decrecientes (D). Calidad	93
Tabla 5.8	Índice forrajero (IF). Cantidad	93
Tabla 5.9	Suelo desnudo, roca y pavimento de erosión	93
Tabla 5.10	Índice de vigor	94
Tabla 5.11	Determinación de la condición del pastizal	94
Tabla 5.12	Formato para determinar la condición de la pradera	95
Tabla 5.13	Resumen del transecto de la figura 7	96
Tabla 5.14	Porcentajes de tipos de especies, figura 7	96
Tabla 5.15	Especies deseables, poco deseables e indeseables	97
Tabla 6.1	Características e importancia de la lana sucia	103

PRESENTACIÓN

Las comunidades altoandinas asentadas por encima de 4.000 m.s.n.m. tienen como actividad más importante a la ganadería y son los camélidos sudamericanos los animales que mejor se adaptan y desarrollan en las condiciones climáticas de los pisos ecológicos ubicados en estos rangos altitudinales. Los principales problemas de su crianza radican en que el incremento de su población —principalmente de alpacas— es sumamente lento y sometido a riesgos, además de la ausencia de asistencia técnica y sanitaria oportuna, y accesible a la economía de los pobladores de la zona.

Frente a esta situación en el año 2005, Soluciones Prácticas decidió formar una promoción de kamayoq pecuarios alpaqueros para que brindaran apoyo técnico y de sanidad en sus comunidades de origen. Soluciones Prácticas estableció una alianza con la Facultad de Medicina Veterinaria y el Instituto Veterinario de Investigaciones Tropicales y de Altura de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Ivita-UNMSM), a través de su Estación Experimental Maranganí-La Raya, y con el Centro Experimental de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) en La Raya. La alianza tuvo el objetivo de ofrecer cursos de capacitación para el personal técnico de Soluciones Prácticas y los kamayoq pecuarios.

En el año 2005 también, en un esfuerzo por tener un documento de informativo sobre las clases recibidas, los docentes de ambos centros experimentales elaboraron separatas que fueron compiladas en la primera edición del Manual del técnico alpaquero, una publicación de utilidad para que promotores y técnicos rurales pecuarios alpaqueros desempeñaran sus labores de la mejor manera.

En esta segunda edición se ha incrementado a siete los capítulos donde se abordan distintos temas informativos necesarios para la formación de los kamayoq, así como los profesionales técnicos vinculados al sector alpaquero, con información y datos modelizados para los Andes del sur del Perú. Esta reedición ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Unión Europea y del Fondo Nacional de Capacitación Laboral y Promoción del Empleo (FONDOEMPLEO).

1

**SANIDAD EN
CAMÉLIDOS
DOMÉSTICOS**

SANIDAD EN CAMÉLIDOS DOMÉSTICOS

Danilo Pezo, Enrique Franco, Francisco Franco (Ivita-UNMSM), Virgilio Alarcón (UNSAAC)

El presente capítulo aborda las enfermedades más comunes que afectan a los camélidos sudamericanos en el área andina. Esta descripción no debe considerarse como un modelo académico; se trata de una interpretación de los autores acerca de los resultados de sus investigaciones y de la observación directa de muchos casos en el campo. La mayoría de resultados han sido publicados de forma dispersa en diversos boletines y revistas especializadas.

Este capítulo contiene un compendio y, en algunos casos, una ampliación de las descripciones realizadas anteriormente por otros autores sobre enfermedades infecciosas y parasitarias, y algunas enfermedades virales y metabólicas de escasa presentación.

Se ha puesto énfasis en enfermedades y fenómenos de gran importancia económica, como la mortalidad de las crías, parasitosis gastrointestinales y sarna —flagelos que frenan el desarrollo de la ganadería alpaquera—. Pero, en muchas otras enfermedades identificadas este estudio no incluye información que ayude a su descripción por la falta de datos, como en el caso del braxy o muerte súbita, osteomielitis y fiebre de las alpacas.

No se incluyen los problemas del aparato reproductor de los camélidos sudamericanos pues ya han sido convenientemente descritos por Sumar, Novoa, Bravo y otros autores. Del mismo modo, respecto a la toxoplasmosis y enfermedades virales, es muy poco lo que se conoce y los reportes solo se basan en el hallazgo de animales reactivos. La ausencia de datos científicos sobre estos temas demuestran que respecto a la sanidad de camélidos sudamericanos falta mucho por investigar.

Indudablemente existirá una gran divergencia de opiniones sobre los tópicos tratados. Las opiniones expresadas en el presente texto son de exclusiva responsabilidad nuestra y no pretendemos exponer un consenso. Esperamos que sean de utilidad para los técnicos que trabajan en el campo.

La tabla 1.1 presenta una lista de las enfermedades presentes en los camélidos sudamericanos cuyas sintomatologías serán discutidas a continuación.

Tabla 1.1 Enfermedades infecciosas y parasitarias y sus agentes etiológicos en llamas y alpacas

NOMBRE DE LA ENFERMEDAD	AGENTE ETIOLÓGICO
Enfermedades infecciosas	
1. Enteritis infecciosa o enterotoxemia	<i>Clostridium perfringens</i> , <i>Escherichia coli</i>
2. Piosepticemia umbilical	Bacterias piógenas
3. Neumonía	<i>Pateurella multocida</i> y <i>Mannheimia haemolítica</i>
4. Necrobacilosis o estomatitis	<i>Sphaerophorus necrophorus</i>
5. Pederia	<i>Sphaerophorus necrophorus</i>
6. Fiebre de alpaca	<i>Streptococcus zooepidemicus</i>
7. Osteomielitis	<i>Actinomyces piogenes</i>
8. Conjuntivitis	Bacterias piógenas
9. Linfangitis caseosa	<i>Corynebacterium pseudotuberculosis</i>
10. Otitis	Bacterias piógenas
11. Muerte súbita o braxy	<i>Clostridium septicum</i>
12. Listeriosis	<i>Listeria monocytogenes</i>
13. Metritis	Bacterias piógenas
14. Mastitis	Bacterias piógenas
15. Brucelosis	<i>Brucella melitensis</i> biotipo 1
16. Tuberculosis	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
17. Ectima contagioso	Fam. Poxviridae Gen. Parapoxvirus
18. Rabia	Fam. Rhabdoviridae Gen. Lyssavirus tipo 1
19. Fiebre aftosa	Fam. Picornaviridae Gen. Aftovirus

NOMBRE DE LA ENFERMEDAD	AGENTE ETIOLÓGICO
Enfermedades ectoparasitarias 1. Sarna 2. Piojera 3. Garrapatoxis 4. Trombiculosis	<i>Sarcoptes scabiei var aucheniae</i> <i>Psoroptes communis</i> <i>Microthoracius proelongicep</i> , <i>M minor</i> , <i>M. mazzai</i> <i>Damalinia aucheniae</i> <i>Amblyomma parvitarsum</i> <i>Trombicula aucheniae</i> .
Endoparasitarias 1. Gastroenteritis verminosa 2. Bronquitis verminosa 3. Teniasis 4. Coccidiosis 5. Criptosporidium 6. Distomatosis hepática 7. Toxoplasmosis 8. Sarcocytosis 9. Hidatidosis 10. Cisticercosis	<i>Graphinema aucheniae</i> , <i>Camelostrongylus</i> <i>Mentolatus Spiculotoragia peruvianus</i> <i>Lamanema</i> <i>chavezii</i> , <i>Nematodirus lamae</i> . <i>N spatiger</i> , entre otras <i>Dictyocaulus filaria</i> <i>Moniezia benedeni</i> , <i>M. expanza</i> <i>Thysaniezia giardi</i> <i>E. macusaniensis</i> , <i>E. lamae</i> , <i>E. alpaca</i> , <i>E. punoensi</i> , <i>E. peruviana</i> , <i>E. ivitaensi</i> <i>Criptosporidium</i> <i>Fasciola hepatica</i> <i>Toxoplasma gondii</i> <i>Sarcocystis aucheniae</i> <i>Echinococcus granulosus</i> <i>Cisticercus tenuicollis</i>

ENFERMEDADES INFECCIOSAS BACTERIANAS

Enteritis infecciosa de las crías

Etiología (causas de la enfermedad)

Desde hace algunos años se han descrito, por separado, las entidades etiológicas que causan mortalidad en las crías de alpacas y llamas, debido a procesos entéricos (intestinales). Algunas de ellas son:

- La diarrea bacilar o enterotoxemia cuyo agente etiológico es el *Clostridium perfringens* tipos A y C, y que ataca a los animales mejores alimentados.
- Diarreas atípicas producidas por *Escherichia coli* que atacan a crías flacas provenientes de madres con poca producción lechera.
- Diarreas causadas por coccidias del género *Eimeria*.
- Agentes transmisores como *Cryptosporidium*, coronavirus, rotavirus y giardia comprometidos en procesos entéricos de crías de alpacas no han sido aún precisados.

La enteritis infecciosa no es fácil de diferenciar porque clínicamente no siempre es posible identificar qué causa las diarreas y, por ello, los tratamientos empleados, rara vez logran controlar los procesos de infección. En la actualidad se sabe que aparece generalmente por la interacción de *Clostridium perfringens* tipos A y C y cepas toxigénicas de *Escherichia coli*, y posteriormente también pueden actuar coccidias, sobre todo en animales de más de 30 días de edad (Fig. 1.1).

La enteritis infecciosa afecta a las crías a partir de los tres días de nacidas independientemente de su condición física o corporal, es decir ya sean de textura delgada o gruesa. Se presenta de manera masiva en la población susceptible y se le reconoce como un brote o epidemia en potreros o canchas de pastoreo durante la época de parición.

El proceso infeccioso está caracterizado por una alta mortalidad (crías muertas) y morbilidad (crías enfermas). Al principio no se observan síntomas aparentes y los animales mueren repentinamente. Conforme el proceso avanza es posible observar animales con diarreas o estreñimiento. Muchos animales también muestran síntomas nerviosos, con la cabeza extendida hacia atrás (opistódomos), abdomen abultado, temperatura aumentada hasta 40 °C y manifestaciones de dolor (Fig. 1.2).

Los animales enfermos desarrollan apetito poco común al ingerir piedrecillas y tierra, por lo que las diarreas son de color oscuro. Durante este proceso es posible que estén actuando el *Clostridium perfringens* y la *Escherichia coli* en forma conjunta. Posteriormente, cuando actúan las coccidias, las diarreas se hacen más abundantes y sanguinolentas.

Lesiones observadas en la necropsia

Al abrir un animal muerto se percibe un olor desagradable, en el intestino delgado hay zonas llenas de gas y otras con líquido, también hay zonas congestionadas y hemorrágicas (Fig. 1.3).

Asimismo, en el intestino grueso se pueden observar zonas circulares y ovaladas de color oscuro y cuando actúan las coccidias se observan, claramente, placas ovaladas de color blanquecino cubriendo zonas necróticas de la mucosa intestinal.

Diagnóstico

Para poder diagnosticar a una cría de llama o alpaca con esta enfermedad se debe considerar la presentación de brotes o epidemias, signos clínicos y las lesiones observadas en la necropsia.

El aislamiento de los agentes mediante cultivo bacteriológico en aerobiosis y anaerobiosis de las heces diarreicas, contenido intestinal y otras áreas afectadas tienen que ser incluidos en el diagnóstico de la enfermedad.



Fig. 1.1 Lesiones por Colibacilosis, Clostridiosis y Coccidiosis



Fig. 1.2 Signos clínicos de la enfermedad

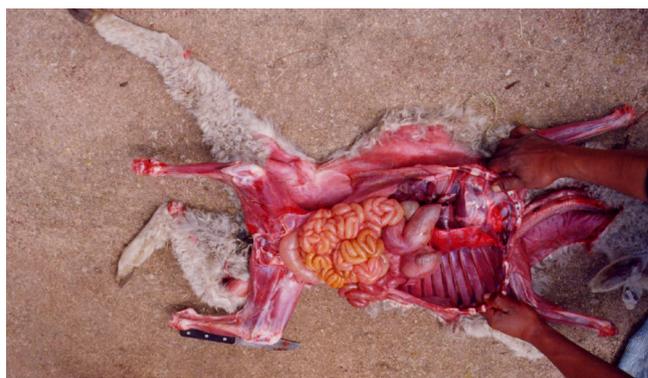


Fig. 1.3 Intestinos congestionados y hemorrágicos

Control y prevención

Antes del parto:

- Las hembras preñadas deben ser manejadas en canchas reservadas con una buena provisión de pasto y agua.
- Dosificar a las madres preñadas 3 meses antes del parto.

Después del parto:

- Desinfectar adecuadamente el ombligo de las crías con una solución de yodo fuerte.
- Asegurarse de que las crías tomen calostro máximo a las 3 horas después de su nacimiento.
- Los dormitorios deben ubicarse en zonas de ladera y deben ser rotados periódicamente para evitar la acumulación de material contaminante.
- Rotar y desinfectar los dormitorios.
- Rotar las canchas de pastoreo.
- Uso de antibióticos en forma preventiva y tratamiento: determinar las dosis adecuadas y su frecuencia
- Uso de vacunas: seguir de manera estricta el protocolo de la vacuna. Generalmente se aplican dos dosis de vacuna a la madre: la primera para sensibilizar la producción de anticuerpos y la segunda para generar una mejor respuesta, y a la cría una dosis a los 10 a 15 días de nacida.

Es muy importante considerar:

- La elaboración de un plan de prevención es necesario para evitar brotes incontrolables de enterotoxemia en las crías de alpacas.
- El uso adecuado, racional y oportuno de antibióticos y vacunas es importante en la prevención de enterotoxemia en crías de alpacas.
- La combinación de medidas de higiene, manejo de productos veterinarios y vacunas es necesario para la sobrevivencia de las crías.

Tratamiento

Cuando la enfermedad está presente, necesariamente se debe tratar con antibióticos específicos. El tratamiento debe realizarse a toda la población de crías (sanas y enfermas) (Fig. 1.4).



Fig. 1.4 Tratamiento de crías

- El tratamiento con agentes antibacterianos ha tenido relativo éxito debido a las características de toxiinfección de la enfermedad. Sin embargo, la experiencia sugiere que una buena administración de antibióticos de bases químicas de gran espectro contra *Clostridium perfringens* y *Escherichia coli* son útiles para estos escenarios.
- Se ha usado con éxito Sulfato de colistina a razón de 5 mg/kg de peso vivo y penicilina (Colisin) a razón de 200.000 UI por animal, por vía intramuscular por 3 días seguidos.
- Por vía intramuscular también se puede aplicar Enrofloxaxina (Enpropro LA 20, Enroflox 10, Baytril al 5%), Oxitetraciclina (Emicina, Agromycin 11, Pentex, Duramycin 300 L.A.).

- Por vía oral se puede administrar Sulfato de colistina (Colirev, Colimix) y Cloroxitetraciclina (CTC-Reversol), específicos para *Escherichia coli* y *Clostridium perfringens*.
- Cuando la presencia de coccidias es evidente, se hace necesario dosificar con sulfas, como Sulfametacina o Sulfaguanidina en dosis de 100-120 mg/kg de peso vivo. El uso de las sulfas debe hacerse cuidadosamente según las dosis recomendadas pues las sobredosis son tóxicas.
- Los tratamientos deben realizarse de acuerdo a lo indicado por el médico veterinario.

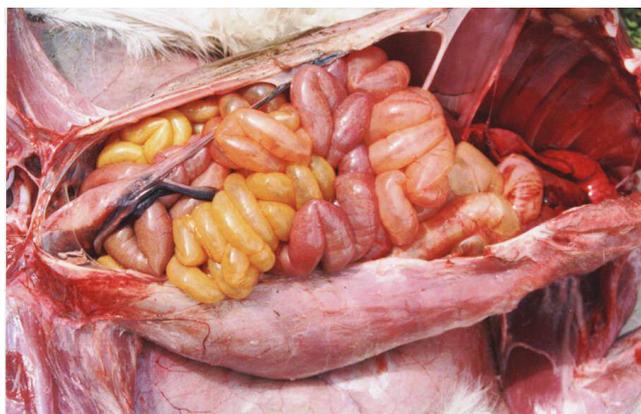


Fig. 1.5 Uraco congestionado y ennegrecido

Piosepticemia umbilical (onfalitis)

Etiología y transmisión

Es la infección del ombligo de los neonatos, causada por bacterias que se encuentran en el medio ambiente como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium*, *Escherichia coli* y formas esporuladas o vegetativas de *Clostridium perfringens*. Estas bacterias ingresan a través del muñón umbilical¹ invadiendo los tejidos internos de la cavidad inguinal, abdominal e incluso la torácica, provocando un cuadro clínico septicémico que compromete el estado general de la cría.

Signos clínicos y lesiones

Las crías muestran depresión, letargia (inactividad), falta de apetito, temperatura elevada, algunas veces retención urinaria, dejan de mamar y a los pocos días mueren. El uraco, que es un cordón estrecho que sale del ombligo y se conecta a la vejiga se encuentra congestionado (ennegrecido), la vejiga está congestionada con contenido urinario y en algunos casos se puede encontrar fibrina en las cavidades del animal. (Fig. 1.5).

Diagnóstico

El diagnóstico debe estar basado en las lesiones en la región umbilical de los animales, así como en las manifestaciones clínicas descritas en los párrafos anteriores.

Control

Inmediatamente después del parto, la persona encargada de la parición de las alpacas debe sumergir el muñón umbilical en una botella conteniendo tintura de yodo fuerte al 7%. Esta es la mejor medida de prevención para evitar la infección (Fig. 1.6).



Fig. 1.6 Aplicando yodo fuerte

¹Trozo del cordón umbilical que queda adherido a la cría luego de que el cordón umbilical es cortado.

Neumonía

Es una afección respiratoria de curso rápido con inflamación del parénquima pulmonar (tejido pulmonar) que compromete los bronquios y pleura (membrana que recubre ambos pulmones) de neonatos y animales jóvenes. Con frecuencia la enfermedad puede generalizarse debido a deficiencias en el sistema inmune de la cría, desarrollando procesos septicémicos (infección generalizada de la sangre).

Los cuadros septicémicos deben ser diferenciados en cuanto a su causa determinante. Dentro de ellas deben considerarse los cuadros de enterotoxemia y onfaloflebitis, que se asocian con la deficiencia del sistema inmune y la deficiente desinfección umbilical e higiene, respectivamente.

Los procesos neumónicos se presentan por factores del medioambiente y del animal susceptible, y por un variado número de agentes infecciosos. Generalmente afectan a animales débiles y ocurren después de ciertos periodos de estrés. De esta manera, factores como nevadas, granizadas y lluvias que ocasionan el enfriamiento del ambiente, los partos distócicos o difíciles, inanición y la pertenencia a la raza Suri, incrementan las posibilidades de contraer esta enfermedad. Otros factores propios del animal tales como la debilidad y deficiente inmunidad pasiva, predisponen a las crías susceptibles a infecciones bacterianas.

Etiología y transmisión

Los procesos neumónicos son una de las principales causas de muerte en las crías de alpacas. Las especies bacterianas *Pasteurella multocida* y *Pasteurella haemolytica*, hoy llamadas *Mannheimia haemolytica*, son parte de la flora microbiana de las vías respiratorias altas y se les considera agentes infecciosos que podrían aparecer si se presenta una deficiente inmunidad e hipotermia, disminución de la temperatura ambiental y mal manejo de las crías.

Estudios serológicos en alpacas indican que la crianza mixta con vacunos y ovinos junto con estos animales favorece la

presencia de animales sero-reactores con agentes virales y Mycoplasma de localización pulmonar. Estos microorganismos solo han sido detectados por la presencia de anticuerpos específicos y su responsabilidad, como causa de enfermedad, no ha sido determinada.

Los cuadros neumónicos son transmitidos por vía aérea por la presencia de bacterias del género *Pasteurella* y *Mannheimia* y otros agentes infecciosos.

Signos clínicos

Usualmente, después de presentarse una fuerte baja de temperatura ambiental en las noches, al amanecer se presentan casos hiperagudos de neumonía en crías de alpacas. El curso es rápido debido a que tienen bajas defensas y son las primeras en morir.

En casos menos severos puede observarse depresión, orejas dirigidas hacia atrás y anorexia (falta anormal de ganas de comer). También puede haber secreción de las fosas nasales, tos, elevación de la temperatura corporal de 40 °C a 41 °C y disnea (dificultad de respirar). La muerte puede ocurrir entre 1 y 3 días después de aparecer las manifestaciones clínicas.

Lesiones observadas en la necropsia

Las lesiones durante la necropsia se encuentran generalmente restringidas al aparato respiratorio. Los pulmones con áreas firmes y rojizas (consolidación) en la región cráneo ventral.

En la etapa inicial de la neumonía, la zona afectada se encuentra congestionada, firme, de aspecto brillante (Fig. 1.7), con incremento de peso y con exudado mucoso en tráquea y bronquios. Si el proceso continúa por algunos días, el pulmón se torna de color rojo a grisáceo (Fig. 1.8). Los nódulos linfáticos se encuentran aumentados de volumen, congestionados, edematosos y hemorrágicos debido a la congestión y edema. En casos sistémicos se observa congestión y hemorragia puntiformes en varios órganos. En animales mayores de un mes se puede observar un exudado seroso a serofibrinoso en la cavidad torácica y saco pericárdico.

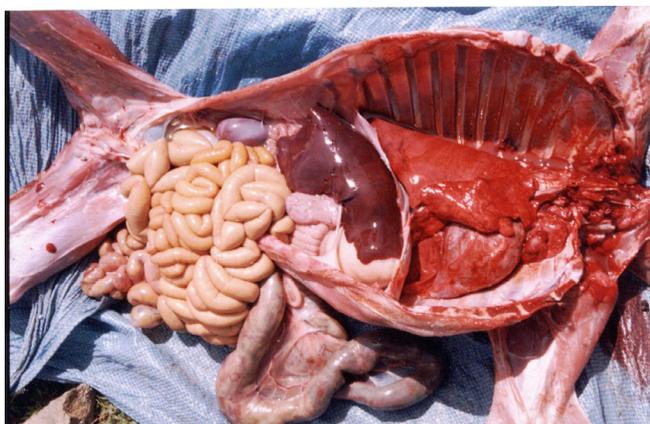


Fig. 1.7 Pulmones congestionados



Fig. 1.8 Pulmones grisáceos y tráquea con espuma

Diagnóstico

El diagnóstico se realiza por el cuadro clínico y las lesiones características. La presentación septicémica que se observa en la necropsia, podría confundirse con la forma septicémica de enterotoxemia y colibacilosis. En las crías mayores podría confundirse con fiebre. Sin embargo, el diagnóstico definitivo del agente causal está dado por los hallazgos de laboratorio.

Prevención

Una buena medida para proteger a las crías de alpaca es asegurar que ingieran calostro antes de las tres horas de nacidas y que cuenten con una atención sanitaria y alimenticia adecuada.

No se cuenta con vacunas satisfactorias para la prevención y no existe tratamiento efectivo contra los agentes virales. Se recomienda la administración de antibióticos para prevenir una infección bacteriana secundaria causada por *Pasteurella* y *Mannheimia*.

Necrobacilosis o estomatitis necrótica

Es una infección de la cavidad bucal y faringe que está ampliamente difundida en las explotaciones alpaqueras y que afecta a las crías al inicio y durante el periodo de sequía. La sequía condiciona la existencia de pasturas fibrosas y leñosas que causan lesiones en la cavidad bucal. La prevalencia² va de 10% a 50% de crías afectadas y la morbilidad es elevada, pero la mortalidad es baja.

Agente causal

Es producida por la bacteria *Sphaerophorus necrophorus*, que con frecuencia forma parte de la flora bacteriana normal de la boca del animal.

Signos clínicos y lesiones

Los animales afectados muestran depresión, falta de apetito, salivación y temperatura elevada hasta 40°C. Esta enfermedad se caracteriza por la formación de úlceras y necrosis (degeneración) en el rodete dentario (Fig. 1.9), lengua, carrillos (mejillas) y paladar (Fig. 1.10).

Para que se presente es necesaria la formación de heridas o laceraciones previas, producidas por pasturas punzantes o semillas duras, donde ingresa la bacteria causante del proceso.

La forma estomatítica es la más frecuente y se presenta en animales jóvenes de entre 1 a 8 meses de edad, y puede complicarse con procesos neumónicos, hepatitis y úlceras. En casos avanzados el proceso se propaga a la faringe y pulmones, hígado y tercer compartimiento del estómago. Cuando se extiende los animales tienen dificultad para respirar, emiten ronquidos y no lactan ni consumen alimentos.

Tratamiento

Las formas neumónica o diftérica siempre son de curso fatal; los animales mueren. En cambio la forma estomatítica es curable. Los animales se recuperan con un tratamiento adecuado.



Fig. 1.9 Úlcera y necrosis



Fig. 1.10 Paladar con úlcera

² Proporción de individuos que sufren la enfermedad con respecto al total de la población.

Tanto para prevenir como tratar las formas estomatíticas, se recomienda usar una solución preparada de la siguiente fórmula:

- Agua hervida hasta: 1 l
- Azul de metileno: 15 g
- Acido fénico: 11 g
- Acido bórico: 20 g
- Piedra alumbre: 15 g

En forma preventiva, esta solución se debe aplicar diariamente a todas las crías, en la boca, lengua, labios y carrillos.

En forma curativa, las aplicaciones deben ser hechas cada dos días hasta que el animal sane.

En el mercado existe un antiséptico similar llamado Aftosil o Aftisan. Para los procesos diftéricos y neumónicos no existe tratamiento, siempre son de curso fatal. Lo mismo se puede decir de los casos de necrobacilosis del hígado.

Pedera

Agente causal

En alpacas se ha descrito la presentación esporádica de pederas producidas por la misma bacteria que causa necrobacilosis de la boca.

Signos clínicos y lesiones

La enfermedad es muy rara y se caracteriza por lesiones necróticas en el espacio interdigital de las patas. En las llamas se han reportado pederas severas, que además de producir necrosis en el espacio interdigital (Fig. 1.11), atacan la almohadilla plantar, y en consecuencia los animales no pueden caminar, muestran depresión y pérdida de peso. Las pederas solamente se han observado en llamas obligadas a pastar confinadas en lugares húmedos o pantanosos.



Fig. 1.11 Lesiones de pedera

Tratamiento

Para el tratamiento se debe usar ungüentos desinfectantes (Cascol) y antibióticos por vía parenteral (no por la boca).

Fiebre de alpacas (estreptococosis)

La estreptococosis es una enfermedad bacteriana asociada a factores de estrés ambiental que influyen sobre el estado general del animal, en particular sobre sus mecanismos de defensa inmunológica.

Agente causal

Esta enfermedad es causada por la bacteria *Streptococcus zooepidemicus* y generalmente se presenta en animales que han sufrido alguna baja en sus defensas por manoseos, manejo intenso, caminatas largas, golpes, y en animales altamente parasitados, especialmente con *Lamanema chavezii*. Se observa de preferencia en crías, pero también son afectados los animales adultos.

Signos clínicos

- Depresión bien manifiesta: los animales se dejan agarrar fácilmente, tienen las orejas dirigidas hacia atrás, los ojos entrecerrados y se echan o permanecen en el suelo y en lugares con agua (Fig. 1.12).
- Pérdida de apetito.
- Temperatura elevada que llega a 41,5 °C.
- Dificultad respiratoria (disnea).
- Dolor abdominal a la palpación.

La muerte ocurre entre 4 a 8 días después de haberse presentado los síntomas clínicos.



Fig. 1.12 Alpacas con síntomas de estreptococosis

Lesiones observadas en la necropsia

Lo que más llama la atención es la acumulación de gran cantidad de exudado fibrino purulento en las cavidades abdominal y torácica. También se nota la presencia de pseudomembranas que recubren los órganos viscerales, especialmente el hígado, rumen, pulmones, corazón y en las paredes torácica y abdominal. Hay presencia de un líquido amarillento en las cavidades que se infiltra en los músculos y piel, confiriéndole a la carne un color amarillento (Fig. 1.13).



Fig. 1.13 Tejidos amarillentos característicos de la fiebre de alpacas

- Prevención para evitar que la enfermedad se presente se debe emplear medidas adecuadas de manejo.
- No golpear a los animales y evitar caminatas largas u otros esfuerzos que produzcan estrés.
- Evitar lesiones en la piel cuando se esquila y tratar con yodo las heridas que se produzcan.
- Establecer programas de control antiparasitario.

Tratamiento

Una vez que la enfermedad se ha presentado deben emplearse antibióticos como la penicilina, estreptomycin y aureomicina. También se pueden aplicar sulfas por vía intramuscular, debiendo repetirse el tratamiento diariamente hasta 3 o 4 veces. Se sugiere el siguiente tratamiento:

- 1er día: aplicar antibiótico y antipirético (sulfa).
- 2do día: aplicar antibiótico.
- 3er día: aplicar antibiótico.

Osteomielitis del maxilar inferior

La osteomielitis es una inflamación del hueso que en camélidos domésticos y silvestres se asocia a la inflamación del hueso de la mandíbula. Se manifiesta por un abultamiento prominente en esa zona, que es detectable a simple vista y a la palpación.

Agente causal

Es producida por una bacteria del género *Actinomyces*, que aprovecha las laceraciones de la boca producidas por ingerir pastos duros o materiales extraños.



Fig. 1.14 Abultamiento de la mandíbula inferior

Signos clínicos y lesiones

En los animales atacados con osteomielitis, lo primero que se nota es un abultamiento en la zona de la mandíbula afectada, que crece con el tiempo. Posteriormente, se producen fístulas³ que comunican la cavidad bucal con el hueso de la mandíbula (Fig. 1.14), y de esta manera, otras bacterias complican el proceso. Las fístulas también se abren al exterior eliminando material purulento. Cuando se llega a esta etapa el animal tiene dificultad para masticar y pierde peso.

Diagnóstico

Los signos clínicos y lesiones son de utilidad para el diagnóstico. Deben considerarse los abscesos, tumores submandibulares e infecciones dentales. Es difícil el aislamiento e identificación de las bacterias causales debido al elevado número de microorganismos presentes en las lesiones.

Control

Para evitar la difusión de la enfermedad lo recomendable es sacrificar a los animales enfermos.

Tratamiento

No existe, se recomienda el sacrificio de los animales afectados.

³ Conducto anormal, ulcerado y estrecho, que se abre en la piel o en las membranas mucosas.

Conjuntivitis y queratitis

Son procesos infecciosos de los ojos que generalmente se presentan en épocas de sequía, debido a las irritaciones por acción del polvo, semillas, entre otros, y que posteriormente se complican por la acción de bacterias.

Si no se da un tratamiento oportuno la lesión se extiende produciendo diversos grados de opacidad en la córnea y en estados más avanzados se observa úlceras que afectan la visión (Fig. 1.15 y 1.16).

Agente causal

Bacterias piógenas como *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Corynebacterium*.

Signos clínicos y lesiones

- Los animales presentan las conjuntivas congestionadas.
- Presencia de secreciones de pus, que llegan a pegar los párpados.
- La córnea se presenta de color blanquecino y con úlceras.



Fig. 1.15 Lesiones de conjuntivitis



Fig. 1.16 Lesiones de querato conjuntivitis

Prevención y control

- Limpiar los ojos de los animales enfermos con un algodón empapado en una solución de ácido bórico al 3%, o una solución de bicarbonato de sodio en agua hervida (una cucharilla en un litro de agua).
- Después, aplicar un medicamento oftálmico a base de antibiótico y antiinflamatorio (Dexametasona) o una solución de nitrato de plata al 2%.
- Repetir el tratamiento cada 2 o 3 días hasta que el animal se recupere.

Linfadenitis caseosa (pseudotuberculosis)

Es una enfermedad que se caracteriza por la formación de abscesos múltiples localizados en los linfonódulos y otros órganos del animal. Muchos autores consideran los abscesos como la forma crónica de la fiebre de alpacas, que se presenta debido al mal manejo como consecuencia de heridas mal curadas, especialmente durante la esquila.

Agente causal

La bacteria *Corynebacterium pseudotuberculosis* causante de la enfermedad en la formación de abscesos de alpacas jóvenes. Otras bacterias que provocan abscesos tanto externos como internos son *Streptococcus*, *Staphylococcus* y *Pseudomonas*.

Signos clínicos

Existen abscesos externos e internos. Los abscesos externos son fácilmente observables en la cabeza, debajo de las orejas (Fig. 1.17), en el dorso y en las articulaciones.

Los abscesos internos son difíciles de detectar y son de tamaño variable, desde pocos cm hasta varios kilos (Fig. 1.18 y 1.19).



Fig. 1.17 Absceso externo

Generalmente están encapsulados y adheridos a la pared abdominal y solamente se observan al sacrificar al animal. Los abscesos contienen material purulento de color crema. La presentación de abscesos purulentos es más frecuente en los nódulos linfáticos internos, especialmente a nivel renal.



Fig. 1.18 Absceso interno

Control

Las medidas de control deben estar dirigidas a manejar con cuidado los animales, evitando golpes y heridas, especialmente durante la esquila y curando las heridas con una solución de yodo fuerte cuya fórmula es:

- Yodo metálico: 7 g
- Yoduro de potasio: 5 g
- Alcohol de 83% hasta completar 100 ml

Tratamiento

- Los abscesos externos deben ser drenados y tratados como una herida abierta, con ungüentos a base de antibióticos, sulfas u otros medicamentos.
- Los abscesos internos difícilmente se pueden tratar.

Otitis

Es una infección de los conductos auditivos que puede propagarse hasta las meninges y cerebro.

Agente causal

Las otitis son causadas por bacterias productoras de pus que se establecen después de irritaciones y lesiones debido al manejo brusco e inadecuado de los animales, por ejemplo, cuando en la esquila sujetan al animal de las orejas o durante los baños antisépticos por ingreso de la solución utilizada. Generalmente se asocia a la presencia de los ácaros *Psoroptes communis* o *Sarcoptes scabiei* (Fig. 1.20).

Signos clínicos

El pabellón de la oreja se inclina (Fig. 1.21) y el animal se agacha y sacude la cabeza continuamente en el sentido de la parte afectada.



Fig. 1.19 Extracción de absceso interno de 44 kg

Diagnóstico

El diagnóstico se realiza por observación externa de los abscesos. Se sospecha de la enfermedad cuando se reconocen las formas nodulares en las regiones afectadas, con compromiso de linfonódulos y en ocasiones con salida de pus. Los abscesos internos son difíciles de diagnosticar en el campo, su hallazgo es posible durante la necropsia.



Fig. 1.20 Pabellón de la oreja afectada

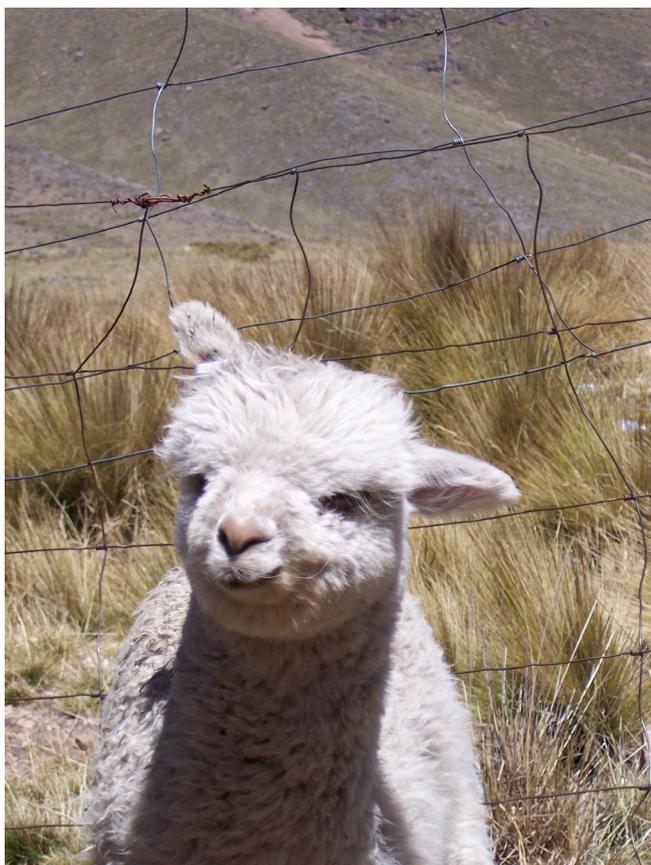


Fig. 1.21 Oreja afectada inclinada

Tratamiento y control

- Evitar el manejo brusco de los animales al agarrar las orejas.
- Drenar el material purulento y tratar con antibióticos.
- Si el proceso no es curado a tiempo, la infección se propaga y puede llegar al cerebro y el animal muere.

Braxy o muerte súbita

Con el nombre de *braxy* o *bradsot* se describe a una enfermedad propia de ovinos de Escocia, Islandia, países nórdicos y algunos países meridionales de Europa, y que se presenta en condiciones de frío intenso (invierno) debido a la ingestión de alimentos congelados.

Esta enfermedad se caracteriza por una gran inflamación de la pared del abomaso (abomasitis), donde prolifera la bacteria

con una gran producción de toxinas, asimismo, se da la presencia de ruminitis (conocida como empacho) y reticulitis.

Existe muy poca literatura referente a esta enfermedad en las alpacas. Manuel Moro (1970) la describe como una enfermedad caracterizada por producir la muerte rápida de los animales, de presentación muy rara y de escasa importancia económica. Se ha podido observar la presentación de esta enfermedad en épocas de invierno y se la puede considerar como una forma muy especial de edema maligno, típico de las alpacas.

Etiología

El agente etiológico es el *Clostridium septicum*, la misma bacteria que produce la gangrena enfisematosa de los bovinos y el edema maligno de los ovinos.

Signos clínicos

Esta enfermedad afecta a animales mayores de 1 año de edad y la muerte ocurre muchas veces sin la presentación de síntomas aparentes, siendo afectados muy pocos animales.

Algunos animales muestran depresión y postración, permanecen echados, con los ojos semicerrados, con ligera elevación de la temperatura (39,5 °C a 40 °C), la temperatura desciende rápidamente y la muerte ocurre a las pocas horas de iniciado el proceso.

Lesiones observadas en la necropsia

Además de edemas subcutáneos, durante la necropsia se observa contenido espumoso en la tráquea, presencia de líquido sanguinolento en las cavidades torácica y abdominal, estrías de fibrina, pulmones y peritoneo congestionado, bazo de mayor volumen y congestión del tercer compartimiento (Fig. 1.22 y 1.23).

El *braxy* en alpacas es una forma muy especial de edema



Fig. 1.22 Congestión del sistema digestivo ocasionado por *C. septicum*

⁴Cuarto y último estómago de los rumiantes.

maligno que presenta infección en la vía digestiva, produciéndose la muerte en forma rápida, lo que no permite la formación de tumefacciones.

En los pocos casos encontrados en La Raya, lo que más ha llamado la atención en la necropsia es el hallazgo del tercer compartimiento e intestinos fuertemente congestionados y hemorrágicos, repletos de gas y contenido líquido, de color.



Fig. 1.23 Tercer compartimiento congestionado y hemorrágico

Tratamiento y control

No existe tratamiento para esta enfermedad. Para la prevención es efectiva la aplicación de vacunas bacterianas usadas para la prevención en ovinos. Pero por ser una enfermedad de muy rara ocurrencia dentro de las explotaciones alpaqueras, la vacunación no se justifica.

Listeriosis

La listeriosis es una enfermedad infecciosa aguda, poco contagiosa y de ocurrencia esporádica.

Etiología

Esta enfermedad es causada por *Listeria monocytogenes*, bacteria Gram positiva aislada de la corteza del encéfalo de los animales afectados. La listeria también puede ser aislada del tubo intestinal de animales aparentemente normales. La bacteria es reconocida como un microorganismo intracelular, y de este modo, escapa a la acción del sistema inmune. El microorganismo puede causar infección en seres humanos y animales domésticos y silvestres.

A medida que la infección progresa, desarrolla bacteriemia (presencia de bacterias en la sangre) ocasionando meningitis o septicemia. El curso de la enfermedad es más rápido en animales en estado de estrés e inmunosupresión.

Signos clínicos

Los trastornos en la locomoción son las primeras manifestaciones clínicas. El animal camina en círculo y se tropieza con objetos al desplazarse, con movimientos temblorosos de la cabeza que no mantiene rigidez (Fig. 1.24), las orejas están dirigidas en diferentes direcciones y se produce oftalmítis (inflamación del ojo). El cuadro de encefalitis que caracteriza a la enfermedad presenta salivación, depresión y temperatura febril (41 °C – 41,5 °C).



Fig. 1.24 Alpaca con signos de listeriosis

Lesiones

En los casos de listeriosis en alpacas comúnmente se puede encontrar encefalitis craneal y del tronco encefálico. Estudios histopatológicos describen abscesos miliare y la presencia de células mononucleares alrededor de los capilares (perivascular), especialmente en la médula oblonga. No se han descrito casos de aborto, como se ha observado en otras especies animales.

Diagnóstico

Se puede llegar al diagnóstico por medio de las características epidemiológicas y manifestaciones clínicas. Para el diagnóstico correcto deben considerarse otras posibilidades como otitis, rabia e intoxicaciones, porque la enfermedad presenta paralelos con estas enfermedades. El diagnóstico definitivo incluye el aislamiento del agente infeccioso.

Control

El tratamiento de los casos clínicos no ha sido exitoso. Las mejores medidas de control son el aislamiento y sacrificio de los animales afectados.

Metritis

Las infecciones del útero, como la metritis, se presentan en forma muy esporádica. Estas se observan con mayor frecuencia durante el empadre y parición por partos distócicos y prolapso uterino. La afección del canal reproductivo puede incluir diversos cuadros inflamatorios localizados en la vagina (vaginitis), cérvix (cervicitis) o en el endometrio (endometrio o metritis), pero es la piometra el proceso infeccioso más frecuente.

La metritis es difícil de diagnosticar en el campo por falta de síntomas clínicos. Por ser animales de ovulación inducida, los camélidos presentan celo continuo y el útero es relativamente resistente a las infecciones. La placenta es simple, de tipo difuso y el epitelio corial es de fácil expulsión después del parto. Hasta la fecha se ha observado un solo caso de retención de placenta en alpacas.

En otras especies domésticas, los procesos inflamatorios del útero, casi siempre se consideran asociados con la monta o el parto. En la práctica de las alpacas estos manejos se realizan en el campo y son fáciles de controlar; esto quiere decir que

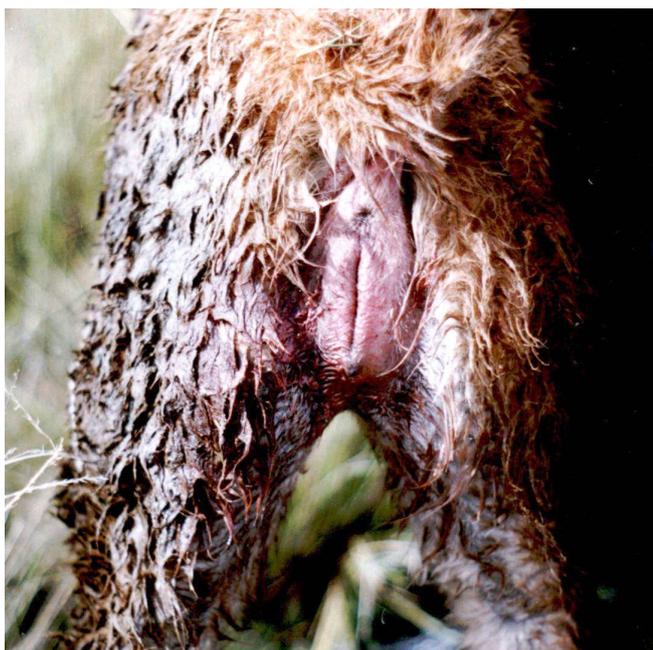


Fig. 1.25 Enrojecimiento de la vulva

bajo buenas condiciones de manejo, las metritis son raras.

Etiología

En los casos de piometra, están involucrados gérmenes piógenos como bacterias de los géneros *Streptococcus*, *Staphylococcus* y *Corynebacterium*.

Signos clínicos y lesiones

Producto de esta enfermedad en algunas ocasiones se puede apreciar secreción purulenta cremosa y enrojecimiento alrededor de la vulva (Fig. 1.25).

Necropsia

Las piometras observadas, se caracterizan por la acumulación de exudado purulento de color blanco amarillento dentro de la cavidad del útero. También se ha observado acumulación de material mucoso en hembras con aplasia segmental de la cérvix.

Diagnóstico

La identificación del agente causal en laboratorio sería de utilidad en aquellos casos donde el tratamiento no es satisfactorio. En casos de infertilidad es necesario determinar la causa. Se puede establecer el diagnóstico a partir de los signos clínicos, la presencia de secreción purulenta de olor fétido y de fiebre que casi siempre es consecuencia de una metritis.

Tratamiento

En los casos donde se observe una descarga purulenta a través de la vulva se pueden aplicar tratamientos similares a los utilizados en vacunos, como el drenaje y lavado del material uterino y la aplicación de antibióticos. Estos tratamientos pueden ser más efectivos con el uso de Prostaglandina F2 alfa.

Mastitis

Es el proceso inflamatorio de la glándula mamaria que se presenta de manera poco frecuente y cuyas causas predisponentes son las malas condiciones higiénicas de los corrales y dormideros, a donde llegan bacterias piógenas como *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Corynebacterium* y *Actinomyces*.

Algunas características propias de los camélidos evitan la presentación de mastitis: la glándula mamaria no es pendulosa y los pezones son relativamente cortos, minimizando la posibilidad de traumas.

Sin embargo, la causa más importante de aparición de este cuadro es cuando la hembra no deja lactar a su cría lo que se traduce en una inflamación del cuarto mamario lesionado y secreción láctea de color marrón o rojizo.

El tratamiento es el mismo que en vacunos: insuflando dentro de la ubre antibióticos específicos después de extraer la leche.

Brucelosis

Esta enfermedad es de gran importancia para la salud humana, porque causa la fiebre de Malta o fiebre ondulante (por lo tanto, es reconocida como una zoonosis). La brucelosis puede transmitirse al hombre por contacto directo con tejidos y animales infectados o a través de los alimentos.

Etiología

Las alpacas son susceptibles a la *Brucella melitensis* biotipo 1 y pueden desarrollar anticuerpos detectables a la prueba de aglutinación en placa. El título de los sueros contra *Brucella melitensis* es 1:1000, lo que indica una infección activa.

Signos clínicos

La enfermedad se caracteriza por la presencia de abortos al final de la gestación o con la mortalidad de las crías al nacer, debido a la falta de retención de la placenta en las alpacas afectadas. La enfermedad presenta una alta morbilidad y se encuentra asociada a la bacteria *Brucella*.

Lesiones

Las lesiones en el feto y placenta de los camélidos sudamericanos son similares a las presentadas en otras especies afectadas; ellas incluyen edema uterino e inflamación de la placenta (placentitis) con edema de las membranas corioalantoideas.

Diagnóstico

Se basa en la presentación de abortos y análisis de laboratorio. La prueba de aglutinación en placa es de utilidad en el diagnóstico y el aislamiento es de gran importancia para el diagnóstico definitivo.

Tuberculosis

Es una enfermedad infecciosa crónica que se caracteriza por la disminución de las condiciones corporales de los camélidos y la formación de nódulos (pequeños tumores) en diferentes partes y órganos del cuerpo.

Etiología y transmisión

Existe evidencias de susceptibilidad natural y experimental de tuberculosis en alpacas y llamas producidas por las especies de *Mycobacterium*: *M. tuberculosis*, *M. bovis* y *M. avium*.

La enfermedad puede ser adquirida por inhalación o ingestión; las excreciones y secreciones respiratorias y digestivas pueden contener el microorganismo, actuando como diseminador del bacilo.

Signos clínicos y lesiones

El principal signo es la pobre condición corporal y manifestaciones respiratorias. Cuando se practica la necropsia, se aprecian lesiones nodulares caseosas en el cuerpo y órganos, los cuales deben ser diferenciados de otras afecciones.

Diagnóstico

El aislamiento y la identificación microscópica del bacilo con coloración ácido resistente es concluyente y definitiva en el diagnóstico.

Control

Se recomienda el sacrificio, quemado y enterrado de los animales infectados de tuberculosis.

ENFERMEDADES INFECCIOSAS VIRALES

Ectima contagioso

Es una enfermedad viral que afecta las estructuras epidérmicas nasales y labios, principalmente en ovinos pero también ha sido observada en alpacas. Los animales jóvenes, de dos a tres meses de edad, parecen ser los más susceptibles.

Etiología y transmisión

El virus clasificado como Parapoxvirus es probablemente el causante de esta enfermedad y los ovinos sirven como reservorios de transmisión en las alpacas. El virus puede permanecer vivo en las lesiones costrosas por periodos largos de tiempo.

Signos clínicos y lesiones

Las lesiones costrosas alrededor de los ollares y labios son benignas, pudiendo pasar desapercibidas o ser confundidas con sarna. Las costras se encuentran bien pegadas a la piel, por lo que al ser separadas dejan un área sangrante. No se observan lesiones en la mucosa bucal como ocurre en los ovinos y tampoco se notan lesiones en otras partes del cuerpo. Los animales no dejan de mamar, ni adelgazan.

Diagnóstico

Está basado en lesiones características en ollares (orificios de la nariz) y labios. Debe diferenciarse de otras lesiones como sarna.

Control

Por tratarse de una enfermedad esporádica no se recomienda vacunar a las alpacas como medida preventiva. Paliativamente se debe aplicar vaselina peñolada al 3% en la parte afectada.

Rabia

Es una enfermedad viral que se caracteriza por desarrollar cuadros de encefalitis aguda. Está considerada como la zoonosis viral más antigua, con un desenlace fatal luego de la aparición de los signos clínicos. Se ha reportado la presentación de brotes de rabia en alpacas, transmitida por perros.

Etiología y transmisión

Es ocasionada por un virus que pertenece a la familia *Rhabdoviridae* género *Lyssavirus* tipo 1. En las alpacas la transmisión generalmente es a través de la mordedura de perros y de alpacas rabiosas.

Signos clínicos

Los síntomas más importantes son de tipo nervioso. Los animales afectados atacan a otros del rebaño, continuamente emiten quejidos, muestran contracciones de los músculos —especialmente del dorso—, mastican piedras, heces (apetito depravado) y sacuden la cabeza.

Además se observa conjuntivitis, salivación, marcha tambaleante y los machos muestran una gran excitación sexual y eyaculaciones en forma continua. No hay elevación de la temperatura.

Los animales mueren entre 7 y 10 días de haberse presentado los síntomas. Sin embargo, se ha observado que algunos animales, mostrando los síntomas descritos, lograron sobrevivir hasta 30 días.

Diagnóstico

El diagnóstico final debe basarse en el hallazgo de los corpúsculos de Negri en el encéfalo (en especial en las astas de Ammón), mediante la coloración de Seller o la técnica de inmunofluorescencia. La inoculación en ratones es también una prueba de diagnóstico.

Tratamiento y prevención

No existe tratamiento y no se ha probado la vacunación para prevenir la enfermedad. La vacunación no se justifica, porque la presentación de esta enfermedad es esporádica. En zonas endémicas de rabia canina se deben realizar programas de vacunación canina anuales.

Fiebre aftosa

La fiebre aftosa es una enfermedad viral altamente contagiosa que afecta principalmente a vacunos, porcinos, ovinos y caprinos. La enfermedad se caracteriza por la formación de lesiones vesiculares y, subsecuentemente, la erosión del epitelio afectado. Esta enfermedad no ha sido reportada en camélidos.

Etiología y transmisión

El agente etiológico de la fiebre aftosa es un virus ARN perteneciente a la familia Picornaviridae, del género Aphovirus. Los virus de la fiebre aftosa son sensibles a los álcalis, ácidos y a los cambios de temperatura.

El virus se transmite a través de gotitas en aerosoles y puede contaminar diversos materiales. La infección se inicia por la ingestión o inhalación de partículas virales. Estudios experimentales confirman que las llamas son resistentes a la infección de fiebre aftosa y que juegan un papel menor de transmitir el virus al ganado doméstico.

Signos clínicos y lesiones

El periodo de incubación varía de 48 a 72 horas. En la infección experimental se observó depresión sin fiebre y las vesículas se localizaron en la lengua, labios, encías y en el espacio interdigital; a la ruptura de las vesículas, se observó la erosión del epitelio. Los signos clínicos y el curso de la enfermedad fueron similares a los observados en otros animales domésticos susceptibles.

Diagnóstico

El diagnóstico está basado en las manifestaciones clínicas y la confirmación del agente viral en el laboratorio. De presentarse la enfermedad en camélidos, debe ser notificada al Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa). Esta enfermedad debe ser diferenciada de otras enfermedades vesiculares como la estomatitis vesicular, estomatitis necrótica y ectima contagioso.

Control y erradicación

Al ser reportada solo experimentalmente en camélidos, no debe vacunarse contra esta enfermedad.

ENFERMEDADES INFECCIOSAS VIRALES DE ESCASA IMPORTANCIA

Rivera *et al.* (2011) realizaron estudios serológicos para detectar anticuerpos virales en alpacas correspondientes a virosis que afectan a otros rumiantes domésticos.

Los anticuerpos específicos detectados fueron para los virus de:

- Parainfluenza 3: 35,3%.
- Lengua azul: 21,5%.
- Virus respiratorio sincitial bovino: 16,5%.
- Diarrea viral bovina: 11,1%.
- Rinotraqueitis infecciosa: 5,1%.
- Influenza: 4%.

Ninguno de estos hallazgos serológicos fue correlacionado con síntomas clínicos en alpacas.

ENFERMEDADES PARASITARIAS (ECTOPARASITARIAS)

Sarna

Es una dermatitis que destruye el epitelio de la piel de alpacas, llamas y vicuñas por la presencia y multiplicación de ácaros. En los rebaños alpaqueros, a la sarna se le conoce como caracha.

A pesar de que en el mercado existen productos muy eficaces para su control y posible erradicación, esta parasitosis sigue constituyendo uno de los grandes problemas dentro de la ganadería camélida en Perú.

Agente causal

En camélidos se han descrito dos especies de ácaros que causan sarna: *Sarcoptes scabiei* var. *aucheniae* y *Psoroptes aucheniae*. El *Sarcoptes* infesta zonas descubiertas de fibra como axilas, entrepiernas, ingle, abdomen, boca y ano, y el *Psoroptes* se establece en el pabellón de la oreja.

Ciclo biológico del ácaro

En sus diferentes fases, los ácaros viven dentro de túneles excavados en la piel del camélido. Las hembras ponen de 2 a 3 huevecillos diarios durante 2 meses. Los huevecillos incuban en 3 a 5 días y de ellos emergen larvas de 6 patas; que 4 o 5 días después mudan y se convierten en ninfas de 8 patas. Las larvas y ninfas escarban otros túneles laterales o pueden emigrar a otras partes, perforando la piel a través de los folículos pilosos. Después de 2 días hacen otra muda y se convierten en parásitos adultos.

La duración de todo el ciclo biológico toma alrededor de 14 días. Los investigadores también han encontrado que la mortalidad durante las diferentes fases del ciclo biológico del parásito es muy alta y consideran que menos de 10% de huevecillos llegan a transformarse en parásitos adultos.

La propagación de la enfermedad de un animal a otro se realiza por contacto directo, por el uso común de los revolcaderos (Fig. 1.26), y en las alambradas y paredes de los corrales de manejo donde suelen restregarse.

Efecto sobre el huésped

Los parásitos producen reacciones inflamatorias irritativas muy severas, con prurito intenso que induce a que el animal se rasque continuamente (Fig. 1.27). En las lesiones hay liberación de líquido vesicular y formación de costras donde pueden asentarse bacterias que complican el proceso con establecimientos sépticos secundarios.

Signos clínicos

La sarna se establece primero en zonas descubiertas de fibra como abdomen, entrepiernas, axilas, cara y orejas. El prurito obliga al animal a rascarse con desesperación las zonas lesionadas. Posteriormente se forman costras quebradizas y sangrantes que van extendiéndose y pueden llegar a zonas cubiertas de fibra (Fig. 1.28).

El animal muestra síntomas nerviosos, intranquilidad y no se alimenta adecuadamente; el adelgazamiento es progresivo. Por último, pueden establecerse otros procesos infecciosos como neumonías que conducen a la muerte del animal.

La sarna de la oreja se complica con otitis, que también conduce a la muerte del animal cuando no es tratada a tiempo (Fig. 1.29).

La forma de contagio es directa, generalmente los animales adquieren los parásitos por contacto íntimo en los revolcaderos y dormideros y al rascarse en alambradas y cercos.



Fig. 1.26 Revolcaderos de alpacas y llamas



Fig. 1.28 Lesiones de sarna sarcóptica



Fig. 1.27 Llama rascándose



Fig. 1.29 Lesiones de sarna psoróptica

Lesiones

La sarna sarcóptica produce una lesión inicial y se hace evidente entre 5 a 7 semanas de iniciado el proceso. Al principio hay una pequeña inflamación acompañada con prurito intenso, y el aumento de los parásitos abarca a zonas más amplias de la piel. Luego se forman costras duras, quebradizas, con aspecto agrietado y con producción de exudado continuo.

Diagnóstico

- Por observación de las costras.
- En el laboratorio, observando los ácaros aislados del raspado de las costras.

Tratamiento

Se acostumbra realizar tres tipos de tratamientos: tratamiento topical, baños por inmersión y aspersion, y por medio de productos inyectables, siendo el último el más recomendable.

- Para los tratamientos tópicos y baños existen productos clorados, fosforados y mezclas de ambos.
- El tratamiento tópico consiste en aplicar soluciones de antisárnico en agua, aceite o grasa en las lesiones. Este



Fig. 1.30 Tratamiento topical

tratamiento es el menos efectivo pues el producto no siempre penetra lo suficiente en las lesiones para actuar bien.

- Los baños son más o menos eficaces, siempre y cuando se repitan a los 15 días. En algunas explotaciones alpaqueras se ha logrado reducir la incidencia de sarna realizando dos baños después de la temporada de lluvias y 2 baños con intervalos de 15 días, después de la esquila. Sin embargo, estos baños no se recomiendan porque los productos antisármicos son muy tóxicos y son generalmente evacuados al suelo y a los ríos, contaminando el ambiente. Además de necesitarse de instalaciones especiales (bañaderos), tienen otras desventajas como el arreo y manejo excesivo de los animales, presentación de otitis, intoxicaciones y neumonía. Los productos son también tóxicos para la salud de los operadores.

Los productos sistémicos inyectables son muy eficaces y de fácil aplicación; los más conocidos son las Ivermectinas y Moxidectin, que además tienen acción contra los parásitos gastrointestinales. Hoy en día existen medicamentos compuestos que mezclan Triclabendazole, Fenbendazole, Praziquantel e Ivermectina (Triventor 4, Triverfen) que actúan también contra el dístoma hepático y las tenias. Los productos sistémicos usados racionalmente pueden contribuir al control y posible erradicación de la enfermedad.

Control

Aplicar por vía subcutánea 1 ml/50 kg de peso vivo de un producto sistémico a base de Ivermectinas y Moxidectin (Ivomec, Zeus, Alpamec, Rank, Ispervic, Baymec) en los meses



Fig. 1.31 Baño por inmersión



Fig. 1.33 Tratamiento sistémico



Fig. 1.32 Baño por aspersion

de mayo a junio o en la esquila y realizar chequeos mensuales a todo el rebaño. Si existe un nuevo brote se deben realizar tratamientos tópicos en las lesiones iniciales con productos clorinados, fosforados, piretroides o asociaciones de piretroides fosforados potencializados (Diazinox 600, Neocidol, Butox, Cooper D 60, Asuntol, Neogan, Valegan Plus).

Pediculosis (piojera)

La piojera afecta frecuentemente a crías de alpacas que se encuentran en bajas condiciones nutricionales. El contagio de los animales sanos es por contacto directo y fómites (fibra desprendida con piojos en alambradas y suelo) y revolcaderos. Esta enfermedad se presenta con mayor intensidad desde los primeros meses de vida. Si no se controla, la piojera también se presenta en animales jóvenes antes y después del destete.

Etiología

Es una enfermedad causada por los ectoparásitos *Microthoracius proelongiceps*, *M. minory* *M. mazzai*, piojos suctopíedadores que se nutren de sangre y líquidos tisulares; mientras que el *Damalinea aucheniae* es un piojo masticador que se alimenta de células epiteliales descamadas y restos de estrato córneo. Ambos tipos de piojos afectan a llamas, alpacas, vicuñas y guanacos.

Ciclo de vida

La hembra deposita los huevos o liendres ovales y translúcidas, cubiertas por una sustancia pegajosa que facilita su adherencia a la fibra. Su desarrollo biológico da lugar a tres fases de ninfas, para finalmente transformarse en adultos en un periodo de 3 a 5 semanas.

Signos clínicos

Estos parásitos viven sobre la piel, causando irritación y prurito. Como consecuencia los animales no descansan ni se alimentan bien, se rascan la piel, muerden la fibra frecuentemente y pierden peso (Fig. 1.34).

Diagnóstico

Se realiza por la observación de las lesiones y el reconocimiento de los piojos adheridos en el cuerpo (Fig. 1.35).

Tratamiento y control

Se realiza de igual forma que para la sarna.

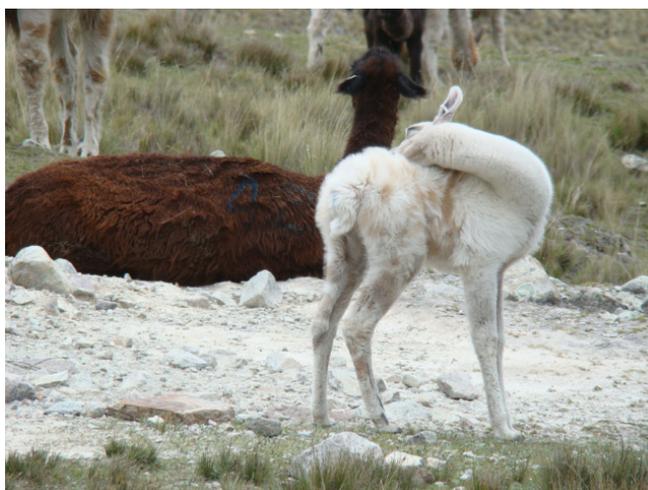


Fig. 1.34 Signos de piojera



Fig. 1.35 Piojos adheridos a la piel

Garrapatosis

Etiología

Esta enfermedad se presenta en zonas de puna seca y es ocasionada por la garrapata *Amblyomma parvitarsum* que produce heridas e irritaciones de diversa magnitud en la zona perianal. También puede producir diversos grados de hipertrofia testicular en alpacas y vicuñas (Fig. 1.35).

Signos clínicos

Esta garrapata se alimenta de sangre, perforando la piel y produciendo heridas y una intensa irritación. Dependiendo del grado de infestación, el animal puede presentar cuadros anémicos, intranquilidad y disminución del apetito.



Fig. 1.36 Garrapatas adheridas

Diagnóstico

Se basa en los signos clínicos y el reconocimiento de las garrapatas adheridas en la región perianal.

Control

El control de la enfermedad es difícil debido a las variedades de los huéspedes. En el tratamiento se utiliza garrapaticidas por aspersión en la zona afectada, cada cinco días. También se recomienda aplicar productos sistémicos.

Trombiculosis

Esta parasitosis externa afecta principalmente a los animales jóvenes de alpacas (tuis) y es una enfermedad estacional que se manifiesta en época de seca en la temporada de invierno, formando, a manera de telaraña, una capa blanca que cubre los bofedales (Fig. 1.37 y 1.38).

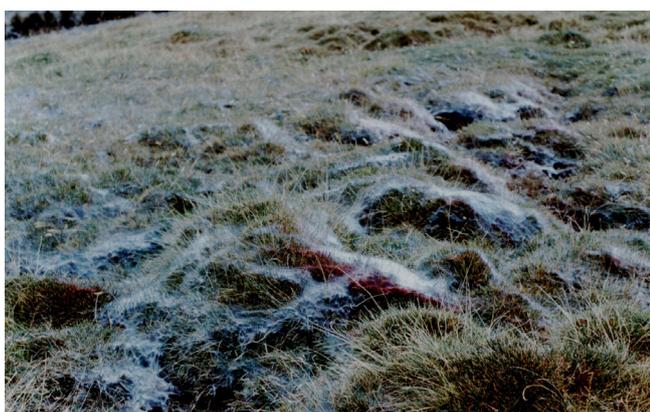


Fig. 1.37 Pradera invadida por trombícula



Fig. 1.38 Gramínea cubierta por trombícula

Etiología

Trombiculosis es una infestación causada por larvas de la familia Trombiculidae, género *Trombicula* sp., que se ubica en las patas, pliegues de la piel de la cara y alrededor de los ojos.

Ciclo de vida

Los huevos eclosionan a larvas en los pastizales, que entran en contacto con los labios y patas de las alpacas, donde permanecen hasta por cinco días. Posteriormente, abandonan a sus huéspedes y caen a los pastizales, mudan a ninfas y luego a adultos, para repetir el ciclo.

Signos clínicos

Al perforar la piel, las larvas producen una acción traumática e inflamatoria que se manifiesta en un prurito intenso, enrojecimiento de la piel (eritema) y caída del pelo de la cara del animal afectado (alopecia).

Lesiones

En el animal afectado se puede observar que la piel de la cara está enrojecida, engrosada y con arrugas (Fig. 1.39).

Diagnóstico

Se diagnostica de acuerdo a los signos presentados y por la presencia de ácaros color rojo brillante en la base de los pelos de la cara, párpados y orejas (Fig. 1.40). Se debe diferenciar de casos de sarna sarcóptica.

Tratamiento

Se recomienda realizar tratamientos tópicos en la zona afectada con productos para baños contra sarna.



Fig. 1.39 Alpaca con trombiculosis



Fig. 1.40 Trombicula adherida a la oreja

ENFERMEDADES PARASITARIAS (ENDOPARASITARIAS)

Gastroenteritis verminosa

Agente causal

Esta enfermedad es producida principalmente por especies de los géneros *Ostertagia ostertagia*, *Ostertagia circumcincta*, *Trichostrongylus axei*, *Graphinema aucheniae*, *Spiculoteragia peruvianus*, *Camelostrongylus mentulatus* en el abomaso; *Lamanema chavezii*, *Nematodirus spathiger*, *N. lamae*, *N. filicollis*, *Trichostrongylus colubriformis*, *T. probolorus*, *Cooperia oncophora*, *C. macmasteri* en el intestino delgado; *Trichuris* en el intestino ciego y *Oesophagostomum* en el intestino grueso. También se ha encontrado *Haemonchus contortus* en el abomaso.

Ciclo de vida

Es directo, sin migraciones extraintestinales, excepto el *Lamanema chavezii*. La larva de tercer estadio que migra a través del hígado donde muda al cuarto estadio y regresa al intestino delgado, muda al quinto estadio, transformándose en adulto y comienza a eliminar huevos después de un período de aproximadamente 30 días.

Signos clínicos

Los animales con esta enfermedad presentan anemia, debilidad, retardo en el crecimiento, pérdida de peso, diarrea, anorexia, deshidratación, abortos, fallas en la reproducción, y a veces la muerte, especialmente cuando hay complicaciones pulmonares, que se presentan mayormente en animales jóvenes.

Lesiones

En el caso de *Ostertagia* y *Graphinema* se ha observado congestión y aumento de la mucosa del abomaso, con formación de pequeños nódulos.

Con el *Trichostrongylus* puede observarse congestión, al inicio, y posteriormente exudado fibrino necrótico; en el intestino delgado suele observarse congestión. En el caso de *Lamanema chavezii* además se ha podido observar contenido sanguinolento en infecciones agudas (Fig. 1.41 y 1.42), tractos hemorrágicos en el hígado y zonas de necrosis en infecciones agudas. En casos crónicos y avanzados se presentan pequeños abscesos que posteriormente se calcifican dando un aspecto moteado.

Diagnóstico

Se realiza mediante exámenes fecales y durante la necropsia de los animales que mueren. Es de mucha utilidad la revisión general del rebaño para observar sus condiciones nutricionales, presencia de diarreas y otros signos clínicos, además de la condición de la fibra.

Control

Con el fin de prevenir la aparición de la enfermedad se debe realizar rotación de las pasturas y el cambio de las canchas después de los tratamientos.

Tratamiento

Se efectúa con fármacos de amplio espectro como compuestos benzamidazólicos: thiabendazoles, albendazoles, oxicabendazoles e ivermectinas. En el mercado se encuentran con los siguientes nombres: Valbazen (aplicación de 2 ml/10 kg de peso vivo), Vermix (1 ml/20 kg de peso vivo), Systemex (1 ml/9 kg de peso vivo), ABZ (1 ml/25 kg de peso vivo), por vía oral. Por



Fig. 1.41 Hígado con *Lamanema chavezi*



Fig. 1.42 Intestino delgado con *L. chavezi*

vía subcutánea se encuentra Ivomex (1 ml/50 kg de peso vivo).

Las dosificaciones básicas son al inicio y al término de las lluvias. En el caso de las madres gestantes, se aplican un mes antes de ingresar a las canchas de parición y dosificar con levamisoles como Convat L (2,5 ml/10 kg de peso vivo) o Reversol.

Bronquitis verminosa

Es una enfermedad que ataca a los animales poco nutridos y con altas cargas de parásitos gastrointestinales. Los animales se infestan al comer pastos contaminados por larvas que llegan al intestino delgado y luego pasan a los pulmones.

Agente causal

Es producida por *Dictyocaulus filaria*, parásito que se localiza en los bronquios y bronquiolos pulmonares.

Signos clínicos

Los principales síntomas son de tipo respiratorio como tos y descargas nasales mucopurulentas.

Lesiones

A la necropsia se observa congestión pulmonar, neumonía localizada, exudado bronquial sanguinolento con la presencia de abundantes parásitos en los bronquios y bronquiolos.

Tratamiento

Como esta enfermedad se presenta por lo general junto con gastroenteritis verminosa, se recomienda usar fármacos que actúen para ambas enfermedades, especialmente que contengan albendazol y levamisol.

Teniasis

En los camélidos sudamericanos en general, y especialmente en las llamas, las tenias no revisten gran importancia desde el punto de vista clínico. Sin embargo, los animales menores de un año son susceptibles a ser parasitados con las tenias *Moniezia expansa*, *M. benedeni* y *Thysaniezia giardi*, localizadas en el intestino delgado.

Se han reportado ataques masivos de tenias que pueden producir trastornos intestinales como cólicos y diarreas, e incluso oclusiones intestinales que pueden producir la muerte del animal. En estos casos es necesario desparasitar, pero por lo general no hay síntomas evidentes y solo es posible observar porciones de tenias en las heces (Fig. 1.43 y 1.44). En los animales adultos de más de un año de edad, las tenias no constituyen un problema.

Tratamiento

En casos de infecciones masivas, se recomienda dosificar a los animales jóvenes (5 a 6 meses) con antihelmínticos de amplio espectro como los benzamidazólicos Febendazole, Albendazole, Oxfendazole, Praziquantel (Teniquantel) y niclosamidas (Diantic). También es efectivo el Saniquantel.

Coccidiosis

Etiología

La coccidiosis es producida por especies del género *Eimeria* *lamae*, *E. macusaniensis*, *E. alpaca*, *E. punoensis*, *E. peruviiana* y *E. ivitaensis*. Excepto la *Eimeria macusaniensis*, que se encuentra en las capas profundas de la membrana mucosa, las coccidias se localizan en las células epiteliales de la capa superficial del intestino delgado.



Fig. 1.43 Tenias en las heces



Fig. 1.44 Tenias en el intestino delgado

Ciclo de vida

El ciclo de vida de las coccidias es directo; los huéspedes adultos se comportan como portadores asintomáticos y eliminan quistes en sus heces, contaminando las pasturas. En condiciones ambientales de humedad y temperatura óptimas, los quistes esporulan y son ingeridas por las crías, liberando esporozoitos en el intestino. Una vez ahí, se reproducen asexualmente en las células intestinales y generan esquizontes que rompen las células y a su vez dan lugar a formas más pequeñas llamadas merozoitos. Los merozoitos atacan a nuevas células para realizar una segunda multiplicación de fase sexual por macrogametos femeninos y microgametos masculinos. Los gametos generan quistes inmaduros que inician un nuevo ciclo.

Signos clínicos y transmisión

De las cinco especies mencionadas *E. lamae* es considerada la más patógena, a la que sigue *E. macusaniensis*. Se han presentado algunos brotes de coccidiosis con mortalidad en animales jóvenes después del destete. La enfermedad es más severa en crías de 1 a 3 meses de edad.

Las crías se infectan al consumir los pastos contaminados por las heces de las madres. En las primeras crías afectadas no se observan síntomas aparentes, pero estas actúan como multiplicadoras de los parásitos. Generalmente la enfermedad se presenta en forma subclínica.

Cuando la enfermedad se presenta con manifestaciones clínicas, intervienen factores climáticos como la temperatura y humedad, y el manejo inadecuado de los camélidos, además de pobres condiciones higiénicas y hacinamiento.

Los principales signos clínicos de la infección son anemia, diarrea, caquexia⁵, deshidratación, cólicos, pérdida de apetito, sed abundante y, generalmente, complicaciones broncopulmonares.

Lesiones

Al practicar la necropsia se aprecia al intestino delgado congestionado, el contenido intestinal puede ser acuoso y se observan placas blanquecinas de más o menos 1 cm cubriendo las zonas ulceradas (Fig. 1.45).

Se considera que la coccidiosis es una enfermedad autolimitante pues terminado el ciclo de reproducción parasitaria y producidas algunas muertes en el rebaño, se establece un estado de inmunidad y los síntomas clínicos desaparecen.

Diagnóstico

El diagnóstico de coccidiosis se realiza por los signos clínicos y durante la necropsia de un animal enfermo, observando las lesiones en el intestino. El criterio del clínico es fundamental, ya que la simple presencia o ausencia de los quistes en las heces no determina la enfermedad.

⁵ Estado de extrema desnutrición, atrofia muscular, fatiga, debilidad y anorexia.

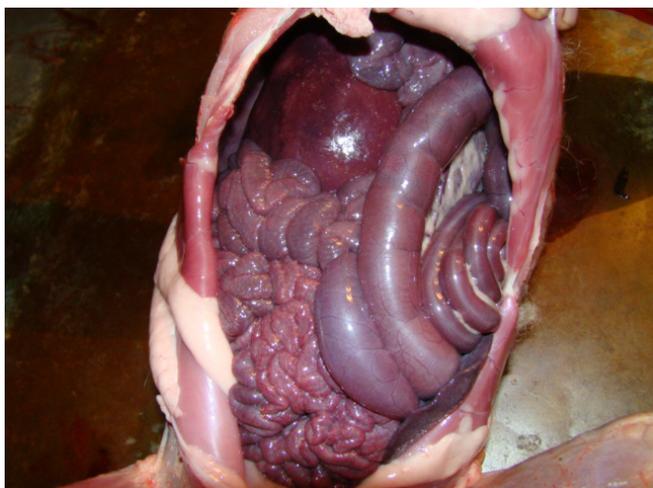


Fig. 1.45 Lesiones de coccidiosis

Prevención y control

Al aparecer los primeros síntomas y con la certeza de que se trata de coccidiosis, hay que tratar a todas las crías del rebaño con sulfamidados, toltrazuril y otros coccidiostáticos como amprolio. Los coccidiostáticos solo tienen un efecto depresor sobre los esquizontes de la primera etapa multiplicadora del parásito, mas no así sobre las formas sexuadas de reproducción; de tal manera que al tratar a todas las crías en conjunto, siempre existirán muertes, pero en la mayoría el tratamiento será efectivo.

Se han obtenido buenos resultados tratando a animales con diarrea con combinaciones de sulfas y toltrazuril; sin embargo, hasta la fecha no hay información clara sobre medicamentos que ofrezcan un tratamiento efectivo para este problema. Muchos coccidiostáticos son tóxicos en ligeras sobredosis y otros producen reacciones secundarias indeseables en el metabolismo general del animal.

Criptosporidiosis

Etiología

Es una coccidia que infecta a una amplia variedad de animales domésticos y al hombre.

Ciclo de vida

Es similar al de otras coccidias.

Signos clínicos y lesiones

En alpacas se desconocen los aspectos clínicos. En ovinos y vacunos se presenta enteritis catarral atrófica, diarrea moderada de color amarillento, inapetencia, fiebre y deshidratación.

Diagnóstico

Para determinar la incidencia de la infección se deben realizar exámenes de heces mediante tinciones de frotices fecales con Ziehl Neelsen modificado y exámenes histopatológicos fijado dentro de las dos primeras horas de muerto el animal.

Prevención y control

No existe hasta el momento tratamiento específico.

Distomatosis hepatica

La fasciolosis hepática es un problema de gran importancia económica en explotaciones ganaderas donde el parásito causal es enzoótico. Teniendo en cuenta que los camélidos son altamente susceptibles a la fasciola, la recomendación general es que se críen en zonas libres de esta enfermedad.

En las zonas tradicionales de crianza de alpacas por encima de 4.200 msnm existen condiciones ambientales adversas para el desarrollo tanto de los huéspedes intermediarios, como de las formas parasitarias libres del distoma.

En la actualidad existe la tendencia de repoblar con alpacas zonas de crianza fuera de las tradicionales y que están potencialmente infectadas por fasciola; debe tomarse en cuenta el peligro representado por esta enfermedad para el establecimiento de nuevos territorios ganaderos (especialmente en el centro y norte del Perú).

Esta parasitosis produce hepatitis necrótica y fibrosis focales del hígado; en donde si las lesiones producidas por las metacercarias sufren del ataque secundario de bacterias, se forman abscesos.

En ovinos se ha descrito la "enfermedad negra". Cuando hay invasión secundaria de *Clostridium*, siempre es mortal, produciendo colangitis hiperplásica en los conductos biliares.

Etiología

La enfermedad es producida por el parásito *Fasciola hepatica*, el cual posee dos ventosas y espinas que lesionan el parénquima hepático durante su migración a los conductos hepáticos. Su tamaño varía de acuerdo a su estado hepático.

Ciclo de vida

Los parásitos adultos alojados en los conductos hepáticos eliminan huevos hacia el intestino, que son descartados junto a las heces. En el medio ambiente los huevos dan origen a formas larvianas llamadas miracidios que invaden a los caracoles huéspedes intermediarios. Si los miracidios no encuentran al caracol en menos de 24 horas, mueren. Además, para que los miracidios se activen son necesarias temperaturas mayores de 6 °C.

Después de 5 a 8 semanas, del caracol emergen las cercarias, que se enquistan en los pastos formando metacercarias, que son las formas infectivas del parásito. Dentro del caracol, bajo condiciones de temperatura relativamente altas (15 °C) los miracidios dan lugar a una o dos generaciones de redias o directamente de cercarias. Las metacercarias enquistadas en los pastos son muy resistentes y bajo condiciones de humedad favorables pueden vivir hasta por un año.

Teniendo en cuenta la necesidad de ciertos factores ambientales favorables, es posible que en épocas de sequía, con temperaturas ambientales altas alternadas durante el día y de congelación durante la noche, la sobrevivencia de las larvas sea muy restringida. El caracol, huésped intermediario, prospera muy bien en zonas húmedas, pantanosas y en pasturas bajo irrigación.

Al ser ingeridas junto con los pastos, las metacercarias se liberan en el intestino del animal huésped definitivo, atraviesan la pared intestinal y migran hacia el hígado por la cavidad abdominal; atraviesan el parénquima hepático alimentándose de él y después de 4 o 5 semanas llegan a los conductos hepáticos donde completan su desarrollo. En los conductos hepáticos los parásitos maduran y comienzan a eliminar huevos después de 10 a 12 semanas.

Signos clínicos

En la forma aguda se produce una gran destrucción rápida del parénquima hepático, con hemorragia abundante en el intestino e hígado; se observan signos de anemia tales como decaimiento y palidez de las mucosas, que lleva a la muerte en no más de un mes.

En los casos crónicos se observa aletargamiento, disnea, anorexia y debilidad general. La fibra del vellón se vuelve quebradiza y se desprende fácilmente. La anemia es patente y en algunos casos puede haber fiebre.

Después de infecciones previas moderadas, en vacunos se produce cierto grado de inmunidad. No se sabe si lo mismo puede suceder en alpacas.

En los casos crónicos, el diagnóstico definitivo se puede hacer observando los huevos de fasciola en las heces, mediante la prueba de Dennis y en los casos agudos solamente por los hallazgos en la necropsia.

Necropsia

En la necropsia se observa el hígado con mayor volumen y hemorrágico, los conductos hepáticos engrosados y con parásitos adultos. Muchas veces se presentan abscesos en el parénquima, al interior de los cuales se encuentran los parásitos (Fig. 1.46 y 1.47).

Esta enfermedad produce hepatitis necrótica y fibrosis focales del hígado, y si las lesiones sufren del ataque secundario de bacterias, se forman abscesos.

Tratamiento

Se pueden usar productos a base de Triclabendazole, Rafoxanide, Closantel, Clorsulon (Prosantel, Dovenix, Ranide, Fascol, Destroyer, Trisan, Faxicur, Tribantel 15) realizando de tres a cuatro dosificaciones al año.

Toxoplasmosis

El estudio de esta enfermedad en alpacas se ha limitado al hallazgo de cierto porcentaje de animales reactivos serológicamente positivos a *Toxoplasma gondii* y a la observación de algunos síntomas compatibles con la enfermedad, tales como aborto y mortalidad embrionaria, que también se describen dentro de otros procesos.



Fig. 1.46 Hígado aumentado de volumen



Fig. 1.47 *F. hepatica* en conducto hepático

Se requiere de estudios más profundos y serios para involucrar o descartar el rol de toxoplasmosis en la ocurrencia en las entidades morbosas mencionadas.

El hallazgo de animales reactivos sin manifestaciones de síntomas propios de la enfermedad solamente es indicativo del contacto que han podido tener los animales con el antígeno en un determinado momento de su vida; sin que esto asegure que el animal ha sufrido o pueda sufrir de la enfermedad.

Sarcosistiosis

Es una enfermedad muy importante en los camélidos desde el punto de vista de la producción de carne. Las pérdidas por decomiso de carcasas se calculan en US\$ 300.000 anuales en el Perú. Esta enfermedad se encuentra ampliamente difundida y en la actualidad se está comprendiendo mejor su patogenicidad. El concepto antiguo de que el *Sarcocystis* no es patógeno y no es enfermedad, es erróneo; sin embargo, las infecciones naturales no muestran una sintomatología clínica clara. Las lesiones que se producen solo se encuentran durante la inspección de las carcasas.

Etiología

Las especies de *Sarcocystis* en camélidos son: *S. aucheniae* que produce quistes macroscópicos y *S. lamacanis* que produce quistes microscópicos en las fibras musculares esqueléticas y cardíacas. Estos parásitos tienen un ciclo de vida indirecto y son específicos, tanto en su huésped definitivo como en el intermediario. Como huésped definitivo se considera al perro y como huésped intermediario al camélido sudamericano. Se ha descartado al hombre y a los felinos silvestres como huéspedes intermediarios y definitivos de esta parasitosis.

Ciclo de vida

El perro se infecta al consumir carne con quistes (Fig. 1.48), en cuyo intestino se desarrollan las formas sexuales de multiplicación del parásito; con las heces se eliminan al medio ambiente los ooquistes y los camélidos se infectan al consumir los pastos contaminados.

En los huéspedes intermediarios (camélidos), las formas asexuales de multiplicación se realizan en las células endoteliales de las arterias de los diversos órganos, donde causan los mayores daños; producen pequeñas hemorragias, que inciden sobre la salud del animal. Aunque los camélidos no muestran una sintomatología clínica patente, como ocurre en otros animales domésticos, se considera a las lesiones vasculares como los daños esenciales en la patología de esta enfermedad. Posteriormente los ooquistes migran a los músculos donde se desarrollan y multiplican, para dar lugar a los clásicos quistes o "arrocillos".



Fig. 1.48 Formas de consumo de carne de alpaca con macro y micro quistes de *Sarcocystis*

Inducción experimental de la enfermedad

Leguía *et al.* (1988) indujo en los camélidos en forma experimental esta enfermedad mediante dosis altas de ooquistes (80.000 – 1'000.000), llegando a causar la muerte de los animales experimentales entre los 22 y 28 días posteriores a la dosificación.

Signos clínicos

Los síntomas clínicos descritos en estas infecciones experimentales son anorexia, salivación abundante, fiebre de 40 °C a 40,6 °C, anemia, debilidad general, incoordinación al caminar, postración, diarrea y muerte.

Necropsia

Se observa hemorragia difusa en el tracto intestinal, ganglios mesentéricos hemorrágicos, abundante exudado sanguinolento en las cavidades torácicas y abdominal, hemorragias en el pericardio y endocardio, petequias en los riñones, en hígado y bazo, y en los músculos se observan zonas de necrosis (degeneración Zenker).

Experimentación en perros

Leguía *et al.* (1989) realizaron un experimento en el que dos cachorros libres de parásitos fueron alimentados con porciones crudas de corazón de alpaca. Los animales manifestaron severas infecciones intestinales con diarreas profusas

mucosanguinolentas, postración, palidez de las mucosas oculares y debilidad general; ambos perros eliminaron millones de ooquistes en las heces y uno de los cachorros murió.

En los casos experimentales se ha podido deducir que hay cierto grado de paralelismo entre la severidad del proceso y las dosis infectivas aplicadas; pero es muy difícil establecer un paralelismo claro entre las infecciones naturales y los casos experimentales.

Los investigadores han descrito en camélidos las formas aguda y crónica de la enfermedad; deduciendo de la sintomatología encontrada en las inducciones experimentales.

La evidencia de campo, donde los animales se alimentan con pastos siempre infectados y sufren infecciones continuas sin mostrar signos clínicos claros sugiere que estas infecciones dan lugar a la forma crónica de la enfermedad. El hecho de encontrar durante el sacrificio de animales viejos un elevado porcentaje con gran cantidad de quistes en los músculos esqueléticos, y mostrando como único síntoma la emaciación, soporta esta suposición.

Los signos clínicos descritos en los casos experimentales, propios de la forma aguda de la enfermedad, no ha sido descrita en infecciones naturales. Tampoco puede descartarse que infecciones primarias con pocos esporozoitos puedan inducir ciertas formas de inmunidad contra infecciones posteriores o secundarias ya que también es frecuente encontrar en los mataderos, animales muy viejos, con muy pocos quistes en las masas musculares y que muchas veces pasan desapercibidos.

El hombre y los felinos domésticos y silvestres han sido descartados como huéspedes del parásito. Sin embargo, el consumo de carne infectada mal cocida genera procesos gastroentéricos con manifestaciones de cólicos, diarrea y náusea que desaparecen luego de 24 horas. Se ha demostrado que la cocción a 100 °C durante algunos minutos, así como también la salazón y congelamiento durante el procesamiento del charqui, desactivan las toxinas del quiste. La carne de camélidos en forma de chalona o charqui es consumida normalmente en zonas urbanas sin que se hayan reportado intoxicaciones alimenticias por esta causa.

Diagnóstico

Durante el examen post mortem se observan lesiones anatomopatológicas y presencia de quistes microscópicos en la musculatura lisa, estriada o cardiaca del corazón y vísceras, y quistes macroscópicos de color blanquecino en la musculatura del cuello, intercostales, costillares, y miembros anteriores y posteriores (Fig. 1.49 y 1.50).

Prevención y control

No existe un tratamiento efectivo para las infecciones naturales en los camélidos pero podría intentarse la prevención de la infección en los perros. Desgraciadamente esta medida será difícil de implementar debido a razones culturales y sociales. Los pequeños ganaderos, especialmente a nivel de comunidades, son reacios a entender la naturaleza del

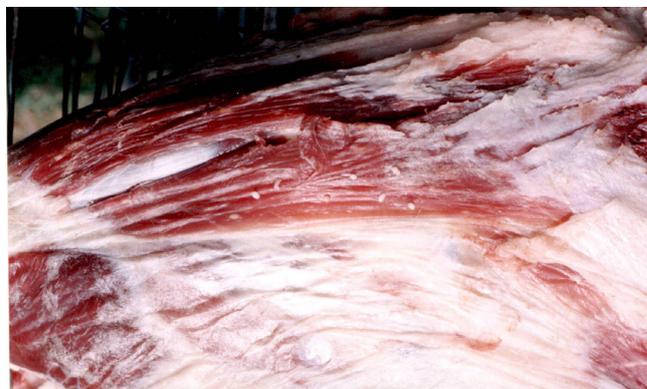


Fig. 1.49 Quistes de *Sarcocystis* en el cuello

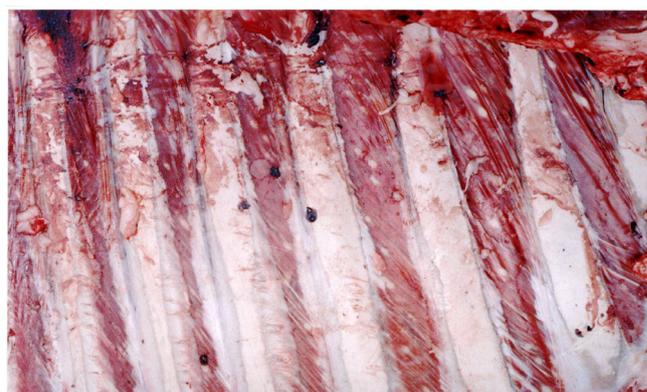


Fig. 1.50 Quistes en el costillar

problema y tradicionalmente acostumbran criar perros sin los cuidados sanitarios.

La educación sanitaria debe jugar un rol primordial en la lucha para la prevención de la infección en los perros, tomando en cuenta aspectos tales como:

- Enseñanza de la forma de transmisión de la enfermedad.
- No alimentar a los perros con vísceras y carnes crudas o mal cocidas.
- Evitar el ingreso de perros a los mataderos.
- Inspección y control veterinario en los mataderos.

Hidatidosis

Hidatidosis, equinococosis o quistes hidatídicos es la enfermedad producida por el desarrollo larval en el hígado y pulmones (Fig. 1.51) de la tenia *Echinococcus granulosus* en perros y cánidos silvestres.

Fuera de los pulmones e hígado, es posible encontrar quistes hidatídicos en otros órganos como riñones, corazón y huesos de otros animales huéspedes intermediarios (bovinos, ovinos, hombre).

Ciclo de vida del parásito

El *Echinococcus granulosus* es una tenia pequeña que mide de 2,5 a 10 mm de largo y por lo general con 4 proglótidos llenos de huevecillos. Esta tenia parasita el intestino delgado de los huéspedes definitivos que se infectan al consumir vísceras con quistes hidatídicos.

Los huéspedes intermediarios ingieren los huevecillos de la tenia junto con los pastos. Los embriones que se liberan de los huevecillos migran por los vasos sanguíneos del tubo digestivo hacia los pulmones e hígado y crean quistes hidatídicos. El ciclo de vida se completa cuando los huéspedes definitivos se alimentan con vísceras que tienen quistes, dando lugar a las tenias. En el perro y otros huéspedes definitivos, las tenias adultas ejercen un efecto nocivo moderado, salvo en casos cuando su número es elevado.

Signos clínicos

El efecto patológico de los quistes hidatídicos en el huésped intermediario guarda relación con su tamaño y número. Animales con pocos y pequeños quistes no muestran una sintomatología aparente mientras que gran cantidad de quistes causan daños serios en pulmones e hígado y se manifiestan en dificultad respiratoria y emaciación progresiva. Si existen quistes en los huesos se pueden producir fracturas debido a la profunda erosión que causan en el tejido óseo.

Necropsia

Se observan quistes hidatídicos en los órganos mencionados

Importancia

Esta parasitosis, además de producir una baja notable en la productividad de los rebaños y ser causa de pérdidas económicas, es un grave problema de salud pública en las zonas ganaderas.

Hace 25 años la hidatidosis era un problema controlado para la ganadería nacional. Sin embargo, después del proceso de reforma agraria, el nivel tecnológico de las crianzas ganaderas disminuyó y el problema empeoró para la ganadería, especialmente de ovinos.

En la crianza de camélidos, la hidatidosis tiene moderada importancia con un potencial de agravarse en años próximos.

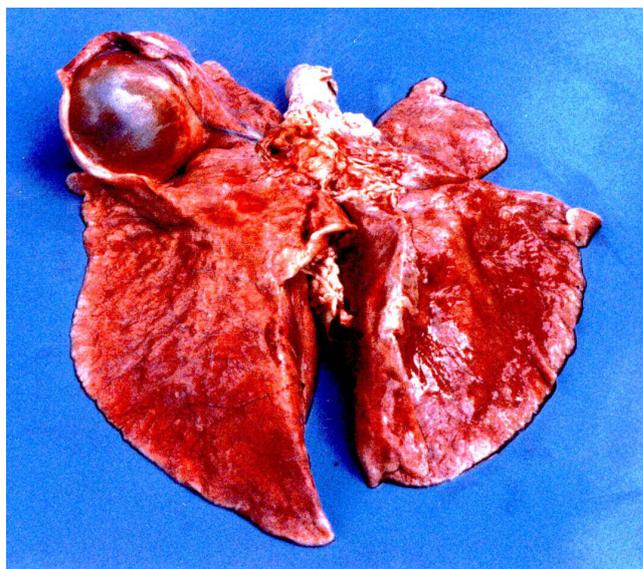


Fig. 1.51 Quiste hidatídico en pulmón

En una explotación ganadera de Puno, al realizar el beneficio de animales para la preparación de charqui (1.200 borregas y 600 alpacas y llamas criadas bajo las mismas condiciones) se encontró lo siguiente:

- 60% de borregas tenían numerosos quistes de diversos tamaños en hígado y pulmones, y en algunos animales se pudo observar quistes en la superficie de riñones, intestinos y huesos.
- 5% de camélidos tenían escasos quistes ideáticos no mayores de 1,5 cm de diámetro, de forma aplanada, localizados superficialmente y con poco compromiso del parénquima hepático.
- 3% de ovinos mostraban coenurosis cerebral, mientras que ningún camélido estaba infectado.

Algunos investigadores concluyen que los quistes crecen a razón de 1 cm por año y que los quistes pequeños que casi siempre se observan en las alpacas porque tienen una corta vida productiva. Este último concepto es falso pues los camélidos tienen una vida productiva mucho más larga que los ovinos.

De las observaciones en campo podemos deducir que los camélidos tienen alguna forma de resistencia específica a esta entidad nosológica o que sus hábitos de pastoreo pueden influir en la baja presentación de este problema.

Tratamiento y control

El control de esta parasitosis es teóricamente fácil de realizar, pero muy difícil en la práctica debido a las condiciones socioculturales de los criadores. Los campesinos no tienen

conciencia del papel que desempeña el perro en la propagación de ésta y otras parasitosis similares.

El control debe estar dirigido a dosificar periódicamente a los perros, con bromhidrato de arecolina en dosis de 4 mg/kg de peso vivo. Para el tratamiento, los perros deben ser confinados en áreas cercadas, con piso de cemento de preferencia; después de 24 horas de confinamiento del tratamiento, las heces eliminadas deben ser quemadas.

También se debe evitar que los perros sean alimentados con vísceras que tienen quistes. La educación sanitaria debe jugar un rol primordial en el control de esta enfermedad. Algunos autores recomiendan tratamiento de los perros cada 45 días con Praziquantel; este tratamiento no es práctico debido a los costos y al excesivo manejo. Pero es recomendable tratar a los perros al menos dos veces por año.

Cysticercosis y coenurosis

De vez en cuando es posible encontrar *Cysticercos taenicollis* adheridos en algunas partes de la cavidad peritoneal y sobre la superficie del útero de los camélidos; lugares donde al parecer no ejercen un efecto dañino pronunciado.

Este tipo de *Cysticercos*, constituye la fase larval de la tenia *hydatigena*, que parasita en el perro y otros carnívoros salvajes. Se considera que en ovinos y vacunos estas formas larvianas tienen efectos patógenos pronunciados, especialmente cuando los embriones exacantos migran a través de la vena porta y parénquima hepático, causando hemorragias y destrucción del hígado. No existe una visible evidencia de que este daño se produzca en alpacas, donde es posible encontrar uno o dos quistes, pero pueden existir daños de consideración en caso de invasiones masivas de embriones de la tenia.

De igual manera, algunos autores han reportado la existencia de *Coenuros cerebrallis*, fase larval de *Taenia multiceps multiceps*, en el cerebro de los camélidos. Estos reportes se han hecho en la zona central de Perú. En las zonas de crianza del departamento de Puno no se ha probado la presencia de coenurosis cerebral en estos animales.

ENFERMEDADES ORGÁNICAS

Fotosensibilización

Las alpacas son susceptibles a procesos de fotosensibilización. Se han observado casos de "jacapo", similar al que sufren los ovinos, en animales blancos de ojos zarcos y hocico despigmentado.

La enfermedad se presenta en épocas de sequía, en días claros con fuerte radiación solar durante el día, seguidos de noches muy frías (junio a agosto).

Los agentes fotosensibilizadores no son conocidos. En las zonas de crianza, existen plantas potencialmente fotosensibilizadoras como *Lolium*, *Lupinus* y *Trifolium*.

En ovinos y vacunos se ha descrito la fotosensibilización hepatógena, en que la sustancia fotosensibilizante es una filoetrina, que es el producto final de la clorofila. Este proceso se ha observado en animales que se alimentaron durante mucho tiempo con pasto muy verde.

Al contrario, en las alpacas el proceso se presenta en épocas en que las pasturas se encuentran totalmente secas y probablemente con poca cantidad de clorofila.

Los criadores de la cordillera occidental o puna seca manifiestan que las alpacas quedan fotosensibilizadas cuando consumen ciertas plantas que crecen en el fondo de pequeños charcos o estanques, después de que las aguas se retiran debido a la sequía. Esta hipótesis no ha podido ser comprobada.

El "jacapo" se caracteriza por producir un gran edema en la cabeza de las alpacas, muchas veces tan pronunciado que existe extravasación sanguínea por los ollares y conjuntiva ocular, ceguera y síntomas nerviosos (Fig. 1.52 y 1.53), prurito intenso, cejas y labios hinchados e insuficiencia respiratoria. La temperatura corporal también se encuentra elevada, llegando a 40 °C.

Durante la necropsia, además de la dermatitis de la cara, se ha observado infartación de los ganglios adyacentes.

En el centro Experimental La Raya se logró tratar animales afectados mediante la administración de antihistaminas y cubriendo la cabeza con ungüentos, antibióticos y sustancias colorantes oscuras. Estos animales permanecieron a la sombra durante varios días con buena provisión de pastos y agua limpia.



Fig. 1.52 Lesiones de "jacapo" en la cabeza



Fig. 1.53. Lesiones de "jacapo" en patas

Los animales recuperados quedaron con la piel de la cara correosa y endurecida, dificultando el cierre de los párpados, lo que facilitó el posterior establecimiento de infecciones oculares.

Por no ser una enfermedad de presentación frecuente y que no reviste importancia económica, no se recomienda el tratamiento. Los animales afectados deben ser sacrificados y descartados para el consumo humano.

Intoxicación por astragalus (borrachera)

En varios animales de un grupo confinado por razones experimentales en pasturas de baja calidad se pudo observar una intoxicación caracterizada por síntomas nerviosos, marcha tambaleante, incoordinación de las extremidades posteriores y disminución de la visión.

Con una observación cuidadosa se pudo notar que estos animales se habían tornado adictos al consumo de *Astragalus garbancillo*, planta que crece con cierta frecuencia en pasturas depredadas y que los animales normalmente no consumen. Esta planta siempre permanece verde y tiene un alto contenido de selenio.

Cuando los animales enfermos fueron trasladados a otras pasturas de buena calidad, la mayoría recuperó en el lapso de 3 a 4 semanas, pero algunos permanecieron adictos, buscando la planta. Estos murieron luego de algún tiempo. Durante la necropsia se encontraron lesiones pulmonares con zonas de enfisema y neumonía no muy pronunciadas. También se notó que algunas carcasas despedían un olor agradable.

Deficiencia de cobre

Se ha observado cuadros de "renguera", o deficiencia de cobre, en pacovicuñas y alpacas de diversas edades que pastaron durante mucho tiempo en praderas cultivadas con Rye grass y trébol. Como los síntomas observados correspondía a la deficiencia de cobre, observado previamente en otros grupos de ovinos, se realizó un tratamiento con glisinato de cobre para detener el proceso.

En los animales no tratados, las lesiones avanzaron a tal punto que llegaron a postrarse sin poder permanecer en pie. Por este hecho y por la similitud de los síntomas observados en ovinos, se concluyó que el proceso se debe a la deficiencia de cobre que ocasiona la desmielinización de las fibras nerviosas y anemia.

En las mismas pasturas también se pudo observar ovinos con trastornos carenciales de yodo, manifestados en el nacimiento de corderos con hipertrofia de la tiroides; pero esta condición no ocurrió en las alpacas.

De acuerdo a las observaciones, se puede deducir que pasturas viejas de Rye grass y trébol soportaron por mucho tiempo fuertes cargas animales (hasta 30 animales por hectárea) sin ser fertilizadas convenientemente y se empobrecieron paulatinamente, llegando a perder muchos oligoelementos esenciales. No se han estudiado los efectos de esta deficiencia sobre la producción de fibra y peso corporal.

Obstrucción intestinal

Algunos animales presentan cuadros clínicos violentos, caracterizados por dolor abdominal manifestado en fuertes revuelcos, golpes abdominales con las extremidades posteriores y expulsión de sangre rectalmente. La muerte ocurre dentro de 24 a 36 horas de la aparición de los síntomas.

Durante la necropsia observó torsión intestinal e intensa hemorragia mesentérica de la zona comprometida. Las causas no están bien establecidas y no hay tratamiento posible. Tal vez, como en otras especies, este fenómeno tenga que ver con la presentación de cuadros de desplazamiento de bezoares.

Neoplasias

Las neoplasias no revisten importancia dentro de la crianza de camélidos. En el Centro Experimental La Raya, en un periodo de 25 años se han reportado 3 casos de carcinoma del ojo, 2 casos de linfosarcoma y algunos quistes dermoides en el ovario.

El carcinoma del ojo es igual al descrito en ovinos. Se caracteriza por una proliferación neoplásica de células escamosas con metástasis en los ganglios linfáticos regionales y compromiso óseo y cerebral. Se observó en animales blancos y de ojos claros. En todos los casos se esperó hasta la muerte del animal para realizar los estudios histológicos.

Los teratomas o quistes dermoides se caracterizan por ser masas globosas unidas al ovario, de consistencia regular y tamaño variable. Dentro de ellos existen derivados de las tres capas embrionarias: pedazos óseos, pelos y cartílagos.

Los linfosarcomas encontrados pueden corresponder al tipo multicéntrico, caracterizados por un aumento de volumen de los ganglios linfáticos de las cavidades torácica y abdominal. Los tumores alcanzan gran volumen y existe compromiso de bazo, hígado y riñones. Aparecen como grandes masas consistentes o de cierto endurecimiento, de color blanquecino amarillento, con trabéculas y focos necróticos; durante el estudio histopatológico las células predominantes correspondieron a linfocitos.

CALENDARIO SANITARIO

Enero a marzo	Control de mortalidad de crías.
Mayo a junio	Control de ectoparásitos y endoparásitos (uso de Ivermectinas o Moxidectin).
Setiembre	Dosificación de animales destetados (uso de Benzimidazoles y levamisoles).
Octubre a noviembre	Control de ectoparásitos. Dosificación de madres gestantes (uso de levamisoles).
Exámenes periódicos cada 3 meses para el control de ectoparásitos con tratamientos topicales.	

RECOMENDACIONES GENERALES

Uso de medicamentos

- Los medicamentos deben de utilizarse no más de 2 años seguidos, ya que bacterias y parásitos adquieren resistencia al medicamento cuando se utiliza el mismo producto continuamente.
- Los productos que tengan fechas vencidas no deben utilizarse porque no hay garantía de su efectividad.
- Los productos deben de comprarse sellados.
- Utilizar medicamentos aprobados por el médico veterinario.
- Usar los medicamentos con las dosis recomendadas por el fabricante.

Medidas de protección al realizar los tratamientos

- Lavarse las manos antes y después de atender a un animal.
- De preferencia, usar guantes de protección, especialmente cuando se tiene heridas abiertas en las manos.

Precauciones para el manejo de equipos

- Transportar los equipos en estuches limpios.
- Mantener los instrumentos limpios y desinfectados.
- Lavar los instrumentos inmediatamente después de ser usados.

2

**REPRODUCCIÓN
EN CAMÉLIDOS
SUDAMERICANOS
DOMÉSTICOS**

REPRODUCCIÓN EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS

Wilber García (Ivita-UNMSM)

Los camélidos sudamericanos poseen ciertas características reproductivas que los hacen diferentes de otros tipos de ganado. Las hembras en edad reproductiva muestran periodos extendidos de receptividad sexual al macho y pueden copular en cualquier época del año. Las hembras tienen ovulación inducida, con una gestación de aproximadamente 11,5 meses y placenta de tipo difuso. El macho, por su parte, puede copular por 5 a 50 minutos, depositando semen en los cuernos uterinos. Su semen es viscoso, lo que impide la evaluación rápida. Esta presentación analiza información científica sobre los eventos de la fisiología sexual de las alpacas y su utilidad práctica para elevar el número de crías.

ÓRGANOS REPRODUCTIVOS DE LA HEMBRA

Ovarios

Son órganos pares localizados en la cavidad abdominal, fijados por el mesovario y envueltos por la bolsa ovárica; presentan forma ovalada. En hembras prepúberes la superficie ovárica es lisa, mientras que en hembras en estado reproductivo, es irregular debido a la presencia de folículos en varios estadios de desarrollo.

En la alpaca, el ovario mide en promedio 15 mm de largo, 12 mm de ancho y 9 mm de espesor. El ovario izquierdo pesa $2,4 \pm 1,3$ g y el derecho $1,9 \pm 1$ g. Con la presencia del cuerpo lúteo, el peso ovárico se incrementa, ya que esta glándula pesa entre 1,2 a 1,7g, representando la mayor proporción del peso total del ovario.

Oviductos

Son tubos delgados y sinuosos que unen el ovario con el útero. En la unión con el útero, el diámetro es de 2 a 3 mm, mientras que en su extremidad próxima al ovario se ensancha a manera de embudo, formando una bolsa que envuelve el ovario. Esta estructura sirve para recibir los óvulos liberados del ovario. Esta porción ovárica del oviducto tiene gran importancia para la fertilidad del animal, ya que allí se efectúa la fecundación.



Fig. 2.1 Aparato reproductor de la alpaca hembra

Útero

El útero o matriz consiste en dos cuernos donde desembocan los oviductos y un cuerpo. Externamente, desde el punto de bifurcación a la extremidad distal, el cuerno izquierdo mide $7,9 \pm 1,3$ cm y el derecho $7,4 \pm 0,9$ cm. Internamente existe una pared medial, o velo uterino, de aproximadamente 2 cm de largo, que divide ambos cuernos. El cuerpo uterino es pequeño y mide 1,5 cm de largo por 2 cm de ancho.

Cuello del útero

El cuello del útero o cerviz presenta 3 a 4 pliegues anulares, el canal cervical es sinuoso y mide de 2 a 3 cm de largo.

Vagina y vulva

La vagina mide $13,4 \pm 2$ cm de largo. La hendidura vulvar tiene dirección ventrodorsal y mide entre 3 a 4 cm. La comisura dorsal de la vulva es ligeramente redondeada y se encuentra a 2 o 3 cm del orificio anal. La comisura ventral es aguda y termina en una corta dirección cónica.

FISIOLOGÍA DE LA HEMBRA

Estación reproductiva

Estudios efectuados con las alpacas y llamas en su hábitat natural muestran que las actividades sexuales se realizan fundamentalmente entre diciembre y marzo, durante el verano. Este periodo es privilegiado pues ofrece el mayor abrigo para los animales, fuertes cantidades de lluvia y amplia disponibilidad de forraje verde. En rebaños pertenecientes a comunidades campesinas, donde las alpacas son criadas juntas durante todo el año este fenómeno de reproducción estacional se repite durante los meses de verano (Fig. 2.2).

Esta marcada estacionalidad en la reproducción también se observa en las especies silvestres de los camélidos sudamericanos: la vicuña y el guanaco. Sin embargo, cuando las hembras son separadas de los machos y se permite la cópula una sola vez al mes, ambos tienen una mayor actividad sexual durante todo el año, con tasas de ovulación y fertilización, así como de sobrevivencia embrionaria medida hasta los 60 días, no afectadas por la estacionalidad.

Observaciones en diferentes zoológicos del mundo, especialmente en el hemisferio norte, indican que los camélidos sudamericanos en general no tienen estacionalidad reproductiva. En los EE.UU., donde alpacas y llamas son mantenidas en mejores condiciones alimenticias y ambientales durante todo el año, las hembras paren en cualquier época, aunque muestran un pico de pariciones en los meses correspondientes al verano boreal (junio a setiembre). De análisis realizados sobre la fecha de parto de la región de las Montañas Rocosas de EE.UU., se observa que los nacimientos se producen en todo el año aunque el 73,1% ocurre entre junio y noviembre.

Observaciones experimentales demuestran que la asociación continua de machos y hembras inhibe la actividad sexual de los primeros, hasta su desaparición, en algunos casos. Los factores responsables del inicio y sensación de la actividad reproductiva en condiciones de crianza en los altiplanos no son bien conocidos. Es posible que factores ambientales tales como mejoramiento de la temperatura y de la nutrición, junto a estímulos visuales y olfatorios tengan alguna influencia en la reproducción de estos mamíferos.

Pubertad

Alpacas hembras de entre 12 a 13 meses de edad muestran comportamiento sexual similar al de la alpaca adulta. Esto permite afirmar que las hembras llegan a su madurez sexual a partir del año de edad, aunque la actividad ovárica se inicia a los 10 meses con la presencia de folículos de 5 mm o mayores. En las alpacas que llegan al año también existe una relación entre el peso corporal a la monta y las tasas de nacimiento subsecuentes (con un peso ideal sobre los 33 kg). (Fig. 2.3).

En los sistemas de producción tradicionales del sur andino, menos de 50% de camélidos domésticos llegan a 33 kg al año de edad para ser servidas, por lo que las hembras primerizas son servidas recién a los 2 años de edad, para las alpacas, y 3 años, para las llamas. Datos de campo demuestran, sin embargo, que al mejorar el nivel nutricional de los camélidos es posible llegar a tasas de 85% de alpacas dentro o por encima del peso ideal para la monta.

Ciclo sexual

En los mamíferos de ovulación inducida o refleja, como los camélidos, la ovulación ocurre como respuesta a la cópula; es decir es provocada y los factores que estimulan las descargas de hormonas hipofisarias responsables de la ovulación parecen ser nerviosos y algunas veces emocionales. En ausencia del macho, la hembra presenta "hondas foliculares", crecimiento de los folículos de Graff, maduración y regresión o atresia de los folículos, durante 10 a 12 días.

Las alpacas muestran largos periodos de receptividad sexual o celo (hasta 36 días), con un periodo de anestro no mayor de dos días. Esta peculiar conducta, marcada por periodos largos de celo y muy cortos de anestro, refleja las hondas de crecimiento, maduración y atresia de los folículos en el ovario.

Aunque no existen estudios exhaustivos sobre la fertilidad y su relación con los días de servicio en la onda folicular, se sabe que la hembra puede admitir al macho durante la etapa de crecimiento y regresión, cuando sus folículos ováricos no son aptos para la ovulación o cuando el folículo se atresia. Esta conducta animal es singular, compartida con otros mamíferos como los conejos, y permite que no todos los servicios de la hembra receptiva terminen en preñez.

Ovulación

En los animales de ovulación inducida o refleja, el tiempo mínimo entre monta y ovulación es de 26 horas o 24 horas después de la inyección de hCG (500-700 IU, intramuscular). Un servicio único realizado por machos vasectomizados o enteros resulta en ovulación de entre 77% a 82% de las alpacas hembras.

La ovulación puede inducirse en alpacas usando 1 mg de hormona luteinizante o 4 a 8 µg de GnRH. En llamas, dosis pequeñas como 25 UI de hCG pueden inducir la ovulación en solamente el 50% de los animales tratados. Mediante ultrasonidos se ha podido establecer que la ovulación comienza dos días después del servicio en las llamas.

Las alpacas pueden ovular sin estímulo coital (5% de casos registrados), cuando han estado inicialmente aisladas de los machos, y luego expuestas a machos vasectomizados, sin que sea necesaria la penetración. También se puede lograr esta ovulación mediante la introducción de semen (usualmente se utiliza semen de alpaca aunque se ha experimentado con semen de toros) en la vagina de hembras receptoras, proponiendo la existencia en el plasma seminal de un factor de inducción de la ovulación (FIO), de naturaleza química desconocida.

La liberación de la hormona de la hipófisis anterior para la ovulación es el resultado del acto de cópula en la alpaca, con un incremento en las concentraciones de LH quince minutos luego de iniciada la cópula, con su pico preovulatorio 2 horas luego del coito. Los valores vuelven a su nivel basal 7 horas postcoito, y una segunda monta dentro de 24 horas de la primera no provoca la liberación del LH.

Comportamiento sexual de las hembras

Alpacas y llamas no muestran signos exteriores de celo o receptividad. La hembra sí adopta un patrón especial de comportamiento ante la presencia del macho; puede dejarse montar por el macho y sentarse o corretear antes de dejarse montar por el macho y adoptar una posición no copulatoria. Algunas veces las hembras receptoras se acercan a una pareja sentándose junto a ella. También es común ver hembras receptoras intentando montar a otras hembras del rebaño. Cuando la hembra no es receptiva, escapará del macho.

Los cambios en el comportamiento son más evidentes en el macho que en la hembra. Durante la fase corta de persecución y durante la monta, los machos emiten sonidos fuertes de tipo nasal (ronquidos), hinchando los carrillos. La cópula se realiza con la hembra descansando sobre su pecho, con los cuatro miembros debajo del cuerpo. El macho se posiciona sobre ella. La penetración se produce rápidamente y la cópula se inicia con movimientos pélvicos rítmicos. La hembra siempre asume una actitud pasiva durante la cópula. Cuando la cópula dura mucho, las hembras pueden cambiar de posición, sin interrumpirla.

La cópula es un proceso relativamente largo en todos los camélidos sudamericanos; en alpacas dura entre 10 a 50 minutos, y en la llama varía entre 10 a 60 minutos.

Cuando interviene más de un macho alpaca en el empadre, después de una semana de intensa actividad copulatoria se pueden iniciar agresiones, algunas veces violentas con el objeto de establecer una jerarquía o estatus social. Generalmente resultan dominantes aquellos machos que muestran mayor actividad copulatoria, interrumpen con más frecuencia el servicio de los otros y son menos interrumpidos por los demás machos. Usualmente los machos adultos y de experiencia dominan a los jóvenes.

El establecimiento de jerarquías puede tener repercusiones importantes en la práctica; así por ejemplo, si el macho dominante es estéril o de baja fertilidad, de pobre calidad genética, o lleva alguna tara hereditaria, los resultados finales pueden afectarse seriamente en términos de porcentajes de parición o mejoramiento genético. Por ello, es importante adoptar sistemas de empadre que eviten el establecimiento de jerarquías y que promuevan una actividad copulatoria intensa.

Función del cuerpo lúteo

Una monta estéril produce ovulación de fase luteal corta y la progesterona alcanza sus mayores niveles (3,14 a 6,28 ng/ml) luego de 7 a 8 días del servicio. Una rápida declinación de la P4 ocurre entre los días 9 y 10, en conexión con repetidos picos de liberación de prostaglandinas. Los niveles de estradiol son de 100-200 pmol/L inmediatamente después de la monta, para disminuir considerablemente durante la fase luteal a 20-40 pmol/L y levantarse a 60 pmol/L inmediatamente después de la luteolisis, momento en el que la hembra muestra receptividad sexual.

El comportamiento sexual de hembras de alpaca y llama de 3 a 4 días postcoito, cuando los niveles de P4 se mantienen aun bajos es muy receptivo.

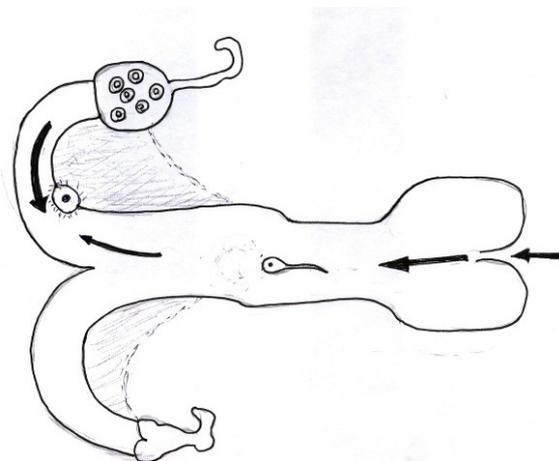


Fig. 2.2 Implantación del embrión en el cuerno uterino izquierdo

Tabla 2.1 Niveles promedio de progesterona en alpacas y llamas servidas con macho estéril y macho vasectomizado

DÍA	ALPACAS (N=12)		LLAMAS (N=10)	
	MACHO ESTÉRIL	MACHO FÉRTIL	MACHO ESTÉRIL	MACHO FÉRTIL
1	0,38	0,32	0,53	0,45
5	1,46	2,46	1,38	1,93
8	12,03	18,50	10,90	16,41
9	3,20	16,34	14,10	17,81
10	0,76	13,70	20,70	6,90
11	---	12,84	2,90	25,13
12	---	16	0,28	23,28

Fuente: Sumar *et al.* 1999

Por el contrario, si la hembra es servida por un macho entero, los niveles sanguíneos de P4 el día 8 muestran una tendencia a ser Sistemas de monta o servicio

En Perú, la gran mayoría de llamas y alpacas están en manos de pequeños criadores de comunidades campesinas, con menos de 50 animales por familia; en estas condiciones no existe realmente un sistema de empadre, ya que machos y hembras se encuentran todo el año juntos. Además, usualmente un macho es escogido como padre o "jañachu" sin eliminar del rebaño a otros machos de menor calidad. El macho escogido ejerce una dominancia sobre el resto de machos sin lograr servir adecuadamente a todas las hembras en edad reproductiva. Con este sistema la natalidad no supera el 50%.

En otros establecimientos de medianos y grandes criadores el sistema de empadre, los sistemas tienden a copiar modelos de reproducción ovina, con 5% a 6% de machos dominando los rebaños por el periodo de empadre de tres meses. Esta práctica arroja tasas de natalidad menores a 60%.

Observaciones de la actividad sexual en rebaños numerosos de machos y hembras alpacas en servicio a campo abierto y en la estación sexual mostraron que la actividad sexual copulatoria fue particularmente intensa durante la primera semana. El 62% de las hembras fueron servidas por lo menos una vez en este periodo corto. La actividad sexual disminuyó considerablemente la siguiente semana, hasta casi desaparecer. Sin embargo, cuando los machos fueron cambiados por nuevos machos, la actividad copulatoria se activó a niveles similares a los de la primera semana.

Basándose en estas observaciones se desarrolló un sistema de empadre conocido como alterno o rotatorio, que funciona adecuadamente en rebaños con más de 100 hembras, con empadre y parición estacionales. Para ello, se usa 6% de machos para todo el periodo de empadre (90 días). Cada 10 días se cambia el 50% de los machos usados, de tal manera que se mantiene un alto nivel de tasa de montas, incrementándose la oportunidad de ser servidas nuevamente aquellas hembras que fallaron en ovular, no fertilizaron o perdieron tempranamente el embrión, incrementando notablemente la natalidad.

Existen otros dos sistemas de empadre recomendados para los criadores con un número menor de animales. El primero consiste en formar rebaños de 20 alpacas con un solo macho, que se mantienen aislados de otros animales, ya sea por mallas de alambre o separados geográficamente, durante 60 días. Así se obtienen porcentajes de natalidad cercanos al 85%. Este sistema también funciona en llamas para el control de paternidad en el caso de los registros genealógicos. El segundo sistema de empadre controlado sirve para fines de selección y mejoramiento de registros genealógicos. Para ello se expone a las hembras a machos conocidos e identificados. De acuerdo a este método se puede lograr natalidad del 80%.

Preñez

Localización de la preñez

Basándose en la posición del cuerpo lúteo y el sitio de fijación del embrión, casi la totalidad de los fetos en la alpaca y la llama han sido hallados en el cuerno uterino izquierdo, a pesar de que ambos ovarios son activos en igual medida (tablas 2.2 y 2.3, figura 2.3).

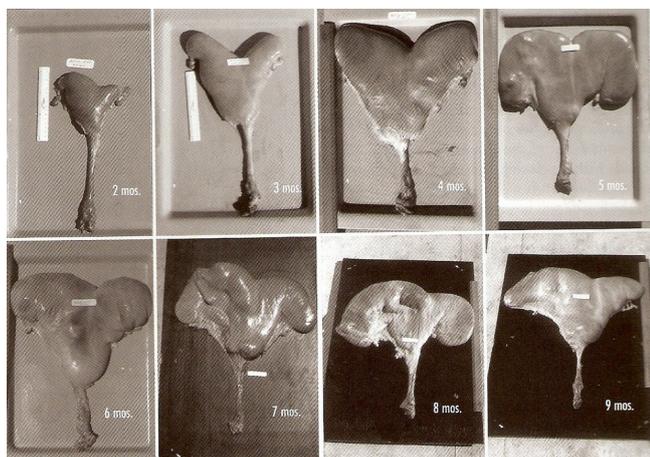


Fig. 2.3 Localización del feto

Esta ocurrencia sugiere que los embriones que se originan en el ovario derecho tienden a migrar al lado izquierdo para su implantación. Las razones para esta migración interna (que se presenta también en algunos carnívoros y roedores), no se conocen muy bien. Una explicación posible es la actividad luteolítica diferencial de ambos cuernos uterinos, donde la actividad del cuerno uterino derecho es más localizada mientras que la del izquierdo es más sistémica.

Ovulaciones múltiples y mellizos

Ovulaciones múltiples (más de una ovulación en un solo ovario o en ambos ovarios), ocurre en hasta 10% de las alpacas después de la monta natural, y 20% después de la inyección de gonadotropina, pero el nacimiento de mellizos es muy raro. Sin embargo, en la gestación temprana (hasta los 44 días), es más frecuente observar mellizos.

Duración de gestación

La duración de la gestación en alpacas de las razas Huacaya y Suri, es 341 y 345 días respectivamente. Para llamas, es $346,45 \pm 8,04$ días (327-357) para primerizas y $345,03 \pm 6,25$ días (332-356) para múltiparas.

Rol del cuerpo lúteo durante la gestación

La progesterona es necesaria para el mantenimiento de la preñez en alpacas y llamas, ya que en estas especies la placenta no produce progesterona, a diferencia de otras especies mamíferas. En alpacas y llamas, la remoción del ovario conteniendo el cuerpo lúteo, o solamente la ablación del cuerpo lúteo, provoca el aborto luego de 40 a 50 horas, en cualquier momento de la gestación.

Diagnóstico de gestación

Se han descrito varios métodos de diagnóstico de gestación en alpacas y llamas. En los sistemas de crianza tradicional del Perú, el diagnóstico se hace por el método de palpación externa o "balotaje" que solo se puede realizar a los 8 meses de gestación. Este método es muy tardío para un manejo eficiente del rebaño.

Alternativamente se pueden usar machos para detectar el celo en hembras servidas 20 o más días luego de un servicio como forma confiable para detectar a las hembras no preñadas. Sin embargo, no todas las hembras que rechazan al macho están necesariamente preñadas, pero este método tiene un rango de confianza que llega a 84% a 95% para las llamas y alpacas a los 100 días de gestación.

La palpación rectal en alpacas es posible a los treinta días de gestación pero está limitada por el tamaño del animal y el estado de las carnes. Sin embargo este método ofrece 100% de seguridad a los dos meses de gestación. Adicionalmente, un análisis de progesterona circulante sirve para determinar la preñez. En la tabla 2.4, se muestran los cambios de los niveles de progesterona plasmática en alpacas y llamas hembras que fallan en ovular, así como aquellas que no conciben, mostraron niveles basales de progesterona a los 12 y 30 días postservicio.

Se consideran hembras preñadas cuando los niveles llegan a 1,8 nmol/L el día 12 luego del servicio. La existencia de falsos positivos con alto nivel de progesterona plasmática se debe probablemente a una muerte embrionaria precoz.

Tabla 2.2 Relación entre la localización del cuerpo lúteo y el embrión en la llama

LOCALIZACIÓN DEL CUERPO LÚTEO	NÚMERO DE ANIMALES	LOCALIZACIÓN DE EMBRIONES	
		CUERNO DERECHO	CUERNO IZQUIERDO
Ovario derecho	60 (54,5%)	0 (0%)	60 (100%)
Ovario izquierdo	49 (44,5%)	1 (2,1%)	48 (97,9%)
Ambos ovarios	1 (0,9%)	0 (0%)	1 (100%)
Total	110 (100%)	1 (2,1%)	109 (97,9%)

Fuente: Sumar *et al.* 1979

Tabla 2.3 Relación entre la localización del cuerpo lúteo y el embrión en la alpaca

LOCALIZACIÓN DEL CUERPO LÚTEO	NÚMERO DE ANIMALES	LOCALIZACIÓN DE EMBRIONES	
		CUERNO DERECHO	CUERNO IZQUIERDO
Ovario derecho	472 (50,9%)	12 (2,5%)	460 (979,5%)
Ovario izquierdo	440 (47,4%)	1 (2,1%)	437 (99,3%)
Ambos ovarios	16 (1,7%)	0 (0%)	16 (100%)
Total	928 (100%)	15 (1,6%)	913 (98,4%)

Fuente: Sumar *et al.* 1979

Tabla 2.4 Niveles de progesterona plasmática (nmol/L) en alpacas y llamas preñadas vacías, 30 días postservicio fértil

DÍA	ALPACAS			LLAMAS		
	PREÑADAS		VACÍAS	PREÑADAS		VACÍAS
	PROMEDIO	RANGO	PROMEDIO	PROMEDIO	RANGO	PROMEDIO
1	0,3	0,1-0,6		0,5	0,5-0,6	
5	2,4	1-5		1,9	1-3	
8	18,5	9-33		16,4	8-33	
9	16,3	10-22		17,8	15-20	
10	13,7	9-22		20,7	13-44	
11	12,8-	6-20		25,1	13-64	0,5
12	16	11-21	0,4	23,2	14-47	1,4
13	17,3	12-21	1,5	20,5	7-53	10,9
14	16,9	11-24	12	22,7	9-49	14,1
15	12,3	8-17	3,2	24,6	12-62	6,9
16	14,4	9-21	0,8	18,2	10-40	2,9
17	15,3	9-27		22,3	9-60	0,3
18	12,7	8-16		18	10-35	
19	16,6	8-24		18,6	10-37	
20	16,7	8-23		17,5	9-32	
25	13	10-14		20,4	9-49	
30	14	11-17		18,3	9-33	

Fuente: Sumar *et al.* 1991

Técnicas de ultrasonido son utilizadas para detectar la preñez en alpacas y llamas. En alpacas, la seguridad en el diagnóstico es de 92% (a los 80 días de edad fetal) y en llamas 100% (75 días). En ambas especies, la seguridad en el diagnóstico se reduce a 84% y 65% los 165 días. Usando estas técnicas se ha detectado preñez tan temprano como 15 días, con mejores resultados a partir de 28 días.

Tasas de mortalidad embrionaria

La mortalidad embrionaria es mayor en llamas y alpacas que en otras especies de ganado. Se estima una tasa de pérdida de 30 a 50 antes de los 90 días. Sin embargo, la causa precisa de mortalidad embrionaria es desconocida. La incompetencia del cuerno uterino derecho, deficiencias hormonales y aberraciones en los cromosomas pueden ser factores que contribuyen. Tampoco pueden descartarse infecciones.

Parto

El parto no asistido en alpacas tiene una duración de 193 ± 122 minutos y 203 ± 129 minutos para hembras multíparas y primíparas respectivamente (tabla 2.5). En llamas, se ha reportado una media de 176 minutos. Estos datos confirman que el parto en camélidos es más fácil que en otras especies domésticas. Los camélidos no lamen ni se comen la placenta, ni abandonan a sus crías a diferencia de los ovinos.

Tabla 2.5 Tiempo en minutos (X ± DS) durante los tres estadios del parto en alpacas multíparas y primíparas

ANIMAL	PRIMER ESTADIO	SEGUNDO ESTADIO	TERCER ESTADIO
Multípara	87,5 ± 67,2	24,7 ± 16	80,7 ± 39
Primípara	101,5 ± 77,6	24,5 ± 12,8	77 ± 38,6

Fuente: Sumar *et al.* 1985

Más del 90% de los partos en alpacas y llamas ocurren entre 7:00 a.m. y 1 p.m., proporcionando a la cría la oportunidad de calentarse adecuadamente antes de las bajas temperaturas nocturnas en los altiplanos del Perú. Los nacimientos naturales son poco comunes en horas de oscuridad y se han registrado alpacas capaces de detener el parto hasta por 24 horas cuando las condiciones ambientales son muy adversas (lluvias y nieve) (Fig. 2.4, 2.5 y 2.6).



Fig. 2.4 Primera etapa del parto: dilatación cervical (1,5 horas)



Fig. 2.5 Segunda etapa del parto: expulsión fetal (30 minutos)



Fig. 2.6 Tercera etapa del parto: expulsión de placenta (1,5 a 2 horas)

Inducción del aborto

En algunas oportunidades los veterinarios deben terminar la preñez por diversas razones sanitarias o de manejo como preñez inadvertida de hembras muy jóvenes, preñez de hembras servidas por machos inadecuados o condiciones patológicas como hidroamnios, hidroalantoides, maceración fetal, momificación fetal, gestación prolongada patológica, casos donde el aborto puede salvar la vida y salud de la madre.

En estos casos las prostaglandinas sintéticas (Dinoprost, Lutalyce) resultan ser potentes factores lutelíticos que causan el aborto luego de 26 a 35 horas.

Postparto

Hasta el cuarto día postparto la alpaca es sumisa y se rinde al macho, dejándose copular. Esta conducta, según algunos autores, obedece a que la hembra presenta celo inmediatamente después del parto. Sin embargo, recientes investigaciones demuestran que la hembra no está ni anatómica ni fisiológicamente apta para ovular en un periodo tan corto luego del parto.

En muy pocos casos, luego de cinco días algunas hembras muestran aceptación al macho y durante la cópula puede ocurrir la ovulación. Pero no es hasta 20 días luego que los folículos y el útero tienen los tamaños adecuados para ofrecer posibilidades de natalidad.

ÓRGANOS REPRODUCTIVOS DEL MACHO

Testículos

Son órganos pares de forma ovoide que se encuentran en las bolsas escrotales, localizadas en la región perineal, en posición similar a la del cerdo. Ambos testículos tienen el mismo tamaño con un peso promedio para una alpaca adulta de 18 g y medidas de 3,5 a 4,5 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho.

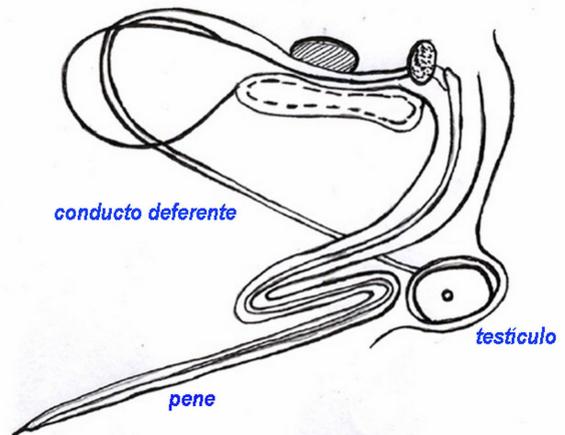


Fig. 2.7 Órganos reproductivos del macho

En alpacas y llamas es frecuente el descenso incompleto del testículo, anomalía conocida como criptorquidismo que puede ser unilateral o bilateral. En otras especies, este defecto es considerado hereditario, debido a genes recesivos. Si al nacimiento los testículos no están en el escroto, el descenso puede ocurrir de forma parcial o completa. Sin embargo, el descenso lento debe ser considerado una anomalía.

Los machos con criptorquidismo bilateral son estériles pero la mayoría muestra deseo sexual, mientras que los unilaterales, tienen conducta y producción de semen normales. A pesar de ello, estos animales no deben ser usados para la reproducción debido a la naturaleza hereditaria de su defecto.

Epidídimo y conducto deferente

Macroscópicamente el epidídimo presenta tres porciones bien diferenciadas: la cabeza, relativamente voluminosa, que se inserta en la parte posterior del testículo; la porción intermedia, de forma aplanada y la cola o porción terminal; y la parte posterior, próxima a la uretra, que muestra un engrosamiento. La longitud total del conducto es de 40 cm.

Glándulas sexuales accesorias

En alpacas y llamas se han descrito dos glándulas, la próstata y las glándulas bulbouretrales.

La próstata está ubicada dorsalmente sobre el cuello de la vejiga y consta de un cuerpo con dos lóbulos unidos entre sí, próximos al primer segmento de la uretra; presenta adicionalmente una porción diseminada que penetra el músculo uretral.

Las glándulas bulbouretrales son pares, de forma ovoide y están ubicadas a 8 cm de la próstata y lateralmente a la uretra, en la salida pélvica. Cada glándula tiene un promedio de 1 cm de diámetro. En alpacas y llamas no existen glándulas vesiculares.

Pene

El pene es de tipo fibroelástico que mide entre 35 a 40 cm de largo, es relativamente delgado y no se expande durante la erección, presenta la forma de una “s” o flexura sigmoidea, como en el toro. La punta del glande es una proyección cartilaginosa, con una ligera rotación hacia la derecha. La desembocadura de la uretra se encuentra al costado de la estructura cartilaginosa.

El forro prepucial es de forma triangular, con el orificio dirigido hacia atrás por lo que la micción se efectúa en dicha dirección, en posición similar al de la hembra. Durante la erección, el forro prepucial se endereza hacia delante por la acción de los músculos protectores y el pene se proyecta bajo el vientre, como ocurre en otros rumiantes.

FISIOLOGÍA EN EL MACHO

Estacionalidad reproductiva

En algunas especies domésticas como el carnero se observan variaciones estacionales en la calidad y cantidad de semen, así como cambios en los niveles de testosterona LH que están asociados a la función gonadal. Observaciones de la conducta sexual en campo de los machos alpaca y llama muestran un incremento de la libido en estos animales a medida que se acercaba la estación sexual (enero a abril), para disminuir notablemente en la época seca (mayo a noviembre). La relación entre la época del año y testosterona circulante en alpaca y llamas se muestra en la tabla 2.5.

Estas cifras acusan una marcada diferencia de niveles de testosterona circulante en los machos alpaca y llama, con niveles muy superiores en la alpaca. En ambas especies hay diferencias estadísticamente significativas en los meses de junio, de marcada escasez de alimentos y temperaturas bajo cero, y diciembre, de relativa abundancia de alimento y temperatura ambiental sobre cero.

En machos llamas y adultos, el volumen seminal y la concentración espermática fluctuaron con la estación del año, mostrando los niveles más altos en diciembre, enero y

Tabla 2.6 Niveles de testosterona circulante (pg/ml) en la alpaca y la llama, en diversas estaciones del año

MES	ALPACAS X ± ES	LLAMAS X ± ES	P
Marzo	1.142,5 ± 108,27	208 ± 52,69	0,001
Junio	992,5 ± 388	37,75 ± 14,9	0,05
Setiembre	877,5 ± 91,32	291,25 ± 74,84	0,001
Diciembre	2.445 ± 694,82	362,25 ± 73,73	0,05

Fuente: Sumar *et al.* 1990

febrero, y los más bajos en julio, sin variaciones estacionales de la motilidad espermática, viscosidad PH y porcentaje de espermatozoides con anomalías.

Pubertad

La pubertad se define como la edad cuando se inicia la espermatogénesis o cuando espermatozoides fértiles se encuentran en el fluido eyaculado. Al nacer, la alpaca macho tiene un peso promedio de 7,5 kg y su pene se encuentra completamente adherido al prepucio por el tejido embrionario, que previene la protrusión del prepucio (Fig. 2.7). Estas adherencias desaparecen gradualmente a medida que el animal crece y se inicia la producción de la testosterona.

A la edad de un año y con un peso promedio de 33 kg algunos machos muestran interés sexual por las hembras. Sin embargo a esa edad solo alrededor de 8% de los machos jóvenes (tuis)



Fig. 2.8. Desprendimiento de la adherencia peneprepucial en alpaca macho

se encuentran libres de las adherencias mencionadas. A los 2, con un peso promedio de 48 kg, 70% de los machos no tienen las adherencias y a los 3 años, 100% están libres de ellas (Fig. 2.8).

La testosterona sérica en alpacas machos de 9 a 12 meses de edad revela que el inicio de la pubertad ocurre a partir de onceavo mes, cuando la producción media la testosterona incrementa y llega al rango de los valores normales para animales adultos.

En la llama, el peso promedio al momento de la liberación peneprepucial es de $70,1 \pm 11,9$ kg y la edad promedio de 9 a

31 meses. Existe, por tanto, un bajo coeficiente de correlación entre el peso corporal, edad y grado de liberación peneprepucial, a diferencia de las alpacas. La pubertad de la llama macho está determinada por factores genéticos.

En la alpaca y llama, al igual que en otros animales domésticos, la precocidad sexual es una característica deseable en los planes de mejoramiento genético, pues permite seleccionar a los futuros reproductores de manera más rápida. En la mayoría de las explotaciones alpaqueras del país los machos reproductores son puestos al servicio a la edad de tres años.

Espermatogénesis y características seminales

Existe solamente un reporte en la literatura consultada sobre el ciclo del epitelio seminífero de las llamas. De forma similar que otros mamíferos, el epitelio está dividido en 8 etapas o estadios. Sin embargo, la colección de semen en llamas es más complicada por la posición de cópula de macho y hembra y por el largo tiempo del proceso de eyaculación.

Se han utilizado varios métodos como esponjas, pesarios intravaginales y electroeyaculación para facilitar el proceso de eyaculación sin mucho éxito. El empleo de vaginas artificiales, instaladas en maniqués, aunque más natural y confiable que los otros métodos, no es tan efectivo para la colección de semen.

Semen

El volumen promedio de semen de alpaca colectado es de 12,5 ml, con una densidad de 600.000 espermatozoides/mm³. El semen de la alpaca es altamente viscoso, lo que hace difícil su manipulación en el laboratorio y tiene el efecto secundario de eliminar la motilidad masal, y reducir la motilidad individual de los espermatozoides.

Además, evidencias experimentales con el uso de fístulas uretrales y vaginas artificiales, indican que la calidad de semen durante la eyaculación es uniforme.

3

**INSEMINACIÓN
ARTIFICIAL EN
CAMÉLIDOS
SUDAMERICANOS
DOMÉSTICOS**

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS

Walter Bravo, Virgilio Alarcón (UNSAAC)

La inseminación artificial es una técnica reproductiva que consiste en colocar el semen del macho en la hembra usando medios artificiales. En vacunos, ha sido instrumental en el gran desarrollo de la producción de leche, logrando incrementos de producción de 50%. Esto quiere decir que seleccionando toros con buena capacidad lechera y buenas vacas, el mejoramiento ganadero ha sido positivo y acelerado. En la actualidad se usa semen congelado de toros probados que pueden vivir a gran distancia de la vaca inseminada. Se puede dar el caso, incluso, del uso de semen de toros muertos pero cuyo semen fue congelado.

En los camélidos sudamericanos domesticados es una técnica relativamente nueva, aunque su introducción se reportó hace más de 40 años. Actualmente, con el uso de una nueva técnica de colección de semen, la inseminación en camélidos puede aplicarse en el campo donde las alpacas se crían. El presente capítulo informa sobre algunos aspectos básicos de la colección de semen, su evaluación y dilución, técnicas de sembrado de semen en las hembras y otros detalles del manejo de machos y hembras inseminadas.

COLECCIÓN DEL SEMEN

La colección de semen en alpacas y llamas ha pasado por muchas técnicas: uso de condones, esponjas vaginales, fístulas uretrales, electroeyaculación, vaginas artificiales y desviación del conducto deferente. Todas ellas tienen ventajas y desventajas. Sin embargo, alpacas y llamas son criadas en el Perú en lugares lejanos de laboratorios y de la disponibilidad de energía eléctrica, y los criadores usualmente quieren que se use el semen de machos que han adquirido, realizando inversiones fuertes de dinero, y que viven en sus propiedades (Fig. 3.1).

La nueva técnica de colección de semen que se describirá es práctica atendiendo a estos requisitos y puede realizarse en lugares lejanos de las facilidades técnicas de los laboratorios. Es conocida como aspiración vaginal y fue introducida en 1998 como resultado de una necesidad clínica de conocer la calidad de semen del macho ofrecido para la venta.

Esta técnica consiste en aspirar parte del semen que el macho eyacula y que deja en la vecindad del orificio cervical externo de la hembra. Durante el empadre, el macho puede juntarse a la hembra por el tiempo que quiera, pero los mejores semen se colectan después de un empadre de 15 a 20 minutos.

Durante la cópula, el macho introduce su pene hasta los cuernos uterinos, eyacula semen de forma continua y cambia de cuernos, dejando semen en el cuerno izquierdo, cuerpo del útero, orificio cervical externo, fondo vaginal y cuerno derecho. Esta secuencia se repite varias veces y permite que exista semen en el fondo vaginal, que es la muestra seminal que se usa para la inseminación artificial. Una vez que el macho termina la cópula, se sujeta a la hembra, se limpia la vulva y se introduce un espéculo vaginal.

El espéculo vaginal posee un guiador que ayuda en su introducción y permite seguir la anatomía genital de la hembra (Fig. 3.2). Luego, se retira el guiador y la parte externa del espéculo se conecta a un tubo colector. Se inclina el espéculo vaginal para facilitar la caída de la muestra hacia el tubo colector (Fig. 3.3). Generalmente se puede observar por fuera que el semen de aspecto gelatinoso cae al tubo colector de forma lenta. No existe ningún daño a la hembra, ni tampoco al macho y solamente se colecta una porción del semen.



Fig. 3.1 Muestra de semen obtenida en campo

EVALUACIÓN DEL SEMEN

En primer lugar, se debe entender que el semen tiene un aspecto gelatinoso debido a la presencia de un plasma seminal bastante espeso. El semen está compuesto por dos partes: plasma seminal y espermatozoides. El plasma seminal es producto de las glándulas sexuales accesorias, próstata y glándulas bulbouretrales (llamas y alpacas no poseen vesículas seminales); y envuelve a los espermatozoides, y como es gelatinoso, los espermatozoides no muestran una motilidad progresiva.

Los espermatozoides son el producto de los testículos y representan el 15% del semen. El semen colectado por aspiración vaginal puede ser de color blanco, rojo claro u oscuro (figura 3.1). La mayor parte de las veces es rojo claro debido a la presencia de sangre de la hembra. Esto se debe a que el pene del macho posee una curvatura hacia la derecha que ayuda en el pasaje del pene por la cérvix de la hembra. Una vez que el glande del pene está dentro del útero de la hembra, continúa con movimientos de rotación y daña la pared interna del útero, y como resultado existe hemorragia y extravasación de sangre que se mezcla con el semen del macho.



Fig. 3.2 Colección de semen por aspiración vaginal

El volumen del semen varía entre 2 y 9 ml, aunque generalmente es 3 a 5 ml y en pocas ocasiones pueden llenar la capacidad del tubo colector, de 15 ml. El volumen recolectado por esta técnica es mayor al que puede ser obtenido mediante el uso de una vagina artificial (tabla 3.1).

Tabla 3.1 Características seminales de semen de cinco machos alpaca colectados por aspiración vaginal después de la monta (n=41) y con vagina artificial (n=38)

VARIABLES	ASPIRACIÓN VAGINAL	VAGINA ARTIFICIAL
Volumen eyaculado (ml)	3,6	1,5
Motilidad (%)	73,5	69
Concentración (106/ml)	75,2	80,3
Espermatozoides vivos (%)	75,3	70,8
Consistencia (%)		
Viscoso	10	90
Poco viscoso	90	10
Color		
Rojo claro	80	0
Rojo oscuro	10	0
Blanco lechoso	5	60
Blanco cristalino	5	40

Motilidad

Los espermatozoides de llamas y alpacas no muestran movimiento progresivo, sino estacional y los espermatozoides comienzan a morir cuando mueven su cola, avanzando cortas distancias en el campo microscópico. Este tipo de movimiento se debe a la presencia de un plasma seminal espeso y de naturaleza gelatinosa, que atrapa a los espermatozoides, a diferencia de lo observado en el semen de toros y carneros.

Vitalidad o porcentaje de espermatozoides vivos y muertos

Para evaluar esta característica se tienen que teñir los espermatozoides con un colorante vital, una combinación de tinta china con eosina. Los espermatozoides vivos y que no muestran rajaduras de la membrana plasmática no dejan pasar el colorante, por lo que aparecen con cabeza blanda bajo el microscopio (Fig. 3.4). En cambio, los espermatozoides con rajaduras o membrana dañada dejan pasar el colorante y las cabezas se observan de color oscuro. En llamas y alpacas el 95% de espermatozoides están vivos.

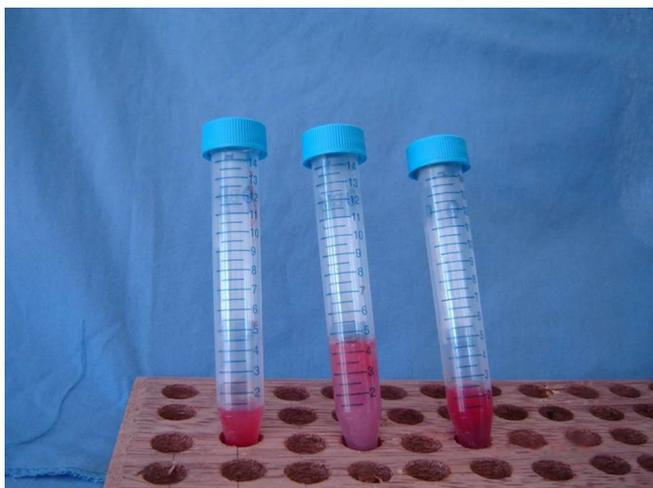


Fig. 3.3 Evaluación de la vitalidad de los espermatozoides de alpaca

Concentración espermática

La concentración espermática varía entre 80 y 100 millones por ml (tabla 3.1). Esta concentración es menor si se compara al semen de carneros y toros, especies donde se habla de billones de espermatozoides/ml. La concentración espermática es una muestra del tamaño del testículo. Mientras que los testículos de toros se aproximan a 1 kg, en llamas y alpacas apenas alcanzan 20 g. La concentración espermática es la característica que más varía en llamas y alpacas, y aún en diferentes eyaculados del mismo animal.

Morfología de espermatozoides

La forma individual de los espermatozoides varía dentro de cada eyaculado, encontrándose espermatozoides normales (con cabeza, cuello y cola) y espermatozoides anormales en donde una parte del espermatozoide no guarda relación con otros. En general, el 60% a 70% de los espermatozoides son normales, 9% presentan cabezas anormales (grandes, muy pequeñas), 3% presentan gota citoplasmática (abultamiento en el cuello del espermatozoide) y 10% la cola doblada (Fig. 3.4).

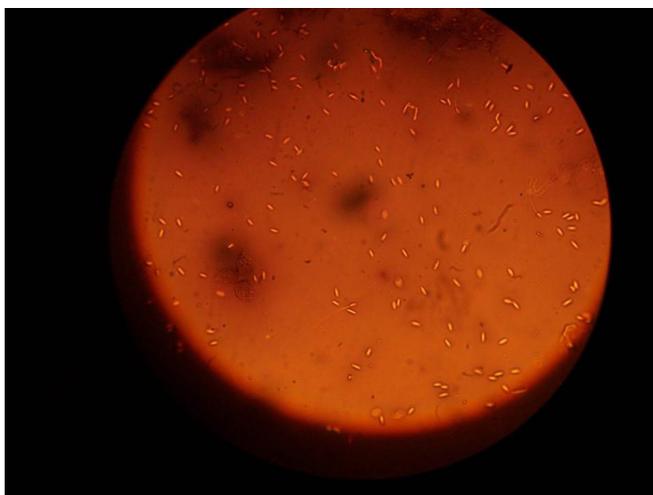


Fig. 3.4 Proporción de espermatozoides normales y anormales

Además de las características mencionadas en los párrafos anteriores, existen otras pruebas seminales que se utilizan para evaluar el semen en laboratorios: velocidad de movimiento, integridad del material genético de los espermatozoides y pruebas para evaluar partes específicas del espermatozoide (acrosoma). Estas pruebas generalmente no se usan en el campo, pues son técnicas especializadas que requieren de equipos más sofisticados.

Los factores sugeridos para la evaluación solo requieren del uso de colorantes y de un microscopio. Para el presente estudio se trabajó con un microscopio compuesto utilizado para la educación (1000X).

DILUCIÓN DEL SEMEN

Uno de los propósitos de la inseminación artificial es el uso de un solo eyaculado en muchas hembras. Para tal motivo, se tiene que diluir el eyaculado con un líquido que ayude la supervivencia de los espermatozoides y que les provea de nutrientes. Existen muchos agentes dilutores que se usan en toros, carneros, potros y cerdos. Para los camélidos sudamericanos el mejor dilutor disponible es elaborado en base a Tris, yema de huevo y agua destilada en laboratorio. No se recomienda el uso de agua destilada comercialmente disponible para esta tarea.

Antes de añadir el dilutor se tiene que hacer un examen de la motilidad y concentración espermática. Una vez que se evalúa la motilidad se añade el dilutor, que debe estar a la misma temperatura del semen para evitar la muerte de los espermatozoides por choque térmico. Las cantidades de dilutor deben añadirse hasta llegar a una concentración de 10 a 12 millones de espermatozoides/ml.

Una vez alcanzado este punto, se deja que el dilutor se mezcle con el semen por cerca de 10 minutos para que los antibióticos presentes en el dilutor se pongan en contacto con las bacterias y las eliminen. Debe realizarse una nueva evaluación de la motilidad de los espermatozoides. En caso de que estén vivos y motiles, la muestra de semen está lista para la inseminación.

En experiencia de los autores en ninguna ocasión el dilutor ha sido deletéreo a los espermatozoides. Por el contrario, existe un incremento en el número de espermatozoides motiles y algunos presentan motilidad progresiva. Esto se debe a la eliminación parcial de fluidez del plasma seminal. Otra de las características del dilutor es que ayuda a las enzimas presentes en la sangre del eyaculado a romper la matriz del plasma seminal, coadyuvando en el proceso de incremento de la motilidad.

INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Las hembras deben estar receptivas al macho antes de ser inseminadas. Esto asegura la presencia de folículos en los ovarios. Las hembras que no estén receptivas al macho no pueden ser inseminadas. Luego, las hembras tienen que ser inducidas a ovular por medios artificiales, usualmente mediante la administración de hormonas con acción luteinizante⁶. Para iniciar el proceso se debe determinar la receptividad sexual de las hembras un día antes de la inseminación. Esto es posible al confrontar los machos a las hembras, separando aquellas que adopten la posición copulatoria y administrándoles hormonas luteinizantes.

Con las hembras tratadas y el semen preparado, se puede proceder a la inseminación. Para el proceso serán necesarias tres personas, además del inseminador. Dos personas deben levantar las patas traseras de la hembra, mientras la tercera persona sujeta la hembra por el cuello (identificando en el proceso a la hembra para el registro). Con el cuarto trasero del animal elevado, el inseminador limpia la vulva e inserta un espéculo vaginal acoplado a una fuente de luz para localizar el orificio cervical externo (os). La cervix aparece de color rosado y se observa claramente la os. Luego, el inseminador inserta el semen cargado en una pipeta de inseminación de vacas a través de la cervix y deposita el semen en el cuerpo del útero. Se puede depositar el semen a nivel de los cuernos uterinos siempre y cuando se sepa en qué ovario está el folículo ovulatorio. El inseminador puede luego retirar la pipeta de inseminación y el proceso termina. En total, la inserción y sembrado no dura más de 2 a 3 minutos.

Los porcentajes de preñez mediante esta técnica son variados, con una fertilidad registrada de entre 47% a 50%. Para confirmar que la inseminación ha sido exitosa se debe realizar una ecografía a la hembra inseminada luego de tres semanas del procedimiento, identificando la presencia de la vesícula embrionaria (figura 3.5). La tabla 3.2 ilustra los porcentajes de fertilidad en diferentes rebaños del distrito de Caylloma durante una campaña de inseminación realizada el año 2010.



Fig. 3.5 Observación de la vesícula embrionaria mediante ecografía de una alpaca inseminada

MANEJO DE MACHOS Y HEMBRAS PARA LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Machos

Los machos deben estar descansados de toda actividad de empadre por lo menos 3 semanas antes de la colección de semen. Se debe considerar que en los camélidos el volumen y concentración de espermatozoides es mucho menor que en carneros. Es por ello que el descanso es prudente y asegura un buen eyaculado al momento de la colección de semen.

En la experiencia de los autores, un buen eyaculado es suficiente para inseminar de 12 a 15 hembras. En algunos casos, los machos son usados en el empadre de otras hembras y solamente descansan una semana o algunos días. Esto es contraproducente ya que la muestra de semen no es adecuada y solamente se puede inseminar a 2 o 3 hembras.

También merece atención que los machos deben estar en buenas condiciones de carnes y libres de enfermedades parasitarias e infecciosas, además de presentar calidad genética deseable (calidad del vellón, color y raza).

⁶ Actualmente existen en el mercado diferentes productos comerciales que permiten que las hembras ovulen. En condiciones naturales de empadre, la ovulación (liberación del óvulo) es inducida por la cópula pues la penetración del pene del macho al útero y el plasma seminal contienen factores de inducción de ovulación. Los productos indicados actúan sobre la glándula pituitaria, que libera la hormona LH, encargada de que el folículo reviente y libere el óvulo, haciendo a la hembra fértil.

Hembras

Las hembras con cría al pie deben tener por lo menos 3 semanas postparto. Las hembras vacías deben estar libres de problemas infecciosos en el útero y otros órganos genitales (Fig. 3.6). En ambas clases de hembras no se puede inseminar hembras con metritis. De igual manera, las hembras donadoras de semen, de quienes se colecta el semen después de la monta, deben estar sanas y bien alimentadas.

En el caso de hembras seleccionadas para inseminación, estas deben ser evaluadas para metritis y las que estén infectadas deben estar libres de esta enfermedad antes de realizar la inseminación. Se debe recordar que las hembras con metritis subclínica pueden ovular, rechazar al macho 7 días después de la inducción de la ovulación y estar preñadas a las tres semanas, pero tienden a sufrir altas tasas de mortalidad embrionaria.



Fig. 3.6 Crías de alpaca nacidas por inseminación artificial

Tabla 3.2 Resultados de campaña de inseminación artificial de alpacas (Caylloma, 2010)

ANEXO	RESPONSABLE	ALPACAS INSEMINADAS	ALPACAS PREÑADAS	
			NÚMERO	PORCENTAJE
Jachaña	José Ccallocca	22	8	36,4
Talta	Santos Cayani	24	10	41,7
Pusa Pusa	Félix Yanque	23	13	56,5
Cuchocapilla	Faustino Chipa	53	19	35,9
Sotocaya	Leonardo Ccallocca	29	13	44,8
Coraza	Damiana Llallachi	21	12	57,1
Talta	Exaltación Sapacayo	21	5	23,8
Total		193	80	41,5

CONCLUSIONES

Es necesario indicar que existen muchas preconcepciones negativas sobre la inseminación artificial entre los criadores de camélidos sudamericanos. Por ejemplo, se cree que las crías nacidas por inseminación son débiles o que tienen una elevada tasa de mortalidad infantil respecto a aquellas concebidas por empadre. Datos del Centro Experimental La Raya desmienten esto, estableciendo que no hay diferencias estadísticas.

La inseminación artificial de llamas y alpacas es una realidad porque es un método que se adapta a las condiciones de los criadores de alpacas en el Perú. La colección de semen por aspiración vaginal no requiere de equipo sofisticado o pruebas complicadas. El proceso de inseminación puede ser realizado por personal capacitado sin la necesidad de acceso a laboratorios o la compra de materiales caros.

Estadísticamente, una tasa de fertilidad de 50% es aceptable y puede ser mejorada mediante estrategias complementarias (como una segunda inseminación en el momento de diagnóstico de preñez).



4

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS

NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS

Felipe San Martín (FMV-UNMSM), Francisco Franco (Ivita-UNMSM)

COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS

El estudio de los alimentos es un tema de gran importancia para la actividad ganadera: el mayor o menor costo de la producción animal radica en la provisión de alimento. En el Perú, el ganado doméstico usualmente es alimentado de tallos, hojas, semillas y raíces de varias plantas. También se pueden alimentar con subproductos industriales (harinas de semillas, melaza, granos, subproductos de molino, etc.) y necesitan minerales y vitaminas para responder a sus requisitos nutricionales.

Los alimentos para el ganado frecuentemente se clasifican de la siguiente manera:

- Forrajes
- Concentrados
- Suplementos proteicos
- Minerales y vitaminas

Para evaluar los contenidos químicos de distintos alimentos, muestras se colocan en un horno, permitiendo que el agua se evapore y quede el alimento seco, llamado materia seca. Los alimentos contienen diferentes cantidades de agua. En sus etapas inmaduras, las plantas contienen de 70% a 80% de agua (es decir 20% a 30% de materia seca), mientras que las semillas no contienen más de 8% a 10% de agua. La materia seca del alimento contiene todos los nutrientes requeridos por el animal, menos el agua. La composición nutricional de los alimentos generalmente se expresa como porcentaje de materia seca (%MS).

Los componentes de materia seca en un alimento se pueden dividir en materia orgánica e inorgánica. Los compuestos como proteína, grasa, extracto libre de nitrógeno y fibra cruda se clasifican como orgánicos. Los compuestos inorgánicos o minerales son los otros elementos químicos (calcio, fósforo, etc.). Para separar ambas se coloca una muestra de alimento en una mufla: mientras que la materia orgánica se quema, los

compuestos minerales quedan en forma de ceniza. En las plantas, el contenido de minerales varía entre 1% a 12%. Los forrajes normalmente contienen más minerales que las semillas o granos. Los subproductos de origen animal que contienen huesos pueden tener hasta 30% de minerales (principalmente calcio y fósforo).

El nitrógeno se encuentra en la proteína y otros compuestos incluidos en la materia orgánica de un alimento. La proteína cruda en forrajes va desde 5% (residuos de cosechas) hasta más de 20% (leguminosas de buena calidad). Los subproductos de origen animal normalmente son muy ricos en proteína (más de 60% de proteína cruda).

El contenido de grasas es más elevado en las hojas que en los tallos y por lo general es mayor en las semillas, donde actúa como reserva de energía para la germinación.

En todos los productos vegetales, con excepción de las semillas de las oleaginosas (soya), los principales componentes son los carbohidratos, pudiendo encontrarse como reserva o elemento estructural. En las semillas se encuentra como almidón (reserva), mientras que en los tallos, y en menor cantidad en las hojas, una gran proporción se encuentra como celulosa (estructural). La cantidad de minerales en los vegetales es muy variable en las diferentes especies, así como en sus partes distintivas.

En la **figura 4.1** se muestran los componentes de las distintas fracciones del análisis de los alimentos.

Figura 4.1 Componentes de los alimentos

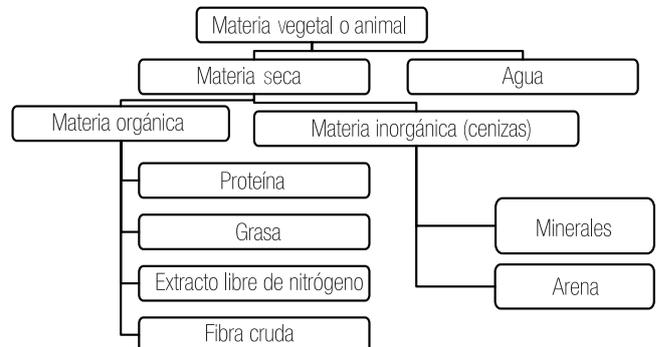


Tabla 4.1 composición química de algunos alimentos con el propósito de comparar la diversidad en composición entre los vegetales y sus productos.

	AGUA	PROTEÍNA	GRASA	CARBOHIDRATOS	CENIZA	CALCIO	FÓSFORO
<i>Plantas verdes</i>							
Maíz	66,4	2,6	0,9	28,7	1,4	0,09	0,08
Alfalfa	74,1	5,7	1,1	16,8	2,4	0,44	0,07
<i>Productos vegetales secos</i>							
Hojas de alfalfa	10,6	22,5	2,4	55,6	8,9	2,22	0,24
Tallos de alfalfa	10,9	9,7	1,1	74,6	3,7	0,82	0,17
Granos de maíz	14,6	8,9	3,9	71,3	1,3	0,02	0,27
Rastrojo de maíz	15,6	5,7	1,1	71,4	6,2	0,50	0,08
Semillas de soya	9,1	37,9	17,4	30,7	4,9	0,24	0,58

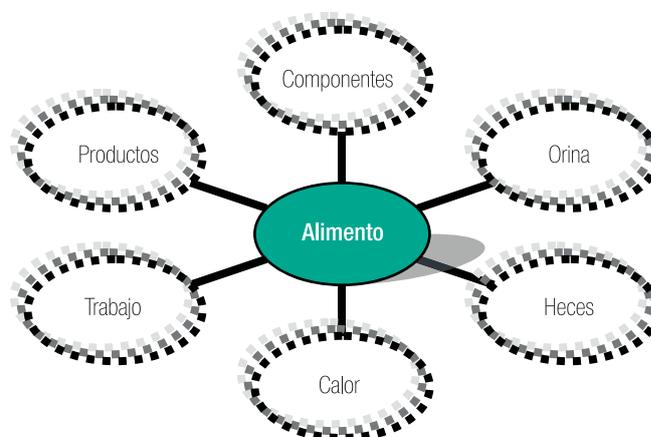
DESTINO DE LOS ALIMENTOS EN EL ORGANISMO

Los animales consumen los alimentos en forma de materia prima compleja y antes de poder utilizarse deben ser digeridas, es decir, convertidas en pequeñas unidades nutritivas. Este proceso se conoce como digestión y se realiza en el tracto intestinal.

Los compuestos sencillos son absorbidos y llevados por la sangre a los distintos órganos (hígado, riñones, músculos, etc.). En los órganos, los nutrientes cumplen la función principal por la que se consumen, participar en las actividades metabólicas de los tejidos y células de las que depende la vida del animal, así como en la formación de productos como la carne, lana, fibra, etc.

En la figura 4.2 se muestra la participación del alimento en las diferentes actividades del organismo; el principal objetivo del alimento es la producción de energía para los procesos corporales, ya que todos los nutrientes pueden servir para este propósito. El hecho de que todos los nutrientes, en especial la proteína, tenga funciones específicas y exclusivas no modifica su utilización común como fuente de energía.

Figura 4.2 Participación del alimento en las diferentes actividades del organismo



CARGA GENÉTICA Y MEDIOAMBIENTE

Para producir, el criador de ganado trabaja a partir de dos componentes:

- El capital heredado por los animales (el genotipo o conjunto de caracteres heredados que cada animal recibe de sus padres).
- El medio ambiente o condiciones de vida en las que se desenvuelven sus animales y que comprenden:
 - Las fuerzas que dependen de la naturaleza o factores ecológicos.
 - Las fuerzas que dependen del criador.

La alimentación es una de las fuerzas que depende del medioambiente; es el producto de los factores ecológicos y del trabajo del criador. Este es el rubro más importante debido a que:

- Representa el mayor costo dentro de todos los gastos.
- Es la primera condición para que un animal pueda manifestar su verdadero potencial.
- Es la mejor forma de prevenir las enfermedades en el rebaño; animales sanos son primero animales bien alimentados.

ANATOMÍA DEL APARATO DIGESTIVO DE LOS CAMÉLIDOS

Cavidad oral (boca)

Está protegida por un par de labios de paredes delgadas. El labio superior está dividido por un surco medio (labio leporino) y el inferior es comparativamente más grande; ambos son móviles, esto les permite una gran capacidad para seleccionar alimentos bajo condiciones de pastoreo.

Al nacimiento, todos los dientes temporales están presentes, excepto los caninos. La edad en la cual los incisivos temporales son reemplazados por los permanentes es de 4,5 años; el proceso es similar en hembras y machos.

Los incisivos están localizados en la parte delantera de la mandíbula inferior; tienen superficies cortantes en forma de cuña que permiten cortar las plantas al hacer presión contra la almohadilla dentaria, localizada en la parte superior.

Los premolares y molares juegan un rol importante en la eficiencia de corte y molido del alimento. Durante la masticación, los movimientos mandibulares horizontales y verticales permiten

un eficiente molido del alimento, reduciendo el tamaño de partícula.

Las glándulas salivales son serosas, mucosas y mixtas; los elementos de la saliva (fosfatos y bicarbonatos) son parecidos a otros rumiantes. El flujo de saliva de alpacas es más alto al ovino.

Estómago

Se divide en tres compartimientos. El compartimiento 1 (C1) es el mayor de todos, se conecta con el esófago y dispone de dos porciones, una craneal y una caudal. Estas porciones están separadas por un surco transversal. Continúa con el compartimiento 2 (C2) del que no está completamente separado.

Existen dos tipos de revestimiento mucoso que cubren la pared interna de los C1 y C2. En la parte ventral, los sacos glandulares están cubiertos por una mucosa glandular y en la parte dorsal, la pared está cubierta por un epitelio escamoso estratificado. La superficie del compartimiento 3 (C3) está cubierta por epitelio glandular. La parte final de este compartimiento es bastante gruesa y corresponde al área de las glándulas gástricas; la mitad de las superficies de esta porción final está cubierta por epitelio fúndico y el resto, hacia la región del píloro, con epitelio pilórico: a esta región final se le llama estómago terminal.

La mucosa glandular presente en todos los compartimientos del estómago, excepto en la mucosa de la parte distal del C3, tiene la misma estructura celular con ligeras variaciones en su arreglo. Esta mucosa complementa la función de la glándula salival, secretando cantidades significativas de bicarbonato y contribuyendo sustancialmente a la acción taponadora de la digesta en los C1 y C2. Por otro lado, la función de esta región glandular, quizá la más importante, es la rápida absorción de solutos y agua (la tasa de absorción en estos animales es dos a tres veces mayor a la observada en el rumen de ovinos y cabras).

La rápida absorción es facilitada por la periódica protrusión de los sacos glandulares, cambiando de este modo la consistencia del semifluido presente en estas regiones. El contenido en la porción dorsal del C1 es relativamente seco. La parte ventral del C1 y C2 contiene una ingesta semifluida y acuosa. Con respecto al C3, la tasa de absorción es significativamente más alta que aquellas medidas en el omaso de ovinos y cabras, aún considerando las diferencias de peso corporal. C1, C2 y C3 representan 83%, 6% y 11% del volumen total del estómago, respectivamente.

Con respecto al desarrollo postnatal del estómago; a las 8 semanas la porción tisular de los compartimientos del estómago de tuis es similar al de las alpacas adultas. Por otro lado, la actividad microbiana en estos animales es significativa a las 12 semanas, lo que se relaciona con una disminución de los niveles de glucosa en la sangre y el incremento en la producción de ácidos grasos volátiles y caída del pH en C1 y C2. Los niveles de glucosa siguen disminuyendo hasta las 16

semanas, alcanzando a esta edad el nivel de glucosa similar a los obtenidos en animales adultos.

Motilidad

La duración de cada ciclo de contracciones es de 1 a 2 minutos durante períodos de descanso, siendo más corto durante la ingestión de alimentos. El eructo ocurre en el pico de la contracción del saco caudal del C1 y puede ocurrir tres a cuatro veces en un ciclo simple de contracciones. Por otro lado, un ciclo simple de contracciones puede incluir tres ciclos de rumia.

En general, el estómago de los camélidos tiene una actividad más continua que la observada en otros rumiantes. Las características de la motilidad en los camélidos son muy diferentes a aquellas del retículo-rumen en los rumiantes avanzados y, por lo tanto, cualquier analogía entre estas dos especies es difícil de probar.

Fermentación

La concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) alcanza su nivel más alto entre 1,5 y 2 horas después de la iniciación del consumo de alimento. Con respecto a la concentración de los diferentes AGV, no existen mayores diferencias en las concentraciones de estos ácidos con aquellas observadas en otros rumiantes.

La alpaca está provista de mecanismos tamponantes más eficientes que el ovino. El ovino y alpaca, a similares concentraciones de AGV, poseen diferentes valores de pH, siendo el pH de ovinos más bajo que el de alpaca. Este factor permitiría a los camélidos sudamericanos tener una mayor producción bacteriana debido a que las condiciones ácidas incrementan los requerimientos energéticos de mantenimiento de las bacterias presentes en el estómago y, además, las bacterias celulolíticas son más sensibles y tienen una menor producción a bajos pH.

Las similitudes en el proceso fermentativo en el estómago de los camélidos sudamericanos y los otros rumiantes son debido a que los microorganismos presentes en esta cámara de fermentación son principalmente producto de la dieta consumida. Además, la ecología gastrointestinal no juega un rol directo en la selección microbiana y su adaptación.

Tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo

Estudios comparativos entre camélidos sudamericanos y otros rumiantes señalan que los primeros retienen el alimento en el tracto digestivo por un mayor tiempo. Se han estimado valores de retención del alimento en alpacas de 50,3 horas, mientras que en ovinos de 43,2 horas.

Comparaciones entre llamas y ovinos usando un marcador de la fase sólida dan mayor tiempo de retención a llamas (62 horas) que ovinos (41 horas). Las llamas retienen partículas grandes por un periodo de tiempo mayor que el vacuno y el caballo. El tiempo de retención en llamas para partículas de 0,2-1 cm es de 60 horas.

DIGESTIÓN, SELECCIÓN CONSUMO Y EFICIENCIA ALIMENTICIA

Digestibilidad

Las pruebas comparativas de digestibilidad *in vivo* han sido conducidas entre alpacas y ovinos, así como entre llamas y ovinos. Las digestibilidades en aquellas pruebas en que el alimento suministrado tenía menos de 7,5% de proteína cruda fueron mayores y favorables a la alpaca, y, en aquellas en que el contenido proteico fue mayor de 10,5% no se obtuvieron diferencias (tabla 4.2). Adicionalmente, pruebas comparativas de digestibilidad *in vivo* entre llamas y ovinos mostraron mayores coeficientes de digestión en llamas que en ovinos para dietas de baja y mediana calidad, así como comparables coeficientes de digestión entre las dos especies para la dieta de alta calidad.

Tabla 4.2 Comparación de los coeficientes de digestión (%) entre alpaca y ovino en función del nivel de proteína en los alimentos estudiados

ÍNDICES	NIVEL DE PROTEÍNA EN LOS ALIMENTOS					
	7,5			10,5		
	ALPACA	OVINO	DIFERENCIA	ALPACA	OVINO	DIFERENCIA
Materia seca	63,7	56	7,7	60,8	62	-1,2
Fibra cruda	67,7	61,9	5,8	57,5	58,5	-1,9

En conclusión, los camélidos sudamericanos son más eficientes que los ovinos en la digestión de alimentos de mediana y baja calidad; esta mayor eficiencia digestiva está relacionada con el tiempo de retención del alimento en el tracto digestivo. Además del factor de retención, la mayor eficiencia de digestión puede ser debida a la mayor frecuencia de contracciones en el estómago y presencia de sacos glandulares. Estas peculiaridades del sistema digestivo de los camélidos sudamericanos les permitirían una más eficiente maceración, mezclado y absorción de la digesta.

Por otro lado, la mayor digestibilidad de los alimentos de baja calidad por los camélidos sudamericanos podría deberse a la habilidad de estos animales de mantener una mayor concentración de amoníaco en C1 y C2, comparado con el ovino. Esto proveería a las llamas más nitrógeno disponible para la síntesis microbiana, mejorando la digestibilidad.

Selectividad

Los estudios sobre la composición botánica de la dieta en camélidos sudamericanos señalan que la alpaca es una especie altamente adaptable, variando su selectividad de plantas de acuerdo a la disponibilidad del forraje. Cuando la disponibilidad de gramíneas es alta y la disponibilidad de herbáceas y plantas parecidas a las gramíneas es limitada, las gramíneas representan la mayor parte de la dieta. Por otro lado, cuando la disponibilidad de las herbáceas es alta, las herbáceas son importantes contribuyentes de la dieta.

Estudios comparativos entre llamas, alpacas y ovinos señalan que la llama tiene una mayor preferencia por gramíneas altas y el ovino por gramíneas bajas, mientras que la alpaca tiene una alta selectividad, en ambas estaciones, por herbáceas (tabla 4.3).

Tabla 4.3 Composición botánica de la dieta (%) por grupo de planta de las dietas de la alpaca y ovino durante el período de seca y lluvia en un pastizal de *Festuca dolichophylla*

GRUPO DE PLANTAS	PERÍODO SECO			PERÍODO DE LLUVIAS			PROMEDIO		
	LLAMA	ALPACA	OVINO	LLAMA	ALPACA	OVINO	LLAMA	ALPACA	OVINO
Gramíneas altas	38	24	17	45	28	20	42	26	18
Gramíneas cortas	51	38	43	42	29	66	46	34	54
Total gramíneas	89	62	61	87	56	86	88	59	74
Plantas parecidas a las gramíneas	6	2	3	5	1	1	6	2	2
Herbáceas	4	35	35	7	42	13	6	38	24

Estudios sobre la composición nutritiva de la dieta seleccionada por los camélidos sudamericanos bajo libre pastoreo indican que durante los meses secos la calidad de la dieta alcanza los valores más bajos en términos de proteína cruda y digestibilidad.

Trabajos con llamas, alpacas y ovinos pastoreados en diferentes tipos de pastura señalan que las dietas de llamas tienen la más baja calidad nutricional, los ovinos la más alta, mientras que las alpacas son intermedias entre estas dos especies. La más alta calidad dietética observada en ovinos se debe a su mayor capacidad de selección comparada con llamas y alpacas: los ovinos mostraron una mayor selección de hojas, herbáceas y gramíneas cortas. Por el contrario, las llamas mostraron una menor selectividad para estas especies y partes de plantas. La calidad de dieta en alpaca fue intermedia entre llama y ovino, confirmando su mayor y menor capacidad para seleccionar que la llama y ovino, respectivamente.

Consumo voluntario

Esta información es muy importante en la formulación de estrategias de manejo del pastizal y del ganado. Los consumos comparativos entre alpacas y ovinos (tabla 4.4) y entre llamas y ovinos muestran un consumo promedio de materia seca en alpacas y llamas de 1,8% y 2% del peso vivo, respectivamente. El consumo promedio de materia orgánica por kg de peso metabólico (g/Kg. de pv 0,75) en llamas es de 53. En general, el consumo diario de los camélidos sudamericanos es menor que el del ovino.

Tabla 4.4 Comparación de consumo diario de los camélidos sudamericanos y ovino bajo condiciones de estabulación y pastoreo

CONSUMO	CONSUMO DIARIO			DIFERENCIA (%)	
	ALPACA	LLAMA	OVINO	ALPACA	LLAMA
Estabulado					
Consumo: MS como % peso vivo	1,83	-	2,29	20	-
	-	2	3,3	-	39
Pastoreo (pasturas cultivadas)					
Consumo: g MO/kg de peso vivo ^{0.75}	-	52,8	83,2	-	36
Pastoreo (pradera)					
Consumo: g MS/kg de peso vivo ^{0.75}	50	46,8	68,1	26	31

El menor consumo de los camélidos sudamericanos por unidad de peso metabólico con respecto a los ovinos es el resultado de factores asociados tales como su mayor tamaño corporal y el relativo menor requerimiento de energía. Estos factores hacen que los camélidos sean menos selectivos con respecto a las partes de la planta y tengan un menor potencial de consumo.

Eficiencia alimenticia

Este término describe la relación de producto obtenido por alimento consumido. La eficiencia es determinada por el nivel de consumo. En animales del mismo peso, aquel que consuma más será el convertidor más eficiente, o animales o especies con menores requerimientos de mantenimiento serán mejores convertidores, toda vez que menor proporción del alimento consumido será dirigido a cubrir sus requerimientos energéticos y una mayor proporción a los aspectos productivos.

En llamas, alpacas y ovinos sometidos a engorde estabulado durante 8 semanas (tabla 4.5), los resultados muestran que el ovino tuvo mayores ganancias con respecto a los camélidos sudamericanos. La llama mostró una mayor ganancia y conversión que la alpaca. La mejor respuesta de los ovinos se debe al mayor consumo comparativo de esta especie con respecto a las otras, que como se señaló anteriormente es un determinante para la mayor capacidad de convertir alimento a producto animal.

Estos resultados obtenidos en un sistema de engorde, aunque favorecen a los ovinos, deben ser críticamente analizados considerando la zona ecológica en que los camélidos se crían. Estos últimos usualmente viven en zonas donde la disponibilidad de forrajes es insuficiente y de baja calidad nutritiva durante la mayor parte del año (7 meses, época de sequía); por lo tanto tienen un bajo potencial de consumo y una alta eficiencia digestiva para dietas de baja calidad a diferencia de otras especies de rumiantes.

Tabla 4.5 Ganancia de peso diario, consumo de alimentos y conversión alimenticia en llamas, alpacas y ovinos

ÍNDICES	LLAMA	ALPACA	OVINO
Ganancia de peso (g/d)	177	113	190
Consumo (porcentaje de peso vivo)	2,6	2,3	4,6
Conversión alimenticia (kg/kg PV)	9,8	10,8	7,5

PERIODOS NUTRICIONALES CRÍTICOS EN LA CRIANZA

En la tabla 4.6 se muestra, en el tiempo, los diferentes estados fisiológicos de la pradera altoandina, su disponibilidad y calidad. Estas ilustraciones permiten identificar las potenciales deficiencias nutricionales que se producen durante el ciclo anual. En el periodo I (noviembre y diciembre) es de energía, en el periodo III (mayo a julio) de proteína y en el periodo IV (agosto a octubre) de energía y proteína.

Al evaluar conjuntamente las diferentes fases de la crianza de alpacas y llamas, y la estacionalidad de la disponibilidad y calidad del forraje durante el año, es posible identificar algunas etapas donde los requerimientos nutricionales de los animales son difícilmente cubiertos. Estas etapas son el destete (setiembre y octubre) y el último tercio de gestación (setiembre a diciembre).

Si bien iniciar la reproducción de las hembras a los dos años de edad es una práctica generalizada, se ha determinado que hembras de un año muestran una conducta sexual, tasas de ovulación y fertilización, y tasas de parición, peso corporal y sobrevivencia de cría similares a las observadas en hembras adultas. Esta respuesta se ha logrado cuando las hembras de un año de edad alcanzan el 60% del peso de una hembra adulta (33 kg).

Demostrada la dependencia de la edad de pubertad con el peso vivo del animal (60% del peso adulto), es importante identificar los factores que impiden alcanzar el peso deseado en hembras al primer año de edad. Uno de ellos es el estrés del destete que se realiza entre los meses de setiembre y octubre, que coinciden con una baja disponibilidad y calidad de forraje.

Por lo señalado, es importante considerar para estos animales una estrategia alimenticia que les permita alcanzar el peso deseado para el primer empadre al año de edad. Dentro de estas estrategias tenemos el uso de pastos cultivados, suplementación o reservar mejores áreas de pastoreo.

Tabla 4.6 Relación entre los cambios estacionales, precipitación y características forrajeras de la pradera altoandina

PERÍODO	ESTADO FENOLÓGICO	MESES	PRECIPITACIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL FORRAJE
I	Inicio del crecimiento	Noviembre a diciembre	Inicio de lluvias	Verde, alta calidad, cantidad limitada
II	Crecimiento, floración	Enero a abril	Lluvias	Verde, alta calidad, cantidad no limitada
III	Maduración	Mayo a julio	Inicio de temporada seca	Seco, baja calidad, cantidad no limitada
IV	Dormancia	Agosto a octubre	Temporada seca	Seco, baja calidad, cantidad limitada



Fig. 4.3. Uso de pastos cultivados en animales destetados

La duración de gestación en camélidos sudamericanos es alrededor de 11,5 meses. El desarrollo fetal es grande a partir del séptimo mes de gestación, lográndose durante este período un incremento de peso fetal de 70% del peso al nacimiento.

Siendo el período de empadre los meses de enero a marzo (época de lluvias), el último tercio de gestación ocurre en los meses de setiembre a diciembre. Estas altas demandas nutricionales por el crecimiento fetal coinciden con un período crítico de alimento (período I).

Las altas demandas nutricionales del animal en esta fase productiva sumadas al déficit de la oferta de alimento, ocasionan un pobre desarrollo del feto que se traduce en bajos pesos al nacimiento de la cría. Los pesos al nacimiento de crías nacidas en febrero (inicio de la época de lluvia) son inferiores a aquellas nacidas en abril (fin de la época de lluvias) (tabla 4.7).

Estos bajos pesos reducen la tasa de sobrevivencia de las crías recién nacidas y por la relación positiva entre el peso al nacimiento y peso al destete, las posibilidades de que las crías hembra lleguen con el peso adecuado para el primer servicio al año de edad (pubertad) son menores. Además de las ventajas sobre el peso de las crías al nacimiento, se asume que las hembras en mejores condiciones nutricionales en el último tercio de gestación tendrán una mejor respuesta productiva.

Tabla 4.7 Relación entre los cambios estacionales, precipitación y características forrajeras de la pradera altoandina

MES DE NACIMIENTO	NACIMIENTO		AÑO DE EDAD	
	N	PROMEDIO	N	PROMEDIO
Enero	26	6,7	25	28,7
Febrero	27	6,9	24	31,8
Marzo	14	7,3	14	31,4
Abril	8	8	8	33,2
Promedio	75	7,2	71	31,2

Fuente: Dra. Teresa Ambaiza.

Determinación de humedad

Principio

La humedad de la muestra se pierde por volatilización a causa de temperaturas de 60 °C. El porcentaje de humedad se obtiene por diferencia entre el peso inicial de la muestra y el peso obtenido en la desecación de la muestra, durante 48 horas en la estufa.

Procedimiento

1. Picar, triturar o moler, según el caso, una porción de alimento. Si es forraje verde tomar una muestra de 200 g, si es un concentrado, entre 100 a 200 g.
2. Colocar una cápsula de porcelana dentro de una estufa a 60 °C durante 20 minutos con el fin de reducir la humedad.
3. Enfriarla en un desecador.
4. Sacar la cápsula del desecador y pesarla en una balanza de precisión.
5. Anotar el peso.
6. Pesarse dentro de la cápsula el alimento picado o molido. Si es un forraje verde pesar 100 g.
7. Poner la cápsula y su contenido en una estufa a 60 °C durante 48 horas. En este lapso la muestra pierde su humedad y lo que queda es la materia seca.
8. Enfriar la cápsula y su contenido en un desecador y pesar en la balanza de precisión.
9. Anotar el peso.

Determinación de materia seca (MS)

Por diferencia, $MS = 100 - \text{porcentaje de humedad}$.

Determinación de extracto etéreo

Principio

El éter se evapora y condensa continuamente y al pasar a través de la muestra extrae los materiales solubles en el solvente orgánico.

El extracto etéreo se recoge en el vaso y cuando se completa el proceso, la grasa bruta queda en el vaso, se seca y es pesada.

Procedimiento

1. Pesar de 1 a 2 gr de muestra previamente secada, depositarla dentro de un dedal de celulosa forrado internamente con papel filtro.
2. Fijar el dedal bajo el condensador del aparato de extracción de Goldsfich.
3. Depositar dentro del vaso de extracción previamente secado entre 30 a 40 ml de éter y colocarlo debajo del condensador cerrando herméticamente.
4. Abrir la llave del agua y subir las parrillas hasta que queden en contacto con la base del vaso de extracción.
5. Iniciar el calentamiento y observar durante 10 minutos si hay fugas de éter.
6. A partir del inicio de la ebullición, retirar luego de 3 horas si se utiliza temperatura alta o 16 para temperatura baja.
7. Cuando se finalice el tiempo de extracción, bajar las parrillas y dejar que el dedal termine de gotear. Quitar el dedal que contiene la muestra. Colocar en lugar del dedal el tubo recolector de vidrio, volver a colocar el vaso de extracción y subir las parrillas calientes.
8. Destilar el éter que se encuentra en el vaso de extracción y poco antes de que se evapore a sequedad bajar las parrillas y retirar el vaso.
9. Vaciar el éter de los tubos recolectores a un recipiente especial para éter.
10. Subir nuevamente las parrillas y colocar sobre ellas el portavaso de aluminio y sobre él determinar la evaporación del éter residual del vaso de extracción.
11. Limpiar perfectamente el exterior del vaso de extracción e introducirlo en la estufa a 100 °C durante 30 minutos.

Determinación de fibra cruda

Principio

Una muestra libre de humedad y grasa se somete a dos digestiones, una en ácido diluido y otra en álcali diluido. Los residuos orgánicos restantes se recogen en un crisol de filtro. La pérdida de peso después de incinerar la muestra se denomina fibra cruda.

Procedimiento

1. Dos gramos de muestra libre de grasa se coloca en un vaso de 600 ml de capacidad.
2. Adicionar 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25%.
3. Colocar sobre el calentador del extractor para hervirlo durante 30 minutos.
4. Filtrar cuidadosamente a través de tela.
5. Lavar al fibra con agua destilada caliente hasta que la reacción ácida de tornasol desaparezca. Si la filtración es muy lenta, debido a la fineza de las partículas, filtrarla por succión con una bomba de vacío.
6. Transferir la fibra a un vaso de 600 ml de capacidad, lavando la tela filtrante con 200 ml de ácido al 1,25% y hervir el contenido suavemente por 30 minutos.
7. Poner una pequeña porción de asbesto en el fondo del crisol y filtrar la fibra.
8. 8. Lavar la fibra añadiendo agua destilada caliente hasta que la reacción alcalina a tornasol desaparezca.
9. Secar en una estufa el crisol con el contenido de fibra a 60 °C durante la noche.
10. Enfriar en un desecador y pesar.
11. Incinerar la fibra en mufla por 3 horas a 700 °C - 800 °C.
12. Enfriar en un desecador y pesar.
13. Reportar la pérdida de peso, equivalente a la fibra cruda.

Determinación de proteína (método de Kjeldahl)

Principio

El nitrógeno total se basa en la conversión del nitrógeno de las sustancias nitrogenadas en amonio, hirviéndolas en ácido sulfúrico concentrado. El material orgánico se oxida a dióxido carbónico y agua, el ácido sulfúrico se convierte en ácido dióxido sulfúrico y el nitrógeno se fija bajo la forma de sulfato de amonio.

La cantidad de sulfato de amonio se determina agregando un exceso de hidróxido de sodio; el amonio puesto en libertad se recoge por destilación en ácido bórico, con un indicador. El borato de amonio que se forma es titulado con un ácido estandarizado (Acido sulfúrico 0.1N)

Nitrógeno proteína: Por el método de Kjeldahl se mide la cantidad total de nitrógeno que contiene las muestras y luego se multiplica el resultado por el factor 6,25, esto nos da la cantidad de proteína bruta. Dicho factor resulta de que las proteínas tienen como promedio 16% de nitrógeno, por lo tanto, $100:16 = 6,25$; factor que se usa para convertir a proteína el nitrógeno de la mayoría de las plantas.

La leche contiene un 15,7% de nitrógeno como promedio y el factor que se usa para cambiar el nitrógeno a contenido proteico es de 6,38.

Procedimiento

- Digestión
 1. Pesar 0,3 gr de muestra y colocarla en el tubo para digestión.
 2. Adicionar una pastilla de mezcla catalizadora y 6 ml de ácido sulfúrico concentrado.
 3. Ingerir la materia orgánica hasta cuando el digesto tenga el aspecto de un líquido transparente.
- Destilación
 1. Disolver la muestra digerida en 25 ml de agua.
 2. Colocar en el extremo del condensador el matraz de Erlenmeyer conteniendo 25 ml de ácido bórico al 3%.
 3. Adicionar al tubo con el digesto 25 ml de hidróxido de sodio.
 4. Destilar durante 4 minutos.
 5. El amoníaco se recibe en la solución de ácido bórico.
- Titulación y cálculos
 1. El destilado bajo la forma de borato de amonio se titula con ácido sulfúrico 0,1N, previamente se adiciona 3 gotas del indicador.
 2. El viraje del indicador de verde a violeta indica el término de la titulación.
 3. Anotar el gasto de ácido sulfúrico.
- Cálculos

Porcentaje de proteína = $\text{gasto} \times 14 \times 0,1 \times 6,25 \text{ muestra problema} \times 10$

Donde,

- 14: Peso molecular del nitrógeno,
- 0,1: Normalidad del ácido sulfúrico,
- 6,25: Factor de conversión de nitrógeno a proteínas.

Determinación de cenizas

Principio

- El material se incinera a 700°C para quemar todo el material orgánico.
- El material inorgánico que no se destruye a esta temperatura constituye las cenizas.

Determinación del extracto libre de nitrógeno (ELN)

El componente principal de ELN son azúcares y almidones, en general carbohidratos solubles de origen vegetal o animal que incluye también todos los materiales orgánicos no fibrosos, insolubles en éter y solubles en agua.

Cuando se determina por diferencia, la cifra de ELN está sujeta a un error apreciable pero variable que puede ser tan grande como la suma algebraica de cualquier error analítico o de muestreo cometido al determinar por análisis directo cada una de las otras fracciones.

Cálculos

Por diferencia en base seca,

$\text{ELN} = 100 - (\text{porcentaje de proteína} + \text{porcentaje de est. etéreo} + \text{porcentaje de fibra cruda} + \text{porcentaje de ceniza})$

Comentario

El análisis de Weende o análisis inmediato es la base para la descripción de los alimentos que se dan en las tablas de composición de alimentos.

En la **tabla 4.8** se presenta un modelo de planilla para registrar los datos analíticos.

La **tabla 4.9** pone claramente de manifiesto que el análisis de Weende no describe a los nutrientes individualmente. Cuando esto sea necesario hay que usar algún método analítico específico. Pero a pesar de las limitaciones, la mayor objeción es a la determinación de fibra cruda que se considera altamente empírica, el análisis de Weende es una guía útil para la descripción química cotidiana de los alimentos, tejidos orgánicos y excretas de interés en cálculos tales como la determinación de la digestibilidad y la utilización de los alimentos y el establecimiento de estándares de alimentación para todas las especies animales.

Tabla 4.8 Modelo de planilla

Universidad Nacional Mayor De San Marcos
Facultad de Medicina Veterinaria
Laboratorio de nutrición

Análisis No.....

Muestra.....

Permitida por.....

Procedencia.....

Fecha de:

A. Admisión

B. Entrega de resultados

Observaciones:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Tabla 4.8 Modelo de ficha de resultados de análisis de Weende

Humedad Muestrag	Cápsula.....g Cápsula + muestra.....g Cápsula +m. desc.....g Humedad.....g		
Proteína Muestra.....g	H ₂ SO ₄ 0,1Nml H ₂ SO ₄ 0,1N.....ml proteína.....ml		
Ext. etéreo Muestrag	Matraz + Grasa.....gr Matraz.....gr Grasa.....gr		
Fibra cruda Muestra.....g	Cruc+M:dsec.....g Cruc + Cenizas.....g Fibra cruda.....g		
Cenizas Muestrag	Crisol +Incineración.....g Crisol.....g Cenizas.....g		
Extracto no nitrogenado			

5

**MANEJO DE
PRADERAS
ALTOANDINAS**

MANEJO DE PRADERAS ALTOANDINAS

Francisco Franco, Danilo Pezo (Ivita-UNMSM)

La alimentación de los camélidos sudamericanos depende exclusivamente de los pastos naturales. Sin embargo, el pastoreo que se ha practicado desde la época de la colonia no ha sido, por varias razones (sistema de explotación, intensidad de pastoreo, edafoclima, etc.), el más adecuado.

La acción de la naturaleza y del hombre, mediante una explotación constante con tecnología de altos y bajos insumos, incide directamente en la composición y presencia botánica de las especies forrajeras. Si tomamos conciencia y realizamos las acciones adecuadas para conservar nuestras praderas, teniendo en cuenta que será un trabajo duro y a largo plazo; podemos lograr que las praderas sean fuentes inagotables de alimentación para nuestros camélidos y de esta forma podremos contribuir al desarrollo de los pobladores altoandinos

CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS PRATENSES

Las forrajeras pratenses, forman pasturas permanentes bajo la acción o la presión de un pastoreo constante, especialmente aquellas gramíneas y leguminosas que tienen las características de rebrotar después de haber sido cortadas en repetidas ocasiones.

Voising (1963), citado por Astorga (1995), señala que "una planta pratense es aquella capaz de almacenar en sus raíces y en la base de sus tallos las reservas necesarias para poder rebrotar, después de haber sufrido varias veces, sucesivamente, el corte por el diente del animal o por el filo de una cuchilla".

A esta definición es necesario incorporar el concepto práctico de pisoteo, ya que una planta que no pueda interactuar con el animal no podría existir en un pastizal permanente en explotación. Las plantas pratenses, es decir, las gramíneas y leguminosas que forman pasturas permanentes o temporales, poseen esta cualidad a partir de sus propias características y su capacidad de respuesta al medio.

GRAMÍNEAS

Sistema radicular

De acuerdo a su sistema radical, las gramíneas tienen dos sistemas radiculares: (1) raíces embrionarias o primarias, que se desarrollan en el primordio radicular del embrión y (2) raíces adventicias o secundarias, que se originan en los nudos inferiores del tallo joven. Las raíces del primer sistema mueren rápidamente, pocos meses después de la germinación, desarrollándose las adventicias que son renovadas constantemente a partir de cada rebrote después del corte.

La capacidad de rebrote de una planta está dada por la propiedad que poseen algunos órganos del sistema radical de almacenar sustancias de reservas y de las sustancias almacenadas. Las reservas de carbohidratos en las gramíneas son fructosanos, azúcares y almidón. Las reservas son acumuladas no solamente en las partes subterráneas, sino también en las partes inferiores de los tallos.

Sistema foliar

El sistema foliar de las gramíneas, desde el punto de vista botánico, se compone de hojas (lámina, vaina, lígula), tallos huecos (erectos y rastreros: estoloníferos, rizomatosos) y el sistema reproductor (en espiguilla con flores sin sépalo ni pétalos), adopta básicamente tres formas: espiga (las espiguillas se insertan directamente sobre el tallo principal, como en el Rye grass), racimo (la inserción de las espiguillas al tallo es por un pedicelo, Poa) y panícula o panoja (las espiguillas están sobre ramificaciones del tallo principal, Dactilis o Festuca).

El comportamiento de la pastura bajo pastoreo está algunas veces determinado por la morfología del sistema foliar. Las características de las gramíneas que afectan su resistencia al pastoreo son:

Palatabilidad

Como consecuencia de la palatabilidad relativa, unas plantas son preferidas a otras y actúan excluyendo del pastoreo a las menos palatables. Como consecuencia de un sistema de pastoreo con sobrecarga o con defoliación frecuentes, ocurre que las plantas menos palatables se ven favorecidas y terminan por invadir el pastizal completo.

Altura de la yema apical

Cuando una gramínea es pastoreada, hace frente a la reducción de tejidos fotosintéticos, normalmente a través de la formación de nuevas hojas desde la yema apical. Cuando la yema apical es alta (por encima de 10 cm) resulta removida por el pastoreo. La formación de nuevas hojas y de tejido fotosintético, en general, no puede ser alcanzado sin la producción de nuevos vástagos, lo que supone una carga pesada para la reserva de la planta y una demora en la restitución del tejido fotosintético. Incluso plantas cuyo punto de crecimiento esté a una altura de 2,5 cm se pueden ver afectadas con un pastoreo severo.

Número de nudos basales

El número elevado de nudos basales capacita mejor a la planta para la emisión de nuevos tallos, cuando los viejos han sido destruidos por el ganado. Las yemas de los nudos basales son mantenidas latentes por sustancias de crecimiento producidas por la yema apical y se ven activadas al ser removidas por el ganado u otras causas.

Producción de estolones y rizomas

Cualidades que poseen algunas gramíneas y que confieren a estas una gran resistencia al pastoreo, especialmente por su capacidad de macollamiento y de generar un número de puntos de crecimiento no removidos por el pastoreo.

Nivel de reservas

Toda la formación de hojas o tallos depende parcialmente de las reservas almacenadas, una mayor o menor cantidad de estas tendrán importancia en la resistencia.

LEGUMINOSAS

Sistema radicular

La familia de las leguminosas, de origen tropical en su mayoría, es la segunda en importancia en la agricultura mundial. Son hierbas o arbustos (también árboles o trepadoras) con raíces casi siempre con nudosidades provocadas por simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Rhizobium*, hojas generalmente alternas, compuestas con estípulas.

El sistema radicular de las leguminosas es menos especializado que el de las gramíneas y sus raíces primarias tiene una mayor importancia. El sistema de raíces primarias se desarrolla notablemente y cumple sus funciones durante toda la vida. Con frecuencia esta raíz primaria o pivotante predomina sobre las ramificaciones y penetra profundamente.

Sistema foliar

Mientras que las gramíneas están constituidas por plantas de tallo herbáceo, en las leguminosas no ocurre lo mismo ya que se pueden encontrar plantas con pequeños tallos de apenas 4 a 5 cm de altura, hasta plantas de tallos leñosos que pueden llegar a ser grandes árboles. Las flores se disponen mayormente en racimo (arvejas, alfalfa, retama) y en capítulo (trébol blanco y rojo).

Dinámica del rebrote

Cualquier nuevo crecimiento de las plantas pratenses se produce siempre a expensas de las sustancias orgánicas previamente elaboradas. Estas sustancias han sido almacenadas antes en las raíces y en las partes bajas aéreas.

Curva de crecimiento después del rebrote

Con el objetivo de organizar un sistema de manejo que tenga en cuenta las características biológicas del rebrote, es necesario conocer la forma en que se manifiesta. El crecimiento de una planta pratense después del rebrote se produce en forma sigmoideal. En consecuencia, se puede apreciar que el crecimiento tiene tres momentos diferentes después del rebrote:

Primer periodo de crecimiento lento

Después de haber sufrido una defoliación, por un corte o pastoreo, el crecimiento se produce a expensas de sustancias de reserva que se almacenaron en las raíces de la planta pratense o en la base de sus tallos. Sin embargo, además de las reservas, tienen que participar algunas hormonas que estimulan todo el proceso del rebrote, el que debe ocurrir con el desdoblamiento y síntesis de compuestos utilizando energía que se produce a partir de las sustancias de reserva. Estas sustancias hormonales y de reservas se encuentran en las raíces y en la parte verde que queda después del corte, aspecto a tener en cuenta al momento de realizar el corte.

Crecimiento rápido intensificado

Es la etapa de crecimiento más importante porque supone que las reservas gastadas ya han sido acumuladas de nuevo y que la planta se encuentra realizando, a plena capacidad, su labor como componente productor del pastizal, fotosintetizando a partir de la energía solar, de acuerdo con la eficiencia propia de cada especie y de acuerdo con las condiciones del medio, humedad y fertilidad del suelo.

Periodo de crecimiento lento final

Este periodo ocurre con la maduración de la planta. Es entonces cuando por diversas causas, entre las que se puede señalar la fructificación y la lignificación, la etapa en que la energía que la planta ha captado no se convierte en biomasa útil para el animal y en el que el manejo del pastizal puede hacerse antieconómico. En este periodo, la senescencia y caída de hojas muertas se puede relacionar con la disminución de la productividad del pastizal.

DORMANCIA

Existe una escala de 1 a 12 para medir la dormancia de los pastos. Donde 1 representa dormancia alta y 12 sin dormancia; con la atingencia que todavía no se han encontrado plantas con índices de dormancia de 1 o 12.

Como ejemplos se tiene que las variedades de alfalfa Ranger, Joya I y Joya II tienen dormancia 4, quiere decir que resisten al frío, pero su velocidad de rebrote es menor. La alfalfa WL 325 es de dormancia 5, ideal para valles interandinos. En caso de las variedades Prince, Moapa 69, CUP 101, poseen dormancias que están entre 8 y 9, quiere decir que su resistencia al frío es menor, pero su velocidad de rebrote es mayor.

CLASIFICACIÓN DE LAS PRADERAS

Bofedales

Pradera permanentemente húmeda, suelos hidromorfos, poco drenados, con pastos y hierbas suculentas y de potencial productivo elevado.

Su composición botánica varía según altitud, cantidad, calidad y persistencia de agua. La producción forrajera es continua, mantienen una carga animal apreciable, principalmente alpacas (4/ha). Las especies representativas son: *Distichia muscoides*, *Oxichloe andina*, *Plantago tubulosa*, *Carex sp.*, *Ranunculus sp.*, *Calamagrostis sp.*, *Poa sp.* y *Juncus sp.*



Fig. 5.1 Bofedal

Ttorales

Vegetación lacustre de orillas de lagos, lagunas y ríos, que es consumida directamente por el ganado vacuno en aguas superficiales o cosechadas en botes, en aguas más profundas, para su posterior utilización por el ganado. Las especies más características son la totora (*Schoenoplectus totora*), totorilla (*Scirpus rigidus*), llachu (*Miriophyllum elatinoides*) y kemillo (*Eleocharis albibracteata*).

Chilliguares

Pradera graminoide de buen potencial, en tierras de escasa pendiente, pH neutro y suelos francos a franco arcillosos. Con la incorporación de riego suplementario multiplica significativamente su rendimiento del forraje. La fitomasa forrajera de esta comunidad vegetal mélica es dominada por la gramínea *Festuca dolichophylla*, especie pratense apetecida por el ganado, de características forrajeras sobresalientes. Otras especies presentes en el chilliguar, y de valor forrajero, son el chiji (*Muhlenbergia fastigiata*), sillo sillo (*Alchemilla pinnata*) y layu (*Trifolium amabile*).

Pajonales de iru ichu

Graminetums abiertos dominados por *Festuca orthophylla* (iru ichu o paja brava), pasto macollador que desarrolla sobre suelos pobres, sueltos y bien drenados. De bajo potencial de producción, es frecuentemente quemado. Cubre grandes extensiones en el desierto altiplánico concurrido por llamas. Otras plantas en este tipo de pradera son la gramínea anual llapa (*Bouteloa simplex*), llapa orko (*Muhlenbergia peruviana*), kora (*Malvastrum sp.*) y en menor cantidad *Stipa* y *Calamagrostis*.

Pajonales de ichu

Tipo de pradera caracterizada por la presencia de *Stipa ichu*, gramínea erecta, tufosa, de hojas duras, valor forrajero bajo y resistente a la quema. Invade rápidamente áreas agrícolas y de pastos introducidos. Consumida preferentemente en estado tierno y en cualquier estado en épocas de crisis de forrajes, como las sequías endémicas.

Otras plantas frecuentes en este tipo de pastizales son las anuales *Festuca rigida*, *Bouteloua* y *Muhlenbergia*; geranáceas como *Geranium sessiliflorum*, *Erodium cicutarium*, *Bidens andicola*, *Hypochoeris taraxacoides*, la gramínea *Aristida aplundii*, etc. En áreas degradadas de este tipo de pradera son frecuentes los arbustos de *Tetraglochin cristatus*, canlli (*Margaricarpus pinnatus*), *Adesmia* sp. y *Astragalus garbancillo*.

Tholares

Cubren extensas áreas en los desiertos altiplánicos de Perú. Forman varias clases de pradera, con cambios relativos en su composición botánica. También se ubican en laderas, pies de serranía y terrazas altas. La especie dominante y típica en este tipo de praderas es el arbusto *Parastrephia lepidophylla*. Se encuentra asociado con otros arbustos de los géneros *Baccharis*, *Chuquiraga*, *Adesmia*, *Senecio*, *Tetraglochin*, *Frankenia*, entre otros. Se dan también asociaciones con gramíneas de los géneros *Stipa*, *Festuca* y *Calamagrostis*; algunas hierbas anuales y cactáceas están también representadas.

Gramadal

Pradera de gramíneas bajas que habitan en suelos de origen sedimentario o de antiguos lechos lacustres. Este tipo de pradera se caracteriza por presentar una composición florística particular de gramíneas bajas, estoloníferas, de las especies *Distichlis humilis* (chiji blanco) y *Muhlenbergia fastigiata* (chiji negro).

Todas estas especies forman un recurso forrajero importante para la ganadería ovina predominante en el área. También conforman las forrajeras *Hordeum* sp. y *Bromus unioloides*, ambas de excelente valor nutritivo e interesantes para trabajos de resiembra.

Bosques de Queuña polylepis

De importancia desde el punto de vista forrajero por el estrato herbáceo que crece debajo y entre los pocos cinturones que forman estas plantas altoandinas. Las especies forrajeras que destacan son *Stipas*, *Senecio alticola*, *Ephedra americana*, entre otras.



Fig. 5.2 Gramadal

MANEJO DE PASTOS

Morfología y fisiología de las plantas con relación al manejo de pastos

Las plantas capturan y convierten la energía solar en energía vegetal a través de la fotosíntesis, convirtiendo el CO₂ de la atmósfera en glucosa al mismo tiempo. La cosecha de los pastos por los animales trastorna las funciones normales de la planta por disminución del área foliar que repercute en la capacidad de la planta para manufacturar carbohidrato. Cuando la disminución de esta área foliar es alrededor de 50%, automáticamente existe una completa paralización del crecimiento radicular de la planta.

Los carbohidratos producidos a partir de la fotosíntesis, juegan un rol importante en el pastoreo. Estos carbohidratos deben ser trasladados de las hojas a la raíz de la planta y posteriormente acumulados en la corona basal y las raíces. Cuanto mayor acumulación de estos carbohidratos por la planta, mayor oportunidad tendrán de rebrotar después del periodo de dormancia anual.

En nuestro país existen dos periodos críticos en la acumulación de alimentos por la plantas, el primero antes que entren al periodo de dormancia, que coinciden con los últimos meses de la época lluviosa (marzo a abril). En este periodo la planta necesita acumular la mayor cantidad posible de carbohidratos con el objetivo de rebrotar vigorosamente después de la dormancia, ya que su rebrote dependerá única y exclusivamente de la reserva en las raíces y corona basal. Una vez que la planta desarrolle el número necesario de hojas maduras (3 a 4), podrá comenzar a sintetizar sus alimentos nuevamente.

El segundo periodo crítico corresponde al rebrote (setiembre

a octubre), momento en el que la planta tiene pocas hojas a plenitud capaces de manufacturar carbohidratos. En este momento es necesario mantener las primeras hojas hasta que estas puedan manufacturar y trastocar estos carbohidratos a las yemas, brote, hojas nuevas y finalmente acumularlos en las raíces y corona basal.

También es necesario indicar que los pastos se encuentran en un estado de latencia durante el periodo seco (mayo a noviembre). Durante este periodo no importa el grado de pastoreo que se pueda aplicar a la pradera, ya que no existe más crecimiento y las reservas están acumuladas bajo tierra. El daño infringido a la pradera será mínimo.

Principios generales del manejo de praderas

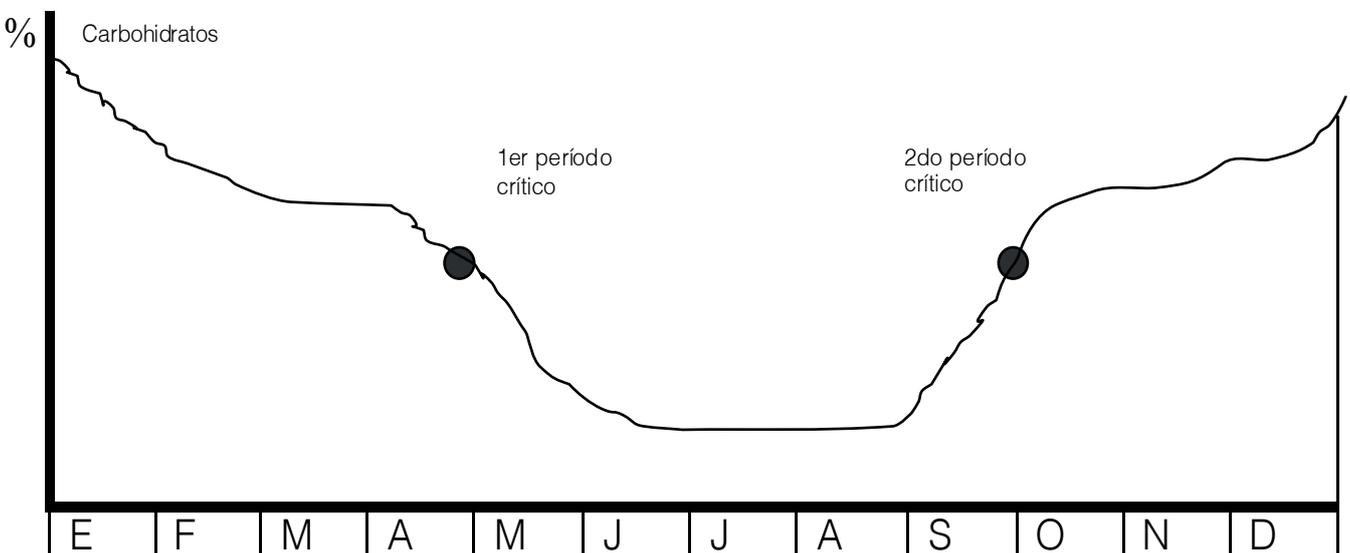
Adecuado número por animales por unidad de superficie

Como indicadores tenemos el cambio en la composición botánica, pues existen indicadores de sobrecarga como la aparición de la *Festuca orthophylla*, *Astragalus garbancillo*, *Opuntia floccosa* y *Margaricarpus pinnatus*.

La condición del animal también es un indicador del estado de manejo de las praderas naturales, así cuando existe competencia entre animales por la alimentación, comienzan a aparecer animales flacos, que son un detrimento de la producción. Otro indicador útil es la aparición de signos de erosión en el suelo, reconocidos con facilidad por un ganadero con experiencia.

Un aspecto que se conoce poco y probablemente servirá para determinar el adecuado manejo de nuestros pastizales es el juzgamiento de la condición física del fundo, para lo cual es necesario comparar el porcentaje esperado de la composición clímax contribuido por cada especie a la composición actual.

Figura 5.3 Periodos críticos de acumulación de alimentos en plantas forrajeras



La **tabla 5.1** presenta un ejemplo para determinar la condición física del fundo.

Tabla 5.1 Ejemplo de condición física del fundo para evaluación de pradera

ESPECIE	COMPOSICIÓN ACTUAL	COMPOSICIÓN CLÍMAX (W)
<i>Festuca dolichophylla</i>	30	25
<i>Festuca rigida</i>	5	5
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	15	5
<i>Stipa brachyphylla</i>	10	7
<i>Carex sp.</i>	12	10
<i>Alchimilla pinnata</i>	8	2
<i>Tritolium amabile</i>	T	0
<i>Plantago tubulosa</i>	5	5
<i>Werneria pygmaea</i>	5	5
<i>Eleocharis albibracteata</i>	10	5
	100 %	69 % condición buena

Tabla 5.2 Condición de clase

CLÍMAX	CONDICIÓN
0-25%	Pobre
25-50%	Regular
50-75%	Buena
75-100%	Excelente

Uso del tipo o clase apropiado de animal

El forraje disponible en el fundo será en última instancia el indicador que decida el tipo de animal a pastorear. La experiencia indica que una mezcla adecuada de animales es la que mejores resultados da para la mejor utilización de potreros.

Pastoreo durante la época correcta del año

Bajo las condiciones del altiplano existen dos épocas bien marcadas, la época de lluvias y la época de secano. Tradicionalmente en las comunidades alpaqueras se estila pastorear los animales en las partes altas durante la época de lluvias, trasladando dichos animales a las partes bajas durante la época de secas, siendo este un sistema de pastoreo común apropiado, para las condiciones de la sierra del sur del Perú.

También es una práctica común en algunas comunidades alpaqueras pastorear las praderas durante todo el año, práctica no recomendable para un adecuado manejo de pastizales naturales.



Fig. 5.4 Pastoreo en época seca

Distribución adecuada

Popularmente se cree que el número de animales es el único factor para el sobrepastoreo. Sin embargo, la mala distribución del ganado puede conducir al sobrepastoreo también. El ganado utiliza inicialmente los pastos de valles, mientras que lugares cercanos a pozos de aguas y riachuelos no son aprovechados adecuadamente. Se puede mejorar el aprovechamiento de estos pastos utilizando cercas, pozos de agua, fertilizantes, uso de fuego, cambio de especies animales, etc.



Fig. 5.5 Método de transecto al paso

Secuencia

1. Ubicarse en un lugar estratégico para delimitar el sitio o los sitios que se determinarán en el fundo en estudio.
2. Ubicar la mejor zona del lugar. La tabla 5.3 presenta una relación de las mejores especies forrajeras, de las que se determinarán su vigor (promedio de altura o crecimiento de la planta) para comparar con las que se encuentren durante el estudio.
3. Determinar la disponibilidad del agua considerando como:
 - Buena: cuando el animal debe recorrer hasta 1.500m de distancia para obtener agua.
 - Regular: de 1.500 a 3.000 m.
 - Mala: cuando es mayor de 3.000 m.
4. Contando con el formato confeccionado, se puede iniciar el trazado de transectos que constan de 100 pasos dobles, en los que en cada paso doble se identifica una especie, un espacio desnudo, una roca o agua que coincide con una muesca en el zapato con el cual se ha iniciado el transecto o también con un anillo censador.

Los datos encontrados luego de realizar los transectos se deben anotar en el formato y al final de trabajo de campo se suman los toques en cada columna, que deben resultar en 100. Para cada especie se sumarán todos los toques de los 3 transectos, se dividirá el resultado entre 3 y tendremos el porcentaje existente en esta especie o elemento en el lugar evaluado.

Tabla 5.3 Formato de evaluación de pastizales (I)

	ESPECIE	ALPACA
Asteraceae	<i>Baccharis incarum</i>	ND
	<i>Baccharis sp.</i>	ND
	<i>Parastrephia lepidophylla</i>	ND
	<i>Parastrephia lucida</i>	ND
	<i>Tagetes pusilla</i>	PD
	<i>Taraxacum officinalis</i>	ND
Cactácea	<i>Opuntia flocosa</i>	ND
Caryophyllácea	<i>Cerastium vulgatum</i>	PD
	<i>Pycnophyllum glomeratum</i>	ND
Cyperaceae	<i>Carex hysipedos</i>	D
	<i>Carex ecuadorica</i>	D
	<i>Carex sp.</i>	D
	<i>Eleocharis albibracteata</i>	D
	<i>Scirpus rigidus</i>	D

	ESPECIE	ALPACA
Compositae	<i>Aster sp.</i>	D
	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	D
	<i>Hypochoeris stenocephala</i>	D
	<i>Hypochoeris sp.</i>	D
	<i>Gnaphalium capitatum</i>	D
	<i>Liabium ovatum</i>	PD
	<i>Lucilia aretioides</i>	PD
	<i>Perezia sp.</i>	PD
	<i>Vasquezia titicacaensis</i>	ND
	<i>Werneria sp.</i>	PD
Crucífera	<i>Capsella bursa pastoris</i>	PD
	<i>Lepidium chichicara</i>	PD
Gentianácea	<i>Genciana postrata</i>	D
Geraniácea	<i>Geranium sessiliflorum</i>	D
	<i>Geranium sp.</i>	D
	<i>Geranium stadforanium</i>	PD
Gramineae	<i>Aciachne pulvinata</i>	PD
	<i>Agrostis breviculmis</i>	D
	<i>Agrostis tolucensis</i>	-
	<i>Bouteloa simplex</i>	PD
	<i>Bromus lanatus</i>	D
	<i>Bromus catharticus</i>	D
	<i>Bromus uniolooides</i>	D
	<i>Calamagrostis amoena</i>	PD
	<i>Calamagrostis antoniana</i>	PD
	<i>Calamagrostis minima</i>	PD
	<i>Calamagrostis rigescens</i>	PD
	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	PD
	<i>Dissanthelium macusaniense</i>	-
	<i>Dissanthelium minimun</i>	D
	<i>Dissanthelium peruvianum</i>	D
	<i>Distichlis humilis</i>	D
	<i>Eragrostis sp.</i>	PD
	<i>Festuca dolichophylla</i>	-
	<i>Festuca ortophylla</i>	PD
	<i>Festuca rigescens</i>	PD
	<i>Festuca rigida</i>	PD
	<i>Muhlenbergia ligularis</i>	D
	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	D
	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	PD
	<i>Nasella pubiflora</i>	D
	<i>Paspalum pigmaeum</i>	D
	<i>Poa annua</i>	D
	<i>Poa chamaeclinos</i>	-
	<i>Poa candamoana</i>	D
	<i>Poa gilgiana</i>	D
	<i>Poa gymnantha</i>	D
	<i>Polipogon elongatus</i>	D

	ESPECIE	ALPACA
	<i>Stipa brachiphylla</i>	D
	<i>Stipa ichu</i>	PD
	<i>Stipa mexicana</i>	D
	<i>Stipa mucronata</i>	PD
	<i>Stipa obtusa</i>	PD
	<i>Trisetum spicatum</i>	D
		D
<i>Halorragidácea</i>	<i>Miriophyllum elatinoides</i>	D
	<i>Miriophyllum sp.</i>	D
<i>Hydrocharitácea</i>	<i>Elodea potamogeton</i>	D
<i>Isoetácea</i>	<i>Estilitis andicola</i>	D
<i>Juncaceae</i>	<i>Distichia muscoides</i>	D
	<i>Distichia sp.</i>	D
	<i>Juncus sp.</i>	D
	<i>Luzula peruviana</i>	D
	<i>Oxychloe andina</i>	ND
<i>Leguminoseae</i>	<i>Astragalus sp.</i>	ND
	<i>Astragalus garbacillo</i>	ND
	<i>Trifolium amabile</i>	D
<i>Malvaceae</i>	<i>Nototriche longirostris</i>	PD
	<i>Nototriche pinnata</i>	D
	<i>Tarasa tenella</i>	PD
<i>Oenoterácea</i>	<i>Oenothera sp.</i>	PD
<i>Oxalidácea</i>	<i>Oxalis sp.</i>	PD
<i>Plantaginácea</i>	<i>Plantado tubulosa</i>	PD
<i>Ranunculácea</i>	<i>Ranunculus sp.</i>	PD
<i>Rosaceae</i>	<i>Alchemilla pinnata</i>	D
	<i>Alchemilla diplophylla</i>	D
	<i>Alchemilla erodifolia</i>	D
	<i>Margiricarpus pinnatus</i>	ND
<i>Umbelífera</i>	<i>Azorella compacta</i>	ND
	<i>Azorella diapensoides</i>	ND
	<i>Azorella sp.</i>	ND
	<i>Azorella yareta</i>	ND
	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	PD
<i>Valerinácea</i>	<i>Valeriana radicata</i>	PD

Tabla 5.4 Formato de evaluación de pastizales (II)

Fundo.....

Piso altitudinal.....

Extensión.....

Precipitación

T° máx.....T° mín.....

Evaluador.....

Fecha.....

	TRANS 1	TRANS 2	TRANS 3	TRANS 4
Decrecientes				
Acrecentantes				
Invasoras				
Desnudo				
Roca				
Pavimento				
Agua				
Total				

Tabla 5.5 Relación de especies nativas indicadoras de vigor

ESPECIE		ALPACAS	OVINOS
<i>Agrostis breviculmis</i> **	(A)	10	10
<i>Alchemilla pinnata</i>	(B)	6	6
<i>Disanthelium minimum</i>	(C)	6	8
<i>Distichia muscoide</i>	(D)	6	-
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	(E)	10	10
<i>Poa candamoana</i>	(F)	15	15
<i>Stipa brachiphylla</i>	(G)	15	15
<i>Stipa mexicana</i>	(H)	15	15
Vacunos			
<i>Festuca dolichophylla</i> *			100

Nota

*La altura se da en cm. Considerando los valores mostrados como 100%, en base a dicho valor se obtendrá el porcentaje de vigor.

**Para determinar el vigor de las plantas se utiliza la relación de especies anotadas al inicio de la evaluación, estas especies se consideran 100% de vigor en el fundo, en cada lugar transeccionado se toman medidas de crecimiento de las mejores especies (decrecientes). Por cada especie se elegirán 10 individuos cuyos datos son promediados. Como en el siguiente ejemplo:

Chilligua (*Festuca dolichophylla*)

Individuos: 1,05; 1,07; 1,03; 0,95; 1,10; 1,08; 1,05; 1,06; 1,11; 1,04

Suma: 10,54

Promedio: 1,054

Crespillo (*Calamagrostis amoena*)

Individuos: 0,67; 0,54; 0,88; 0,44; 0,57; 0,92; 0,83; 0,38; 0,57; 0,65

Suma: 6,45

Promedio: 0,645

Chilligua dura (*Festuca rigida*)

Individuos: 1,15; 1,19; 1,00; 1,07; 1,21; 1,00; 0,93; 0,91; 0,81; 1,01

Suma: 10,28

Promedio: 1,028

Los datos de estas mismas especies en el mejor lugar del fundo son:

Chilligua: 1,31

Crespillo: 0,81

Chilligua dura: 1,11

Para determinar el porcentaje de vigor de las plantas censadas respecto a las mejores, se hace una regla de tres simple:

Chilligua:

Si $1,31 \cdot 100\%$, $1,054 \cdot x$. Donde x : 80,46%

Crespillo:

Si $0,81 \cdot 100\%$, $0,645 \cdot x$. Donde x : 79,063%

Chilligua dura:

Si $1,11 \cdot 100\%$, $1,28 \cdot x$. Donde x : 92,6%

Los datos obtenidos se suman y el resultado se divide entre tres (número de especies) y se comparan con los datos de la tabla de vigor.

Tabla 5.6 Carga animal recomendable para diferentes condiciones de pastizales nativos

CONDICIÓN	OVINOS (0,2 UA)	ALPACAS (0,2 UA)	LLAMAS (0,3 UA)	VACUNOS (1 UA)
Excelente	4	4	3	1
Bueno	3	3	2,25	0,75
Regular	1,5	1,5	1,13	0,38
Pobre	0,5	0,5	0,38	0,13
Muy pobre	0,25	0,25	0,19	0,07

Tabla 5.7 Composición de especies decrecientes (D). Calidad

PORCENTAJE DE ESPECIES DECRECIENTES	PUNTAJE (0,5/PUNTO)
70 a 100	35 - 50
40 a 69	20 - 34,5
25 a 39	12,5 - 19,5
10 a 24	5,8 - 12
0 a 9	0 - 4,5

Tabla 5.8 Índice forrajero (IF). Cantidad

PORCENTAJE DE ÍNDICE FORRAJERO	PUNTAJE (0,2/PUNTO)
90 a 100	18 - 20
70 a 89	14 - 17,8
50 a 69	10 - 13,8
40 a 49	8 - 9,8
Menos de 40	0 - 7,8

Tabla 5.9 Suelo desnudo, roca y pavimento de erosión

PORCENTAJE DE ÍNDICE DE EROSIÓN, ROCAS Y PAVIMENTO	PUNTAJE (0,2/PUNTO)
10 a 0	18 - 20
30 a 11	14 - 17,8
50 a 31	10 - 13,8
60 a 51	8 - 9,8
Más de 60	0 - 7,8

Tabla 5.10 Índice de vigor

PORCENTAJE DE ÍNDICE DE VIGOR	PUNTAJE (0,1/PUNTO)
80 a 100	8 – 10
60 a 79	6 – 7,9
45 a 59	4 – 5,9
20 a 39	2 – 3,9
Menos de 20	0 – 1,9

Tabla 5.11 Determinación de la condición del pastizal

PUNTAJE TOTAL	CONDICIÓN DE PASTIZAL
79 a 100	Excelente
54 a 78	Bueno
37 a 53	Regular
23 a 36	Pobre
0 a 22	Muy pobre

Determinación de la condición del pastizal

Es recomendable efectuar esta evaluación en la época de lluvias. En sitios homogéneos se puede planificar la ubicación de los transectos (figura 5.7), donde cada transecto se compone de 100 observaciones (Flores 1993) y se registran la presencia de especies vegetales así como de mantillo, roca, pavimento de erosión, musgo y suelo desnudo.

El número mínimo de transectos que debe realizarse para evaluar la condición de la pradera, cuando la vegetación es homogénea, es de 5 por cada 100 ha (Flores 2001). La determinación de la condición del pastizal, se realiza mediante la siguiente fórmula que considera la suma de puntajes de especies deseables, índice forrajero, índice BRP y vigor:

$$\text{Condición: } 0,5D + 0,2IF + 0,2(100-BRP) + 0,1V$$

Donde,

D: porcentaje de especies deseables

IF: índice forrajero (porcentaje de deseables + porcentaje de especies poco deseables)

BRP: suelo desnudo, roca y pavimento de erosión

V: vigor

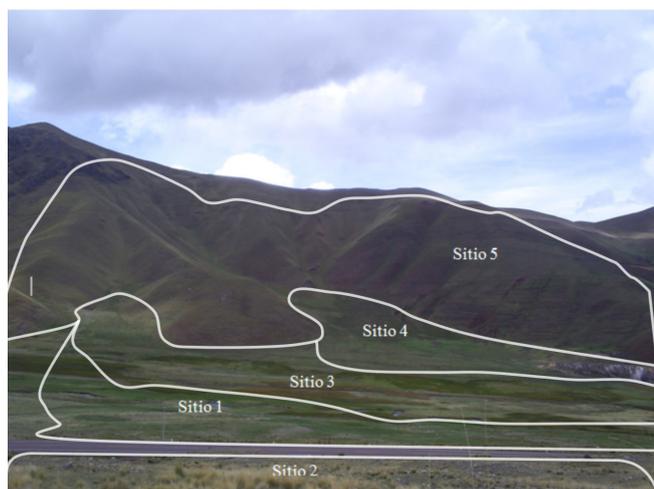


Fig. 5.6 Determinación de sitios para planificar los transectos

Tabla 5.12 Formato para determinar la condición de la pradera

Transección lineal

Lugar:

Propietario:

Comunidad: Altura:

Transecto #: Fecha:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Leyenda:

M: mantillo

B: suelo desnudo

R: roca

P: pavimento de erosión

L: musgos

Altura deseable

Figura 5.7 Ejemplo de transecto y aplicación de fórmula para determinar condición y carga animal recomendable

TRANSECCIÓN LINEAL

LUGAR: Cen. Tra 1 PROPIETARIO: Juan Quispe

COMUNIDAD: Manayllakuzilli ALTITUD:

TRANSECTO N°: 81 FECHA: 15 de mayo de 2028

Pacu	Pesqe	Pilli	L	Pesqe	M	Pilli	Totorilla	B	R
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Llapha pasto	Pacu	Pesqe	Llapha pasto	Gram. dulce	Pesqe	R	Pilli	Totorilla	P
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Chilligua	M	Sillu sillu	Pacu	Gram. dulce	Pilli	Uma sutu	Pacu	Uma sutu	Crespillo
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P	Uma sutu	Crespillo	M	Pesqe	Totorilla	Waraqo	Pesqe	B	Crespillo
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Uma sutu	Pesqe	Pacu	B	Pilli	Pesqe	R	libro libro	Waraqo	B
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
M	Gram. dulce	Pesqe	P	Pacu	Totorilla	Quisa	Uma sutu	libro libro	Pacu
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
B	L	Chilligua	Gram. dulce	Pesqe	L	Chilligua	Pesqe	Chilligua	M
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Pesqe	Pacu	P	Pacu	R	Pesqe	B	Pacu	P	B
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Gram. dulce	L	Pacu	Totorilla	M	Pilli	Wapha pasto	Pesqe	Pilli	R
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
R	M	Sillu sillu	Pacu	P	B	Pacu	Sillu sillu	Pesqe	Pacu
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

M	Mantillo	P	Pavimento de erosión
B	Suelo desnudo	L	Musgos
R	Roca		

ALTURA DESEABLE <i>Chilligua</i>			
30	41	42	18
35	28	37	
42	31	19	$\bar{x} = 32.5$ cm

ALTURA DESEABLE <i>Sillu sillu</i>			
5	2	4	7
4	4	5	
3	3	2	$\bar{x} = 3.9$ cm

Tabla 5.14 Porcentajes de tipos de especies, figura 7

TIPO	%
Deseables	21
Poco deseables	16
Indeseables	32
BRP	20
L + M	11
Total	100

Tabla 5.13 Resumen del transecto de la figura 7

DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES	%	DESEABILIDAD
Pacu	14	14	I
Pesqe	15	15	I
Pilli	7	7	D
Llapha pasto	3	3	PD
Totorilla	5	5	PD
Gram. dulce	5	5	D
Chilligua	4	4	D
Sillu sillu	3	3	D
Uma Sutu	5	5	PD
Crespillo	3	3	PD
Waraqo	2	2	I
Libro libro	2	2	D
Quisa	1	1	I
B	8	8	
R	6	6	
P	6	6	
L	4	4	
M	7	7	
Total	100	100	

De acuerdo a los datos de la figura 5.8 y la tablas 5.13 y 5.14, se puede establecer:

Vigor

Chilligua

Individuos: 30; 41; 42; 18; 35; 28; 37; 42; 31; 19

Suma: 323 cm

Promedio: 32,3 cm

Vigor de Chilligua: 76,9

Sillu sillu

Individuos: 5; 2; 4; 7; 4; 4; 5; 3; 3; 2

Suma: 39 cm

Promedio: 3,9 cm

Vigor de Sillu sillu: 66,3

Índice de especies deseables: 10,5

Índice forrajero: 7,4

Índice BRP: 16

Índice de vigor: 6,6

Puntaje: 40,5

Tabla 5.15 Especies deseables, poco deseables e indeseables

Especies deseables y poco deseables		
<i>Alchemilla pinnata</i>	<i>Distichia muscoides</i>	<i>Luzula peruviana</i>
<i>Carex ecuadorica</i>	<i>Hodeum muticum</i>	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	<i>Festuca dolichophylla</i>	<i>Festuca rigescens</i>
<i>Calamagrostis rigescens</i>	<i>Calamagrostis ovata</i>	<i>Stipa ichu</i>
<i>Stipa obtusa</i>	<i>Poa candamoana</i>	<i>Poa perligulata</i>
<i>Carex sp.</i>	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	<i>Hypochoeris sp.</i>
<i>Liabum ovatum</i>	<i>Plantago sp.</i>	<i>Oenothera sp.</i>
<i>Werneria sp.</i>	<i>Taraxacum officinale</i>	<i>Geranium sessiflorum</i>
<i>Trifolium amabile</i>	<i>Eleocharis albibracteata</i>	<i>Lepidium chichara</i>
<i>Scirpus rigidus</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Lepechinia melleni</i>
<i>Axalis sp.</i>	<i>Gnaphalium sp.</i>	<i>Bidens andicola</i>
Especies indeseables		
<i>Astragalus sp.</i>	<i>Parastrephia sp.</i>	<i>Lupinis sp.</i>
<i>Puya cayarencis</i>	<i>Festuca orthophylla</i>	

6

**FIBRAS EN
CAMÉLIDOS
SUDAMERICANOS
DOMÉSTICOS**

FIBRAS EN CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS DOMÉSTICOS

Francisco Franco, Danilo Pezo (Ivita-UNMSM)

FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN DE FIBRA

Efectos hormonales sobre la producción de fibra

No existen hormonas con funciones de dirigir nutrientes a la piel (Adams *et al.* 2000), sin embargo, sí afectan el crecimiento de la lana a través de sus efectos en la síntesis proteica de todo el cuerpo o afectando el metabolismo de la proteína en otros tejidos. Se han reportado pequeños incrementos en la producción de lana en ovinos tratados con andrógenos (Southcott y Royal 1971, Hynd y James 1987) probablemente como resultado de un incremento en el alimento consumido (Adams *et al.* 2000).

La hormona del crecimiento incrementaría (Johnsson *et al.* 1985) o disminuiría (Wynn *et al.* 1988) el crecimiento de la lana, dependiendo del incremento del alimento consumido y de la desviación de los nutrientes a los tejidos que responden mejor a ella, como intestinos y músculos. La desviación de nutrientes es incluso más marcada con el B adrenérgico agonista cimaterol, que hace decrecer la producción de lana en 16% y el peso de la piel en 9%, mientras incrementa la proteína en la carcasa y disminuye la deposición de grasa (Fernessy *et al.* 1990).

En ovinos, las hormonas influyen el ciclo de desarrollo folicular de la fibra en la fase anágena (fase activa de desarrollo folicular o crecimiento), catágena (fase de transición) y telógena (fase de reposo), que ocurren como parte de un ciclo anual de muda. El impacto del ciclo folicular anual, coordinado por el fotoperiodo, varía entre razas. La raza Wiltshire Horn muda el vellón completo, la Raza Romney sufre fluctuaciones estacionales de cerca de 40% en el crecimiento de la lana, mientras que en la raza Merino los cambios son relativamente limitados (Adams *et al.* 2000).

La prolactina media el efecto del fotoperiodo por sincronización endógena de los ciclos foliculares, pero no conduce los eventos foliculares. Se ha observado que la manipulación farmacológica de prolactina no afecta el crecimiento de la lana (Wallace 1979), aun cuando los receptores de prolactina están ampliamente distribuidos en la papila dermal, vaina de la raíz interna y externa, matriz germinal, glándulas sebáceas y sudoríparas en ovinos (Adams *et al.* 2000) y en alpacas (Sosa 2006). Por último, en ovinos, un incremento en el cortisol causa pérdidas de células

del bulbo y de la vaina de la raíz, resultando en la muda de la fibra. Tratamientos prolongados con cortisol causan que la piel llegue a estar más delgada, con pérdida de colágeno de la dermis, reducción en el tamaño de las glándulas sebáceas y regresión de folículos (Adams *et al.* 2000).

En alpacas, no existen estudios del efecto de hormonas sobre el crecimiento de la fibra.

Influencia de raza, sexo y edad en la producción de fibra

Las razas Huacaya y Suri poseen diferencias en las características de la fibra. La raza Huacaya posee una fibra rizada, dándole al vellón apariencia esponjosa parecida al vellón del ovino Corriedale (figuras 6.1 y 6.2). La raza Suri posee una fibra lacia y lustrosa que semeja en cierto grado a Mohair o lana de lustre como el ovino Lincoln (Villaruel 1991). La longitud de mecha del vellón de alpaca Suri es más larga que la Huacaya (Condorena 1980, Bustinza 1983, Bustinza 2001, Ruiz de Castilla 2004, Sumar 2005).



Fig. 6.1 Alpacas Huacaya



Fig. 6.2 Alpacas Suri

Con relación al efecto del sexo sobre fibra, la mecha de vellón de machos posee una longitud mayor que las hembras (Bustinza 1991). Estudios realizados en Nueva Zelanda en Huacaya adultas reportan que los machos poseen un mayor diámetro de fibra que las hembras (Wuliji *et al.* 2000). Sin embargo, Bustinza (2001) señala que las diferencias en la fibra por efecto de sexo son mínimas y que solo a partir de los cuatro años de edad la fibra de machos tiende a ser de mayor grosor y diferenciarse a la de las hembras, aunque estas diferencias no son significativas.

Con respecto a la edad, el diámetro de la fibra de alpaca es menor al primer año de vida (primera esquila), aumentando considerablemente con la edad hasta los cinco años, para luego seguir incrementándose pero a menor escala (Calderón y Pumayala 1981, Bustinza *et al.* 1985, Bustinza, 2001). Sin embargo, también se han observado incrementos lineales en el diámetro de fibra con la edad (Couchman 1992, Bustinza *et al.* 1985 y Davis 2001). Con respecto al peso del vellón, Ccopa (1980) señala que el peso de vellón es directamente proporcional a la edad de las alpacas. Por otro lado, Velarde *et al.* (1998) señalan que éste se incrementa rápida y ascendentemente hasta los cuatro años, para luego hacerlo lentamente hasta los cinco años, manteniéndose constante hasta los siete años de edad y luego decrecer.

Con respecto a índices de herencia y correlaciones, Velasco (1978) calculó el índice de herencia para peso corporal ($0,69 \pm 0,2$) y peso de vellón ($0,35 \pm 0,2$) por el método de regresión de hijas sobre madres de 106 pares de madres-hijas. Roque *et al.* (1985) hallaron índices más bajos para peso corporal ($0,27 \pm 0,08$) y longitud de mecha ($0,21 \pm 0,07$) de 330 alpacas y sus crías. Con respecto a las correlaciones fenotípicas de peso de vellón y peso corporal, según raza, año y edad de la madre, para crías de 264 días de edad, Velasco (1978) halló una correlación genética de $-0,26$. También se han observado correlaciones significativas entre peso corporal y peso de vellón (Aedo *et al.* 1985, Toyofuku 1985, Ruelas 1985, Ampuero y Aedo, 1985), y entre peso de vellón y largo de mecha (Toyofuku 1985, Ruelas 1985, Ampuero y Aedo 1985).

Factores ambientales sobre la producción de fibra

Los niveles de producción de fibra y estructura de vellón son afectados por factores ambientales, por ejemplo, en ovinos, los índices de regeneración folicular pilosa, el diámetro y la longitud de la fibra fueron influenciados por cambios climáticos y estacionales (Fraser y Short, 1965). Fraser y Short (1965) señalan que la estacionalidad del crecimiento de la lana podría deberse al ritmo del fotoperiodo y no a los cambios de temperatura. Hutchinson (1965) también manifiesta que la mayoría de razas de ovinos exhiben un ritmo anual del crecimiento de la lana controlado por el largo del día. Woods y Orwin (1988), trabajando con ovinos de raza Romney en Nueva Zelanda, alimentados con una dieta de mantenimiento, encontraron que el diámetro de fibra durante un año varió de $41,3 \mu\text{m}$ en verano de días más

largos, a $30,4 \mu\text{m}$ en invierno de días más cortos.

Por otro lado, en alpacas, Bustinza *et al.* (1985) estudiaron el crecimiento de la fibra durante el año en comunidades y en una empresa asociativa, encontrando que en ambas explotaciones la tasa de crecimiento varió a través del año, siendo mayor en diciembre y enero (inicio de lluvia y lluvia, respectivamente), donde se desarrolló 25% del crecimiento en longitud, y menor entre setiembre y octubre (época seca) donde ocurrió 10% del crecimiento en longitud total. Estos resultados se atribuyen fundamentalmente a la disponibilidad forrajera de la pradera.

Leyva (1996) señaló que la mayor producción de fibra en alpacas ocurre en la época de lluvia (67%), en comparación con la época de seca (33%). Choquehuanca y Leyva en 1996 (citados por García 2005) reportaron que la suplementación de alpacas en época seca no compensa la depresión del crecimiento de la fibra probablemente por un efecto de fotoperiodo.

García *et al.* (2006), trabajando con alpacas Suri machos jóvenes, observaron incrementos de la producción de fibra en la época de lluvia y disminución en la época seca; atribuyendo estos resultados tanto a la disponibilidad del alimento como al fotoperiodo. En alpacas, Wuliji (1993) estudió los cambios de peso corporal y longitud y diámetro de la fibra en diferentes estaciones concluyendo que la longitud fue más afectada que el diámetro de la fibra, atribuyendo estos resultados a la nutrición.

Braga (1987), al evaluar el efecto de la altitud sobre la producción y calidad de la fibra en alpacas alimentadas con dietas similares, no encontró efecto sobre la fibra debido a la altitud y que esta solo afectó el peso corporal, que fue superior en los animales criados a menor altitud.

Estados fisiológicos de la hembra sobre la producción de fibra

Durante la preñez se registra una reducción de la proteína depositada en la fibra. Por ejemplo, en el último tercio de gestación de borregas Merino, la producción de lana decrece en 6% (Masters y Mata 1996). Durante la lactación también se registra una reducción del crecimiento de lana (Restall y Pattie 1989). Ambos estados fisiológicos pueden afectar la producción de lana de 10% a 25%. Esta disminución es explicada por la reducción en longitud y número de fibras. En cabras, se señala que la preñez y la lactación reducen severamente el crecimiento del vellón y longitud de fibra sin afectar el diámetro: la preñez en 30% y la lactación en 48%, y ambas en 65% (Smuts 1999).

En alpacas, Leyva *et al.* (1981, citados por Braga 1987) señalaron que la preñez y la lactación causan disminución de la producción de fibra en 17%. La producción de fibra disminuyó en 11% en hembras que perdieron sus crías dentro de los 50 días postparto, y por lo tanto dejaron de lactar, sugiriendo que el efecto negativo exclusivo de la lactación sobre la producción de fibra es de 6%.

Efecto de la nutrición sobre el crecimiento de la fibra

La nutrición juega un rol muy importante sobre la producción de fibra. En ovinos, la mejora del nivel alimenticio ocasiona aumento del peso del vellón debido al incremento en longitud y diámetro de la fibra (Ryder y Stephenson 1968, Henderson 1980, Russell 1992, Sumner y Bigham 1993). En cabras, una pobre nutrición en la etapa fetal y neonatal temprana ocasiona una permanente limitación en la habilidad para producir fibra debido a una reducción en el número de folículos desarrollados (Ryder y Stephenson 1968, Hogan *et al.* 1979, Henderson y Sabine 1991). Sin embargo, Corbett (1979) señala que la subnutrición en la vida temprana puede causar una reducción en la capacidad de los folículos para producir fibra, pero ésta no es permanente en el crecimiento de la fibra, excepto en situaciones de extrema subnutrición.

En alpacas, la nutrición también juega un rol importante en la formación y maduración folicular así como en el crecimiento y diámetro de la fibra. Franco *et al.* (2006) reportaron que hembras en el último tercio de gestación con un buen estado nutricional producen crías con mayor peso al nacimiento y también con mayor densidad folicular, lo que se interpretaría que a mayor densidad folicular se producen fibras más finas.

Según Flores *et al.* (1986), la fibra proveniente de animales mal alimentados es menos resistente y más fina que la de animales con mejor alimentación. Con respecto al diámetro de la fibra, Bustinza (2001) reporta que en periodos de sequía en el altiplano, el diámetro de fibra disminuye aproximadamente en 5 μm .

Agramonte (1988), comparando rebaños de alpacas alimentados en pastos cultivados y en praderas, observó una mayor producción y mayor diámetro de fibra en los animales alimentados en pasturas cultivadas. Por otro lado, alpacas machos adultos llevados de Chile a Nueva Zelanda mostraron un incremento de 6,5 μm de diámetro desde su arribo en 1989 hasta 1990 por una mejora en la alimentación. En años subsecuentes el diámetro de fibra incrementó 0,9 μm por año (Wuliji *et al.* 2000).

Del mismo modo, Hoffman (1998) reportó que alpacas huacaya y suri provenientes del altiplano y que luego fueron alimentadas con heno de alfalfa y concentrado durante cuatro meses, incrementaron en un promedio de 3 μm el diámetro de la fibra. Análogamente en contraste a lo encontrado en ovinos, Russel y Redden (1997), sometiendo a un mismo grupo de alpacas a dos regímenes nutricionales, uno por debajo de los requerimientos de mantenimiento (0,67M) y otro al doble de los requerimientos de mantenimiento (2M), encontraron que la alpaca es altamente sensible a la manipulación nutricional y que su efecto sobre la producción de fibra se ejerce más a través de los cambios en la longitud que en el diámetro de la fibra.



Fig. 6.3 Alpacas alimentadas en pastos cultivados

En lo que se refiere al efecto de la nutrición sobre el diámetro (D) y longitud (L) de la fibra, es importante considerar que el D está estrechamente relacionado al tamaño del bulbo folicular (ancho y volumen total), mientras que la L de la fibra está relacionada además del tamaño de bulbo, a la longitud de las células corticales y a la proporción de las células que ingresan a la propia fibra (Hynd 1994, Hynd y Masters 2002).

En ovinos, los cambios en la calidad y cantidad del forraje ofrecido producen variaciones en la producción de lana y en el diámetro de la fibra (Hynd y Masters 2002). En ambientes con marcada estacionalidad, estas variaciones son sustanciales (Thompson 1998). Los ovinos de fibra gruesa son más susceptibles a sufrir variaciones de D provocadas por la manipulación nutricional, en comparación con los ovinos de fibra fina, donde son estas variaciones son dictadas por el genotipo (Hynd y Masters 2002).

Aunque no existen muchos estudios acerca del efecto diferencial de la nutrición sobre el D y la L de fibra en alpacas, Russel y Redden (1997), trabajando con alpacas adultas machos de fibra gruesa (31 μm) sometidas a dos niveles nutricionales, reportaron que la producción de fibra de alpaca es altamente sensible a la manipulación nutricional, pero que el diámetro de fibra no sufrió variaciones significativas, en cambio la longitud de fibra fue la más afectada.

También reportaron la contribución de L, D y diámetro incrementado de la longitud extra de la fibra (D(L)) al incremento de volumen y encontraron que la mayor contribución en el crecimiento de la fibra está dado por el incremento de L y no por D y D(L). Sin embargo, Franco (2006), trabajando con alpacas jóvenes machos, las sometió a dos niveles alimenticios y encontró que la mayor contribución en el crecimiento de la fibra está dada por el incremento de D y no por L y D(L).

CARACTERÍSTICAS DE LA LANA SUCIA Y SU MEDICIÓN OBJETIVA

Las características de importancia económica de la lana son aquellas que tienen valor desde el punto de vista textil; es decir, inciden en los costos de procesamiento y en el valor de los productos terminados. La medición objetiva se basa en la valoración científica de propiedades físicas determinadas de la lana, utilizando equipos de laboratorio.

La importancia económica de las características de las fibras y mechas procedentes de un lote de lana sucia se ordenan de la siguiente manera de acuerdo al comportamiento al peinado, según estudios realizados por técnicos australianos (Marley y Andrews 1985).

Tabla 6.1 Características e importancia de la lana sucia

CARACTERÍSTICA	IMPORTANCIA
Rendimiento al lavado	****
Diámetro de fibra promedio	****
Contenido de materia vegetal	***
Largo de mecha	***
Resistencia/posición del punto débil	***
Color/fibras coloreadas	***
Variabilidad de diámetro de fibra	**
Variabilidad de longitud de mecha	**
Grado de acapachamiento	**
Rizos/resistencia a la compresión	**
Puntas de mecha	*
Edad/raza	*
Estilo/carácter/toque	*

CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS DE LA FIBRA DE ALPACA

En el comercio de la fibra, el precio está principalmente en función a su cantidad y también a su calidad. Vellones más pesados y de fibras finas cuestan más que vellones menos pesados y de fibras gruesas, estimándose un costo de producción entre US\$ 3 a US\$ 4,1, bajo condiciones de crianza extensiva (Quispe 2010). Es así que el peso del vellón constituye una variable muy importante que es necesaria tener en cuenta en programas de mejora genética de ovinos (Villaruel 1963, Holst 1999, Safari *et al.* 2005), cabras (Merchant y Riach 2003, Kosgey y Okeyo 2007), llamas (Wurzinger *et al.* 2008) y alpacas (Ponzoni *et al.* 1999, León Velarde y Guerrero 2001, Quispe *et al.* 2009a).

Trabajos en Nueva Zelanda (Wuliji *et al.* 2000) y Australia (McGregor y Butler 2004) reportaron datos de peso de vellón de alpacas de 2,16 y 2 a 3,3 kg, respectivamente. Por otro lado, aunque casi se ha generalizado que la fibra de los vellones obtenidos de las alpacas en las comunidades campesinas tiene baja producción y calidad, es posible obtener una producción promedio bianual de 2,3 kg.

Sin embargo, bajo una crianza medianamente tecnificada es posible obtener una producción anual de 2,1 a 2,3 kg (Jáuregui y Bonilla 1991, Mamani 1991, Nieto y Alejos 1999, Quispe *et al.* 2009a, Gutiérrez *et al.* 2009). Bryant *et al.* (1989) refieren que el peso de vellón promedio por año para tres niveles tecnológicos,



Fig. 6.4 Tren de lavado de fibra en laboratorio

tales como: alto, desarrolladas en grandes sociedades agrícolas de interés social (Sais) y las cooperativas agrarias de producción (CAP), medio (algunas Sais) y bajo (en comunidades campesinas), varían entre 1,6, 1,4 y 1,2 kg respectivamente.

DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO AL LAVADO

Si bien el rendimiento no es una característica de la fibra, ni una propiedad de la misma, reviste gran importancia en su precio. Este concepto se refiere al porcentaje de fibra limpia que se puede obtener en relación a su estado sucio. Su apreciación de forma subjetiva se efectúa observando determinadas características de la fibra con el que está relacionada como finura, longitud de mecha, color, además de la cantidad de contaminantes como material vegetal, tierra, heces, etc.

EQUIPOS PARA DETERMINAR EL DIÁMETRO

Fibrómetro

Fue el primer equipo utilizado para la medición del diámetro. Es un microscopio de 500 aumentos adaptado con una pantalla de vidrio esmerilada donde se proyecta la imagen de las fibras. Se miden 300 a 600 muestras representativas lavadas o desengrasadas, cortadas en pequeños trozos y mezcladas, que se montan sobre una solución de glicerina o aceite de cedro. Los trozos de fibra se proyectan sobre la pantalla midiéndose la distancia entre sus bordes con regla



Fig. 6.5 Fibrómetro

milimetrada. Se transforman luego los milímetros leídos en micrómetros o micras. El método es muy lento y se necesitan dos personas para leer y anotar los resultados en una planilla y está sujeto a errores del operador. Se obtiene el diámetro promedio (D), los valores de desviación estándar (DS) y coeficiente de variación del diámetro (CV), además de permitir la identificación y porcentaje de las fibras meduladas.

Air Flow

Llamado también aparato de flujo de aire, al pasar una corriente de aire se mide la resistencia que opone un tapón de fibras de lana de 2,5 g previamente lavada, cardada y acondicionada (12 horas a 20 °C y 65% de humedad). La lana se coloca previamente en una cámara de volumen constante y con los extremos perforados. El caudal de aire se mide en cm por un rotámetro con una escala adosada. Estos valores se convierten en micras mediante una tabla calibrada con muestras patrón, obteniéndose el diámetro promedio expresado en micras. No se obtienen medidas de dispersión del diámetro o variabilidad de las fibras (DS y CV). Este método es aceptado comercialmente por la Federación Lanera Internacional (Larrosa y Sienna 1998); sin embargo, en alpacas las lecturas hechas con *air flow* son menores que los diámetros leídos por fibrómetro (Von Bergen 1963).



Fig. 6.6 Air Flow y dedal para cerrar la cámara

Sonic tester

Se basa en el paso de una señal de audio de baja frecuencia a través de un tampón de lana de 2,5 g previamente lavada, cardada y acondicionada (12 horas a 20 °C y 65% de humedad) y comprimido dentro de una cámara de metal a volumen constante y fondo perforado. La señal es leída en microvoltios que se convierten a micras mediante una tabla confeccionada con muestras patrón. Al igual que el *air flow* no se obtienen medidas de dispersión del diámetro o variabilidad de las fibras (DS y CV) (Larrosa y Sienna 1998).



Fig. 6.7 *Sonic tester*

Sirolan-Laserscan

El desarrollo del Laserscan comenzó en el año 1971, fue evolucionando y terminó siendo un instrumento aprobado por la Organización Internacional de Textiles de Lanas en 1995. Es un equipo más moderno pero de alto costo que brinda información sobre el diámetro promedio y la distribución del mismo: desviación estándar, coeficiente de variación y la confección de un histograma, además del porcentaje de fibras mayores de 30 micras (factor de picor o picazón). Es de alta precisión y velocidad, midiendo 2.000 fibras en menos de un minuto (Larrosa y Sienna 1998)

Su funcionamiento se basa en la interacción producida por cada una de las fibras que conforman la muestra que se analiza, con el haz de luz de un rayo láser. Dicha interferencia es detectada por un dispositivo que convierte la señal en micras. Los detectores con que cuenta el instrumento son capaces de desechar fibras cruzadas o superpuestas, así como también partículas que no sean lana, de modo de asegurar la exactitud del resultado del análisis. Las muestras de lana pueden provenir de animales, bolsas, fardos o tops.

OFDA 2000

El OFDA fue un instrumento que se basó en la tecnología de digitalización de imágenes y analizador óptico de las mismas, su modelo precursor fue el OFDA 100, más contemporáneo que el Laserscan (Elvira 2005).



Fig. 6.8 *Sirolan-Laserscan*

OFDA 2000 puede trabajar sobre lana sucia (en campo o laboratorio), permitiendo medir directamente mechas enteras con una enorme rapidez (25 segundos por muestra) y obtener un perfil de finura a lo largo de la mecha. Al igual que su predecesor (Sirolan-Laserscan) el OFDA 2000 se basa en la interacción producida por cada una de las fibras que conforman la muestra que se analiza, con el haz de luz de un rayo láser. Dicha interferencia es detectada por un dispositivo que convierte la señal en micras y es enviada a una computadora conectada al instrumento. Cabe mencionar que los detectores del instrumento son capaces de desechar fibras cruzadas o superpuestas, así como también partículas que no sean lana (tierra y material vegetal) y solo mide fibras con cobertura uniforme (Elvira 2005, Franco *et al.* 2012).

El OFDA 2000 brinda información sobre el diámetro promedio (D), la desviación estándar del diámetro (DS), el coeficiente de variación del diámetro (CV), el micronaje extremo más grueso (CEM), el porcentaje de fibras menores a 30 micras (factor de confort), el diámetro estimado para el hilado (finura al hilado), el índice o grado de curvatura (ICur) expresado en grados/mm y la desviación estándar del ICur además de presentar un histograma del diámetro.



Fig. 6.9 OFDA 2000 de laboratorio

DETERMINACIÓN DE LONGITUD DE MECHA

En el laboratorio, la longitud puede determinarse sencillamente con una regla milimetrada con las mechas sin estirar, medidas desde la base de la punta. Para muestreo de los fardos de barraca o depósito se utiliza una pinza especial que penetra u obtiene las mechas sin romperlas (*grap simple*, en inglés). La longitud de las fibras de tops de lana peinada se expresa como la Hauteur Moyenne (HM) y es medida con el equipo llamado Almeter. En el comercio internacional generalmente se especifica el micronaje y el HM de la lana (Elvira 2005).



Fig. 6.10 Equipo para determinar longitud

DETERMINACIÓN DEL COLOR BLANCO

En ovinos, para determinar el color real se utiliza el colorímetro Hunter Lab (Colorímetro Tristimulus) que mide la luz reflejada por una muestra de lana lavada según tres bandas de longitudes de onda del espectro de luz. El color es descrito como valores tristimulus X, Y, Z. Siendo el blanco (Y) y el grado de amarillamiento (Y-Z). Cabe señalar que se consideran valores de Y-Z de 2,4 o menores, como indicadores de buen color, de 2,5 a 4,1 de color medio o aceptable y en torno a 5 a más, de color pobre o insuficiente (Elvira 2005).



Fig. 6.11 Escala de color

DETERMINACIÓN DEL RIZO

Para la lana, la frecuencia de rizos en una mecha ha sido un medio de cuantificar la densidad durante muchos años. Se mide con una regla contando los bordes convexos o cóncavos en la mecha sin estirar. Se expresa en número de rizos por pulgada. El rizado de la lana, expresada como curvatura de fibras, se puede medir utilizando los instrumentos comerciales como la OFDA y LaserScan y se expresa como el ICur (Wang *et al.* 2004, Franco *et al.* 2012).

DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Se puede medir objetivamente con el Staple Breaker, equipo que determina la fuerza necesaria para romper una mecha de lana sucia, teniendo en cuenta el espesor de la misma y expresado en newtons/kilotex. El proceso de medición se realiza en varias submuestras de mechales de lana sucia que son pesadas para luego medir su espesor en 5 lugares distintos.

La muestra se fija con mordazas en los extremos, se extiende hasta que se rompa y se registra la fuerza requerida. Además, se puede calcular el punto de rotura de la mecha, de importancia en el peinado porque incide en la longitud promedio del tops (*hauteur*) y en el porcentaje de desperdicios (bajo carda y *blousse*) (Elvira 2005).

Se consideran valores de resistencia menores de 25 newtons/kilotex como lanas débiles y en el caso de la alpaca la resistencia es mayor a 60 newtons/kilotex (Franco *et al.* 2012).



Fig. 6.12 Staple Breaker para medir resistencia de mecha

7

**MANEJO DE REBAÑO
DE ALPACAS Y
LLAMAS**

MANEJO DE REBAÑO DE ALPACAS Y LLAMAS

Daniilo Pezo, Francisco Franco, Enrique Franco (Ivita-UNMSM) Virgilio Alarcón (UNSAAC)

Los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta para el manejo ganadero son:

- Identificación y registro genealógico del centro.
- Elaboración de un plan adecuado de alimentación para animales destetados, madres gestantes y padres antes del empadre
- Plan sanitario para el control de las enfermedades.
- Manejo reproductivo: parición, empadre y desempeño.
- Control productivo (pesos): destete, esquila, año, etc.
- Eliminación de animales poco productivos y con defectos genéticos.
- Selección de animales sobresalientes en características productivas: carne (peso vivo), peso y calidad de vellón (finura, uniformidad).

Una vez calendarizadas las faenas ganaderas, no deben variar de las épocas establecidas y realizarse en forma más eficiente. Solo así podremos lograr una buena producción ganadera con mayores porcentajes de natalidad y de crías logradas al destete, lo que incidirá favorablemente sobre la presión de selección. Los datos de registro de performance individual correctamente llevados serán la base objetiva para valorar a los mejores animales.

PLAN DE ALIMENTACIÓN

En toda industria ganadera proporcionar a los animales una adecuada alimentación para que puedan alcanzar su máximo potencial productivo es un factor de vital importancia. La adecuada alimentación se traduce favorablemente sobre la velocidad de desarrollo de los animales, la performance reproductiva, la sobrevivencia de las crías y la producción en general.

La alimentación de los camélidos se basa exclusivamente en las pasturas altoandinas que son de baja calidad nutritiva, lo que se agrava con su manejo bajo condiciones de carga de animales excesiva, que ha llevado a situaciones de sobrepastoreo y consecuentemente, a un deterioro progresivo de las praderas y erosión del suelo.

Deben corregirse todos estos factores negativos en los rebaños, para ello, Arturo Flores recomienda las siguientes alternativas:

- Manejo racional de la pradera nativa.
- Mejoramiento de la pradera nativa.
- Establecimiento de pasturas cultivadas en zonas adecuadas.
- Cultivo de especies forrajeras (avena, cebada) para su posterior uso y henificación.

Para un manejo racional de la pradera nativa es necesario realizar mapeos agroedafológicos a fin de determinar la capacidad receptiva de cada sitio de la pradera y establecer el sistema más adecuado de pastoreo. Pero el pastoreo racional

no es suficiente porque, como se dijo anteriormente, los pastos de la puna por ser de baja calidad, muchas veces no llegan a cubrir las necesidades nutritivas de las diferentes clases de animales; de allí surge la necesidad de hacer uso de otras alternativas propuestas.

El mejoramiento de la pradera nativa puede lograrse mediante la incorporación de especies forrajeras de alto valor nutritivo y palatable, como los tréboles, *Dactylis* y *Lolium perenne*, que han probado su adaptación a ecosistemas ubicados hasta 4.200 msnm. El establecimiento de pasturas perennes mediante Rye grass y trébol blanco es otra excelente alternativa. Últimamente se ha ensayado, con buenos resultados, la introducción de *Phalaris tuberinacea* como monocultivo o combinado con trébol blanco.

Sin embargo, debemos hacer notar que para la introducción de las pasturas mencionadas se requieren condiciones ecológicas favorables (suelo, agua, clima) que solo se dan en la región de puna húmeda.

Para que las pasturas cultivadas puedan ser usadas a largo plazo requieren de un buen manejo, incluyendo protección mediante la instalación de cercos perimétricos (y electrificados) que permitan dosificar el pastoreo por franjas, y abonamientos periódicos para restituir al suelo los nutrientes necesarios que la alta producción de estos pastos exigen.

En caso de que no se puedan introducir pasturas, deben reservarse canchas o ahijaderos para conservar pastos que deben usarse en períodos críticos (figura 7.1).



Fig.7.1 Recuperación de praderas a través de clausuras

El uso de la suplementación alimenticia mediante pasturas cultivadas o reservadas debe darse de preferencia en animales de mayores exigencias nutritivas como hembras destetadas, a fin de que puedan llegar al año de edad con el peso adecuado para el empadre, hembras preñadas durante el último tercio de gestación, madres con baja producción láctea y machos antes de iniciar la campaña de empadre.

PLAN SANITARIO

El establecimiento de un buen plan sanitario es un factor de gran importancia en cualquier tipo de crianza. Las enfermedades constituyen un factor negativo para los fines productivos e interfieren en los programas de selección y mejoramiento genético (ver capítulo 1). En el caso de los camélidos, la alta mortalidad de crías imposibilita una buena presión de selección por campaña. Los efectos patológicos de los parásitos también se traducen en una disminución notable de la producción y productividad animal (Fig. 7.2).



Fig.7.2 Atención sanitaria en crías de alpacas

En términos generales, además de las enfermedades propias de cada zona, los principales problemas de sanidad en camélidos son:

- Mortalidad de crías debido a enteritis neonatal.
- Ectoparasitosis: sarna, pediculosis y garrapatoxis.
- Parasitosis gastrointestinal y pulmonar.
- Enfermedades infecciosas de mayor o menor prevalencia según las zonas de crianza (fiebre de alpacas).

Se propone el siguiente plan de sanidad:

- Enero a marzo: Medidas para prevenir mortalidad de crías (canchas con buenos pastos, agua limpia para la parición, desinfección de ombligo, dosificación preventiva con Colistina y Ampicilina).
- Abril a mayo: control de sarna y parásitos gastrointestinales con el uso de ivermectinas y Moxidectin inyectables.
- Mayo a agosto: Control de estomatitis necrótica en crías (Aftisan).
- Setiembre: dosificación de destetados contra parásitos gastrointestinales con ivermectinas o con otros productos como Albendazol, Levamisol, etc.
- Octubre a noviembre: segundo tratamiento contra sarna y parásitos gastrointestinales inmediatamente después de la esquila.
- Noviembre a diciembre: dosificación de hembras preñadas con Levamisol.

MANEJO REPRODUCTIVO

Empadre

En toda explotación ganadera el empadre es una de las faenas más importantes; el manejo adecuado de los machos y las hembras durante el empadre nos permitirá elevar la eficiencia reproductiva del rebaño con la obtención de una alta tasa de natalidad.

Se han descrito varios sistemas de empadre: continuo, alternado, amarrado y controlado; estos se usan de acuerdo al sistema de crianza y número de animales por rebaño. Pero, en general, el empadre alternado ha demostrado ser uno de los más eficientes aunque no permita conocer con exactitud la progenie de los animales, lo que constituye una gran desventaja para establecer un programa eficiente de mejoramiento genético.

Si es necesario conocer con exactitud los progenitores de la descendencia, debe utilizarse la metodología de empadre controlado, adecuándose sus pasos a las características fisiológicas de la especie (Fig. 7.3).



Fig.7.3 Empadre controlado en alpacas

En el IVITA se han ensayado tres sistemas de empadre controlado:

1. Un macho determinado se cruza diariamente con tres hembras, de tal manera que durante la primera semana se logre la monta de 20 a 21 hembras; la segunda semana las mismas hembras son expuestas al mismo macho en el orden cronológico que fueron montadas y así sucesivamente hasta completar 2 meses. Cada semana existirán menos hembras que muestren celo y así se conseguirá que la mayoría queden preñadas.
2. Un macho permanece con 20 hembras durante una semana, descansa por una semana y nuevamente se expone a las mismas 20 hembras, en forma alternada durante 2 meses.
3. Actualmente se utiliza el siguiente sistema:
 - A cada macho reproductor se le asigna 20 hembras para ser servidas de acuerdo a las características fenotípicas que se desean enfatizar.
 - Cada día el macho empadra a 2 hembras de este grupo y se calendariza de tal manera que las hembras sean expuestas al macho cada 10 días, durante un periodo de dos meses, de tal manera que cada hembra tiene 6 oportunidades de ser empadrada.

- Las hembras que rechazan al macho durante tres exposiciones sucesivas después de la monta inicial se consideran preñada, esto se hace tomando en cuenta que el primer mes de gestación es crítico debido a la alta mortalidad embrionaria.
- El empadre de hembras primerizas y vacías se inicia en la primera semana de enero y termina 60 días después de que cada hembra ha sido montada por primera vez y en el caso de las multiparas el periodo de empadre abarca de enero a marzo. Las últimas hembras que paren posiblemente reciban 2 montas, teniendo en cuenta que cada hembra debe tener un periodo de descanso postparto de 15 a 20 días.
- El empadre se inicia cada día a las 6 a.m. y termina a las 10 a.m.

Instalaciones y labores previas

1. Es necesario contar con instalaciones adecuadas para el sistema de empadre:
 - Corral para machos.
 - Corral para hembras.
 - Corredores de desplazamiento de los animales.
 - 10 pequeños corrales de 3 x 3 m cercados con doble malla, donde cada macho monta a la hembra asignada con el fin de que no existan interferencias o disturbios durante la cópula.
2. Previamente, hembras y machos son marcados con números grandes pintados en los flancos, anotando qué números corresponden al número de arete.
3. El programa de empadre debe ejecutarse en la forma más rigurosa posible.
4. Aplicación de reconstituyentes para mejorar la actividad de los machos.

Fundamentación del sistema

El sistema propuesto toma en cuenta las siguientes características fisiológicas:

- La asociación continua de machos con las mismas hembras por periodos más largos de siete días inhibe el deseo sexual del macho (libido). En el caso propuesto, el macho tiene la oportunidad de copular cada día a hembras diferentes.
- Se ha probado que a partir de la cuarta monta diaria disminuye la capacidad fecundante del macho, con 2 montas diarias se garantiza la deposición necesaria de semen en la hembra y un menor desgaste físico del macho.

- Con una sola cópula, solamente el 40% de hembras son fertilizadas y pueden sostener una preñez. Las hembras que no ovularon o no fueron fertilizadas tienen otras oportunidades en las exposiciones siguientes. De igual manera, las que perdieron el embrión durante el primer mes de gestación tienen las mismas oportunidades que las anteriores de volver concebir.

Adicionalmente podemos mencionar que en todas las crías de camélidos los machos siempre han sido los animales que menor atención han recibido por parte del criador en lo referente a las condiciones alimenticias; es recomendable que sean sometidos a un buen plan de alimentación de dos meses y aplicación de reconstituyentes antes y durante la campaña de empadre (Fig. 7.4).



Fig. 7.4 Aplicación de reconstituyentes

Parición

De acuerdo al programa de empadre propuesto las primeras pariciones ocurrirán en diciembre y las últimas probablemente en los primeros días de marzo. Las hembras preñadas deben formar una punta o ható separado que pastará en canchas con provisión de buenos pastos y de agua corriente y limpia.

El control de la parición es relativamente fácil ya que los nacimientos ocurren casi siempre en horas de la mañana y solo debe preocuparse por la observación continua de las hembras para ayudar solo en casos de partos distócicos. (Fig. 7.5).



Fig. 7.5 Expulsión del feto de alpacas

Luego del parto, se debe desinfectar en forma obligatoria el ombligo de la cría con solución fuerte de yodo al 7% (Fig. 7.6), proceder a la identificación (aretado) y peso de la cría para su registro en su ficha, donde se consignen datos de fecha de nacimiento, raza, color de la madre, peso al nacimiento, entre otros (Fig. 7.7).

Después del parto, las madres deben ser sometidas a un periodo de 15 a 20 días de descanso antes de ser empadradas para permitir la involución del útero a fin de que la hembra recupere su capacidad reproductiva. Para cumplir con esta última recomendación se establece un sistema de manejo adecuado, para planificar el inicio del empadre según la fecha del inicio de las primeras pariciones. Como la parición y el empadre se realizan en forma paralela es necesario contar con la participación de la familia o suficiente personal de apoyo para garantizar la eficiencia de estas faenas (Fig. 7.8 y 7.9).



Fig. 7.6 Aplicación de yodo al ombligo

MANEJO PRODUCTIVO

Consiste en realizar el registro de los parámetros productivos del animal al nacimiento, destete, esquila, año de edad y durante toda la vida productiva del animal.

Destete

El destete es una tarea que consiste en separar a las crías de sus madres. Desde el punto de vista zootécnico, es obligatorio y debe realizarse la primera semana de setiembre. La razón de esta práctica se basa en las siguientes consideraciones:

- A partir de los cinco meses de edad el sistema digestivo de los camélidos ya está perfectamente desarrollado y la cría puede continuar su desarrollo en forma normal sin necesidad de suplementación alimenticia de leche que le proporciona la madre.
- El peso del feto se incrementa rápidamente durante los últimos 4 meses de gestación, a los 7 meses de gestación el peso del feto es de 2,4 kilos en promedio y la cría de alpaca nace con un peso promedio de 7 kilos. Esto en la práctica significa que la madre debe destinar mayores requerimientos nutritivos para el desarrollo del feto durante este último periodo de gestación.

Adicionalmente, podemos mencionar que las madres que han sido separadas de las crías durante los últimos cuatro meses de su gestación producen en promedio 8% más de fibra que las que continúan lactando hasta el nacimiento de la nueva cría.

Las crías hembras deben pasar luego del destete a canchas con pasturas mejoradas para elevar su nivel alimenticio con el fin de que lleguen a la pubertad más rápidamente y sean pasibles de ser empadradas antes. Ganar tiempo en el desarrollo sexual de las crías incide favorablemente en los planes de mejoramiento genético, acortando intervalos generacionales y aumentando la presión de selección.

Esquila

La producción de fibra sigue constituyendo la mayor fuente de ingreso económico de la ganadería alpaquera, de tal manera que la esquila reviste gran importancia y debe realizarse anualmente.

Esta faena debe ejecutarse de tal manera que permita obtener materia prima textil de buena calidad e información necesaria sobre la producción (peso promedio de vellón, producción individual, diámetro de fibra y peso corporal). Estos datos constituyen las bases objetivas que nos servirán para ejecutar un plan de mejoramiento del rebaño.



Fig.7.7 Registro de peso al nacimiento de la cría de alpaca



Fig.7.8 Cría tomando su calostro



Fig.7.9 Evitar la formación de lodazales en los dormideros



Fig.7.10 Sala de esquila adecuada

Instalaciones necesarias para la esquila

Es necesario contar con un galpón de esquila que reúna las condiciones mínimas para poder realizar esta faena en la forma más eficiente posible.

El galpón debe tener corrales de encierro techados, donde los animales puedan guarecerse de la lluvia la noche anterior, de tal manera que el vellón se encuentre seco cuando se realice la esquila. Además se necesita una playa de esquila de cemento con 2 niveles o divisiones para obtener vellones lo más limpios posible y sin desperdicios. En el primer nivel se esquila la parte principal del vellón y en el segundo las bragas. Finalmente se requiere de un corral de encierro de animales esquilados, aldaño al galpón de esquila (Fig. 7.10 y 7.11).

Equipo para la esquila

- Tijeras de esquila.
- Mesa con balanza para registro de peso de vellón.
- Mesa para clasificación de fibra.
- Balanza para registro de peso corporal.
- Pequeños collares y discos numerados para identificación de los animales.



Fig.7.11 Esquila inadecuada en corral

Personal

- Esquiladores: El esquilador es una persona entrenada con la suficiente habilidad y práctica para realizar esta labor. El número de esquiladores depende del número de divisiones marcadas en la playa para cada animal y del tamaño del rebaño a ser esquilado; cada animal es esquilado por 2 personas.
- Dos alcanzadores: Personas encargadas de sacar los animales de los corrales de encierro y hacerlos llegar a los esquiladores.
- Recogedoras de vellón: Su número depende de la cantidad de animales que se esquilan al mismo tiempo. Es necesario un mínimo de 2 personas.
- Un ayudante para registrar peso de vellón (Fig. 7.12).
- Un ayudante para registrar peso corporal (Fig. 7.13).
- Personal de apoyo para el arreo de animales esquilados hasta la balanza de registro de peso corporal.
- Un ayudante cuya misión es ordenar y entregar los collares y discos a las recogedoras.
- Un ayudante cuya misión es aplicar solución de yodo a las heridas producidas durante el proceso de corte de la fibra.
- Un especialista en diagnóstico de preñez por balotaje externo.
- Ayudantes para realizar labores adicionales: dosificaciones, curaciones, corte de uñas, etc.



Fig.7.12 Pesado del vellón



Fig.7.13 Toma del peso corporal de alpacas

Procedimiento

1. Antes de que los animales ingresen a las playas de esquila se toman muestras de fibra (un mechón de la región de la paleta, costillar y grupa) para las mediciones necesarias.
2. Estas tres muestras envueltas por separado e identificadas por la región correspondiente se colocan en una pequeña bolsa de plástico donde se anota el número de arete del animal.
3. Los alcanzadores llevan los animales hasta los esquiladores.
4. La recogedora amarra en el cuello del animal un collar con un número impreso y lleva consigo un disco con el mismo número para entregar al pesador de vellón.
5. Primero esquila el vellón principal (dorso, paletas, costillar y grupa). Este vellón es recogido en una manta delgada por la recogedora. Posteriormente se esquila las bragas: cabeza, cuello, patas y parte inferior del abdomen. Las bragas se recogen en otra manta.
6. La recogedora lleva las 2 mantas o 2 bolsas de plástico y el disco numerado hasta la balanza donde se toma el peso del vellón total y se registra en una planilla con el número del disco.
7. Este disco puede ser usado después por otro animal de otra categoría.
8. La fibra recogida pasa a ser almacena de acuerdo a su calidad.
9. El animal esquilado es conducido a la balanza donde se registra el peso corporal, número de arete y collar.
10. El animal esquilado sale a otro ambiente donde se realizan labores conexas: curaciones, dosificaciones, corte de uñas, diagnóstico de preñez (Fig.14 y 15).



Fig.7.14 Diagnóstico de preñez en alpacas

Los animales deben ingresar a la esquila en el orden siguiente:

- Machos
- Hembras
- Tuis machos
- Tuis hembras

Otras consideraciones

La esquila debe realizarse anualmente y en una fecha fija. De acuerdo a la zona de crianza se realiza en octubre o noviembre.

El uso del collar numerado e identificación de arete del animal facilita el registro del peso vivo. El encargado del peso de fibra anota solamente el número del disco. Una vez terminada la esquila, se emparejan los registros de peso vivo y de vellón en una sola planilla con el correspondiente número de arete de cada animal.



Fig.7.15 Dosificación de alpacas



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Alarcón, V.; García, W.; Bravo, P.
2012 “Inseminación artificial de alpacas con semen colectado por aspiración vaginal y vagina artificial”. Revista de Investigación Veterinaria del Perú. 23(1). 58-64.
- Alva, J.
1975 Algunos aspectos fisiológicos del *Lamanema chavezí*. Lima, IVITA-UNMSM.
- Alva, J.; Bazalar, H.; Guerrero, C.; Núñez, A.
1981 Observación del ciclo del *Sarcocystis aucheniae* en alpacas (lama pacos). Lima, UNMSM.
- Alva, J.; Guerrero, C.
1985 “Uso de la Ivermectina contra la sarna sarcóptica de las alpacas”. Revista Científica Veterinaria. 1(1). 15-8.
- Alva, J.; Villanueva, R.
1985 Ensayo de control de coccidiosis en el campo (post-destete). Lima, s/e.
- Angulo, J.; Serrano, E.; Pezo, D.
2010 Toxoplasmosis en alpacas de cicas La Raya, Canchis. Cusco, s/e.
- Braga, W.
1994 Alteraciones clínico patológicas e inmunidad humoral en alpacas infectadas experimentalmente con *Corynebacterium pseudotuberculosis*. Lima, UNMSM. Tesis de maestría.
- Bazalar, H.
1975 Estudio del ciclo de vida del *Sarcocystis*. Lima, IVITA-UNMSM.
- Bravo, P.
2002 The Reproductive Process of South American Camelids. Salt Lake City, Seagull.
- Bravo, P.; Pacheco, C.; Quispe, G.; Vilcapaza, L.; Ordoñez, C.
1999 “Degelification of Alpaca Semen and the Effect of Dilution Rates on Artificial Insemination Outcome”. Archives of Andrology. 43(3). 239-46.

- Bravo, W.; Rivera, A.
1989 "Control de un brote de enterotoxemia en llamas". Boletín de divulgación de la UNSAAC. 2. 33-5.
- Cuba, A.
1950 "Algunas observaciones sobre la llamada fiebre de las alpacas". Ganadería Lima. 3(7). 14-19.
1952 "Osteomielitis del maxilar inferior de las alpacas". Ganadería Lima. 4(1). 11-27.
- Centro de Investigación IVITA
1981 Programa de desarrollo nacional de la alpaca. Lima, IVITA-UNMSM.
- Condorena, N.
1968. "Dictyocaulosis en alpacas de la zona de Macusani, departamento de Puno". Boletín Extraordinario del IVITA. 2(1). 23-8.
- Calderón, G.; Calle, S.; Sam, R.; Inope, L.; Velit, E.
1985 Microorganismos más comunes observados en diarreas de alpacas. Cusco, V Convención Internacional sobre Camélidos Sudamericanos.
- Chávez, A.; Leyva, V.; Panez, S.; Ticona, D.; García, W.; Pezo, D.
2008 "Sarcocystiosis y la eficiencia productiva de la alpaca". Revista de Investigación Veterinaria del Perú. 19(2). 160-7.
- Chávez, C.; Guerrero, C.; Alva J.; Guerrero J.
1967 "El parasitismo gastrointestinal en alpacas". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de Lima. 21(1). 9-19.
- Dionisio, J.; Manchego, A.; Sandoval, N.; More, J.; Pezo, D.
2012 Cinética de expresión de inmunoglobulina A en el epitelio intestinal de crías de alpaca sanas y con enteropatías. Arica, s/e.
- Ellis, R.; Wilson A.; Ramírez, A.
1985 E. coli enteropagénico en alpacas recién nacidas, serotipos O, K, H y presencia en camélidos sudamericanos. Cusco, s/e.

- Franco, E.
1968 "Brote de rabia en alpacas de una hacienda del departamento de Puno". Tercer Boletín Extraordinario del IVITA. 59-60.
- 1987 Diarrea de las crías. Curso sobre crianza de camélidos sudamericanos (alpacas y llamas). La Raya, IVITA.
- Fondevila, N.; Marcoveccio, F.; Blanco Viera, J.; O'Donnell, V.; Carrillo, B.; Schudel, A.; David, M.; Torres, A.; Mebus, C.
1995 "Susceptibility of Llamas (*Lama glama*) to Infection with Foot-and-mouth-disease Virus". Journal of Veterinary Medicine. Series B. 42(1-10). 595-9.
- Gallegos, M.
1964 "Sobre un brote de fiebre de alpaca o estreptococosis". Boletín Informativo de la Asociación de Médicos Veterinarios del Perú. 40(1).
- Gamarra, M.
1986 Detección de partículas virales en cuadros entéricos de alpacas neonatales de La Raya (Cusco-Puno). Lambayeque, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Tesis de bachillerato en biología.
- Guerrero, C.
1971 "Enfermedades parasitarias de las alpacas". Boletín de Divulgación del IVITA. 8.
- Guerrero, C.; Alva, J.; Bazalar, H.; Leguía, G.; Rojas, M.
1970 Algunos aspectos de la coccidiosis de alpacas. Santiago, s/e.
- Guerrero, C.; Alva, J.; Núñez, A.
1986 Evaluación antihelmíntica de la IVERMECTINA contra infecciones naturales de nemátodos gastrointestinales en alpacas. S/c, s/e.
- Guerrero, C.; Alva, J.; Vega, I.
1970 "Nota preliminar sobre la infección experimental de *Lamanema chavezi* en alpacas (*Lama pacos*)". Boletín Extraordinario del IVITA. 4(1). 71-3.
- Guerrero, C.; Alva, J.; Vega, I.; Hernández, J.; Rojas M.
1973 "Algunos aspectos biológicos y parasitológicos del *Lamanema chavezi* en alpacas (*Lama pacos*)". Revista de Investigación Pecuaria del IVITA. 2. 29-42.

- Guerrero, C.; Hernández, J.; Alva J.
1967a "Coccidiosis en alpacas". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de Lima. 21. 59-68.
- 1967b "Sarcocystiosis en alpacas". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de Lima. 21. 69-76.
- Hernández, J.; Condorena, N.
1967 "Fasciola hepatica en hígado de alpaca". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de Lima. 21. 138-9.
- Huamán, D.
1975 Control de enterotoxemia mediante vacunación con Clostridium. Lima, IVITA.
- Huamán, D.; Ramírez, I.; Leyva, V.; Ellis, R.
1985 Enteropatogenicidad y manifestaciones clínicas inducidas en alpacas por una preparación de enterotoxina cruda de C. perfringens tipo A en crías de alpacas. Cusco, s/e.
- Huamán, D.; Ramírez, I.; Samamé, H.
1981 Producción de toxina alfa en 3 cepas de C. perfringens tipo A aislado de alpacas. Arequipa, s/e.
- Leguía, G.
1988 Distomatosis hepática en el Perú. Epidemiología y control. S/c, CIBA-GEIGY.
- Leguía, G.; Arévalo, F.
1989 Efecto de la cocción, refrigeración, congelación y deshidratación (charqui) sobre la viabilidad del Sarcocystis de alpaca. Lima, s/e.
- Leguía, G.; Clavo N.
1989 Sarcocystiosis o "Triquina". Lima, IVITA.
- Leguía, G.; Guerrero, D.; Sam, R.; Chávez, A.
1989 "Infección experimental de perros y gatos con micro y macroquistes de Sarcocystes de alpaca (Lama pacos)". Boletín Informativo de la Asociación de Médicos Veterinarios del Perú 5(3).
- Leguía, G.; Guerrero, D.; Sam, R.; Rosadio, R.
1988 Patología de Sarcocystis aucheniae en alpacas infectadas experimentalmente. Lima, s/e.
- Leguía, G.; Samamé, H.; Guerrero, C.; Rojas, M.; Núñez. A.
1984 Prevalencia de anticuerpos contra Toxoplasma gondii en alpacas. Cusco, s/e.

- Leyva, V.

1982 "Effect of Daily Infection With *Ostertagia circumcincta* Larvae on Food Intake, Milk Production and Wool Growth in Sheep". *The Journal of Agricultural Science*. 99(2). 249-59.

1988 Proyecto 3P-80-0109. Camélidos sudamericanos. Informe anual. Lima, IVITA.

- Londoño, P.; Chávez, A.; Li, O.; Suárez, F.; Pezo, D.

2009 "Presencia de caracoles lymnaeidae con formas larvianas de *Fasciola hepatica* en altitudes sobre los 4000 msnm en la sierra sur del Perú". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 20(1). 58-65.

- Lovón, E.

1955 Contribución al estudio de las enfermedades infecciosas de las alpacas (gérmenes aislados de abscesos y osteomielitis de la mandíbula). Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Tesis de bachiller.

- Ludeña, H.

1975a Investigación del *St. zoopidemicus* en la secreción nasal y vaginal de alpacas aparentemente normales. Lima, IVITA.

1975b Estudio de cepas enteropatógenas de *E. coli* en casos de crías muertas con diarrea bacilar. Lima, IVITA.

- Molina, D.; López, T.; Gonzáles, A.; Gómez, L.; Pezo, D.

2009 "Cryptosporidium parvum como factor de riesgo en la diarrea neonatal en alpacas de Puno". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 20(2). 263-9.

- Morales, S.; Paredes, D.; Pezo, D.

2007 "Asociación de rotavirus y *Escherichia coli* fimbriada como agentes causales de infecciones entéricas en alpacas neonatas". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 18(2). 150-3.

- More, J.; Manchego, A.; Sandoval, N.; Rivera, H.; Pezo, D.

2011 "Detección genómica y expresión de péptidos antimicrobianos defensinas en mucosa intestinal de alpaca (*Vicugna pacos*)". *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*. 22(4). 324-35.

- Moro, M.

1955 "Diarrea bacilar de las crías de alpacas". Informe sobre el estudio de las enfermedades de las crías de alpacas. Lima, Ministerio de Agricultura. 5-33.

1957a "Rabia en alpacas". *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. 12(1). 130-4.

1957b "Casos clínicos observados en alpacas". *Revista de Veterinaria Zootécnica*. 9(21-22). 15-9.

- 1960 "Fiebre de las alpacas o estreptococosis". Revista de Medicina Veterinaria de Lima. 13-14(1). 7-25.
- 1962 "Enfermedades de las alpacas en el Perú. I Necrobacilosis". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 16-17(1). 154-9.
- 1966a "Enfermedades infecciosas de las alpacas. Enterotoxemia o diarrea bacilar producida por Clostridium welchii tipo C". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 18-20(1). 74-84.
- 1966b "Enfermedades infecciosas de las alpacas. 5 Enterotoxemia o diarrea bacilar producida por Clostridium welchii tipo A". Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 18-20(1). 85-7.
- Moro, M.; Guerrero, C.
- 1970 La alpaca. Enfermedades infecciosas y parasitarias. Lima, IVITA.
- Moya, R.; Chávez, A.; Casas, E.; Serrano, E.; Falcón, N.; Pezo, D.
- 2003 "Seroprevalencia de Neospora caninum en llamas de la provincia de Melgar, Puno". Revista de Investigación Veterinaria del Perú. 14(2). 155-60.
- Neely, P.; Bravo, P.
- 1998 "Reproductive Evaluation and Infertility in the Male Llama and Alpaca". Youngquist, R. (ed.) Current Therapy in Large Animal Theriogenology. Filadelfia, W. B. Saunders. 787-92.
- Núñez, A.
- 1975a Incidencia estacional de parásitos gastrointestinales en alpacas. Lima, IVITA.
- 1975b Desarrollo y eclosión de los huevos la Lamanema chavezi en el pasto. Lima, IVITA.
- Palacios, C.; Tabacchi, L.; Chavera, A.; López, T.; Sandoval, N.; Santillán, G.; Pezo, D.; Perales, R.
- 2004 "Eimeriosis en crías de alpacas: estudio anátomo histopatológico". Revista de Investigación Veterinaria del Perú. 15(2). 174-8.
- Paredes, M.; Navarrete, M.; Pezo, D.
- 2010 Relación de medidas biométricas y el desarrollo macroscópico del intestino de la cría de alpaca (Vicugna pacos). Lima, s/e.
- Perales, R.; Tabacchi, L.; Chavera, A.; López, T.; Sandoval, N.; Santillán, G.; Pezo, D.; Palacios, C.
- 2006 Determinación macro y microscópica de lesiones pulmonares como causa de mortalidad en crías de alpacas. Santa María de Catamarca, s/e.

- Pezo, D.; Antúnez, Ó.; Franco, E.; Franco, F.
- 2006a Prevalencia de estomatitis necrótica en crías de alpacas. Santa María de Catamarca, s/e.
- 2006b Fusobacterium necrophorus en lesiones necróticas en crías de llamas. Santa María de Catamarca, s/e.
 - Pezo, D.; Franco, F.; Manchego, A.; Sandoval, N.; More, J.; Alarcón, V.

2012 Secreción de IgA con Clostridium perfringens en la mucosa digestiva de crías de alpacas para reducir la mortalidad por enterotoxemia. Arica, s/e.
 - Preston, H.

1950 “Enfermedades de las alpacas”. Revista del Instituto Nacional de Biología Animal. 1(1). 10-2.
 - Ramírez, A.

1989 Enfermedades infecciosas en camélidos sudamericanos. Lima, s/e.
 - Ramírez, A.; Ellis, R.

1988 “Nuevos conceptos sobre enterotoxemia y colibacilosis en alpacas”. Revista sobre camélidos sudamericanos. 6(1). 9-18.
 - Ramírez, A.; Ellis, R.; Huamán, D.

1988. Cl. perfringens tipo A. enterotoxigénico aislado de alpacas con enterotoxemia. Oruro, s/e.
 - Ramírez, A.; Ellis, R.; Sumar, J.; Leyva, V.

1985. E. coli enteropatógena en alpacas neonatal; aislamiento en intestino ligado e inoculación oral. Cusco, s/e.
 - Ramírez, A.; Huamán, D.

1981 Evaluación de la enterotoxina en crías de alpacas vacunadas. Punta Arenas, s/e.
 - Ramírez, A.; Huamán, D.; Ellis, R.

1985 Enterotoxemia de las alpacas. Davis, University of California Davis.
 - Ramírez, A.; Ludeña, H.; Acosta, M.

1981 Mortalidad en alpacas de La Raya, Puno durante 7 años. Punta Arenas, s/e.

- Rojas, M.

1990 Parasitismo de los rumiantes domésticos terapia, prevención y modelos para su aprendizaje. Lima, Majosa.

- Rojas, M.; Lobato, I.; Montalvo, M.

1989 Prevalencia de *Toxoplasma gondii* en camélidos sudamericanos. Lima, s/e.

- Rojas, M.; Manchego, A.; Rivera, H.; Sandoval, N.; Pezo, D.

2012 Rotavirus como agente etiológico de diarrea en alpacas neonatas "Vicugna pacos" en el departamento de Cusco, en la sierra sur del Perú. Arica, s/e.

- Rosadio, R.; Ameghino, E.

1989 Coccidiosis en alpacas neonatales. Lima, s/e.

- San Martín, F.

1996 Nutrición en alpacas y llamas. Lima, IVITA-UNMSM.

- Soulsby, E.

1987 Parasitología y enfermedades parasitarias en los animales domésticos. México D.F., Interamericana.



RESPUESTAS PRÁCTICAS

Respuestas Prácticas es un servicio especializado en temas como energías renovables, agroindustria, prevención de desastres, tecnologías apropiadas, etc., dirigido a microempresarios, productores, investigadores, ONG y personas que trabajan en desarrollo en general. A través de su Centro de Información, ofrece gratuitamente:

- Servicio de consultas técnicas, que cuenta con especialistas capacitados para resolver tus consultas
- Suscripción a noticias diarias y alertas bibliográficas vía Internet



Envíanos un correo-e a la siguiente dirección:
info@solucionespracticas.org.pe o llámanos al:
(51-1) 441-2950, 441-3035, 441-3235.

ESTRUCTURA

■ DOCUMENTOS DE PROYECTOS DE TECNOLOGÍAS

■ TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN

■ Ecosistemas de Montaña

Agroindustria Rural
Ganadería
Recursos Naturales
Agricultura
Otros

■ Ecosistemas Tropicales

Agroforestería
Servicios Ecosistémicos
Otros

■ TECNOLOGÍAS PARA SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA

Agua y Saneamiento
Energía
Vivienda
TIC
Otros

■ TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS

Prevención y Preparación
Reconstrucción
Respuesta a Emergencias
Otros



Soluciones Prácticas es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y diseminación de tecnologías apropiadas. Tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina regional para América Latina tiene sede en Lima y coordina el trabajo en la región de las oficinas de Perú y Bolivia. Trabaja a través de sus programas de Sistemas de Producción y Acceso a Mercados; Energía, Infraestructura y Servicios Básicos; Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático y las áreas de Control de calidad, Administración, Finanzas, Comunicaciones y la Unidad de Consultorías (PAC).

www.solucionespracticas.org

ISBN: 978-612-4134-23-4



9 786124 134234