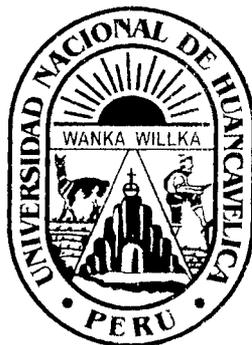


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA

(Creada por Ley N° 25265)



FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ZOOTECNIA

TESIS

"COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE ALPACAS (*Vicugna pacos*) Y LLAMAS (*Lama glama*) EN PASTOREO MONOESPECÍFICO Y MIXTO EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

PRESENTADO POR:

ARANA CCENCHO, Wilmer Guzman

HUANCVELICA - PERÚ

2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCVELICA FACULTAD DE CIENCIAS DE INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

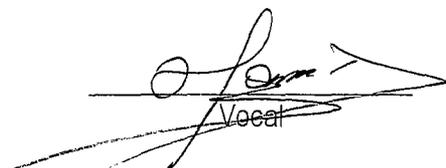
En el Auditorium de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, a los 17 días del mes de febrero del año 2014, a horas 3:00 p.m, se reunieron los miembros del Jurado Calificador conformado por los siguientes: **Dr. Alfonso Gregorio CORDERO FERNANDEZ (PRESIDENTE)**, Ing. Yola Victoria **RAMOS ESPINOZA (SECRETARIA)**, M.Sc. Héctor Marcelo **GUILLEN DOMINGUEZ (VOCAL)**, Mg. Melanio **JURADO ESCOBAR (ACCESITARIO)**. designados con la Resolución de Consejo de Facultad N° 027-2012-FCI-CoyG-UNH, de fecha 31 de octubre del 2012, y ratificados con la Resolución de Decano N° 025-2014-FCI-UNH de fecha 14 de febrero del 2014, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación del informe final de tesis titulado: "COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE ALPACAS (*Vicugna pacos*) Y LLAMAS (*Lama glama*) EN PASTOREO MONOESPECÍFICO Y MIXTO EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO", presentado por el Bachiller **Wilmer Guzman ARANA CCENCHO**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Zootecnista**; en presencia del Ing. **José Luis CONTRERAS PACO**, Asesor y M.Sc. **Omar Daniel SIGUAS ROBLES** Co - Asesor del presente trabajo de tesis. Finalizado la evaluación a horas...4:40p.m se invitó al público presente y al sustentante abandonar el recinto. Luego de una amplia deliberación por parte de los Jurados, se llegó al siguiente resultado:

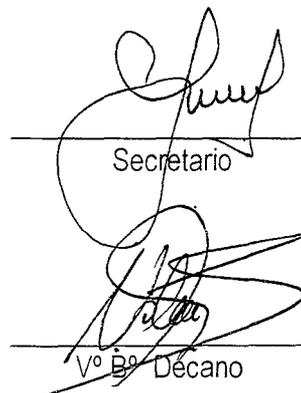
APROBADO POR...UNANIMIDAD

DESAPROBADO

En conformidad a lo actuado firmamos a continuación:


Presidente


Vocal


Secretario


Vº Bº Decano

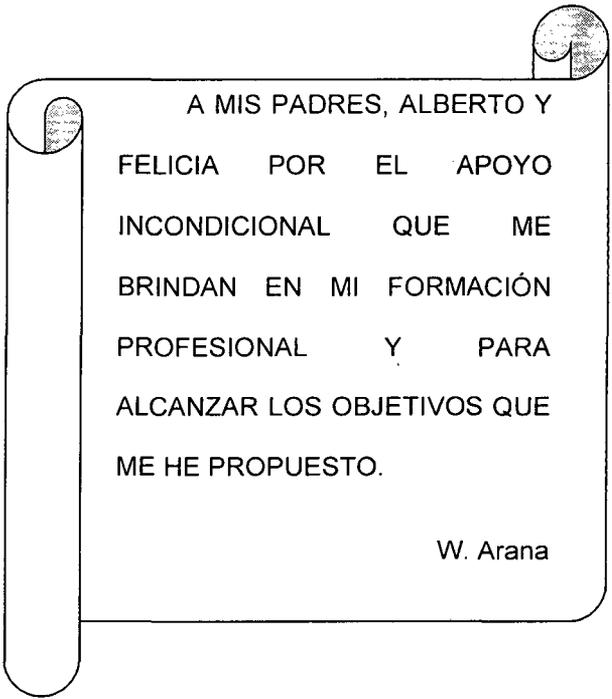
21

M.Sc. JOSÉ LUIS CONTRERAS PACO

ASESOR

M.Sc. OMAR DANIEL SIGUAS ROBLES

CO-ASESOR



A MIS PADRES, ALBERTO Y
FELICIA POR EL APOYO
INCONDICIONAL QUE ME
BRINDAN EN MI FORMACIÓN
PROFESIONAL Y PARA
ALCANZAR LOS OBJETIVOS QUE
ME HE PROPUESTO.

W. Arana

AGRADECIMIENTO

- Al M.Sc. José L. CONTRESAS PACO, docente universitario, asesor del presente trabajo.
- Al M.Sc. Omar D. SIGUAS ROBLES, docente universitario, co-asesor del presente trabajo, por su permanente orientación y dedicación.
- Al Dr. Jordi BARTOLOMÉ FILELLA, docente de la Universidad Autónoma de Barcelona (España), Jefe del proyecto CAMELSIMP, por su permanente orientación.
- Al Dr. Edgar C. QUISPE PEÑA, docente universitario, por su apoyo brindado en la ejecución de los trabajos del proyecto CAMELSIMP.
- Al Programa de ovinos y camélidos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Por su apoyo en la identificación de especies vegetales.
- A mis padres por su apoyo permanente e incondicional
- A los integrantes del equipo de trabajo del proyecto CAMELSIMP: Marco Antonio (Chez), Rolando Rivera, Aida Carhuapoma, Augusto Manrique y al personal de campo del CIDCS-Lachocc.

ÍNDICE

PÁG.

PORTADA
ÍNDICE
RESUMEN
ÍNDICE DE TABLAS
ÍNDICE DE CUADROS
ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES
ÍNDICE DE ANEXOS
INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema.....16
1.2. Formulación del problema.....16
1.3. Objetivos.....16
1.4. Justificación.....17

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.....18
2.2 Bases teóricas.....20
 2.2.1 Comportamiento alimenticio.....20
 2.2.2 Composición florística de la pradera altoandina.....21
 2.2.3 Composición botánica de la dieta.....21
 2.2.3.1 Microhistología fecal.....22

67

2.2.3.2 Otros procedimientos usados para estimar la composición botánica de la dieta de los herbívoros observación directa de los animales.....	24
2.3 Hipótesis.....	26
2.4 Identificación de variables.....	26

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ámbito de estudio.....	27
3.2. Tipo de investigación.....	27
3.3. Nivel de investigación.....	27
3.4. Método de investigación.....	27
3.5 Diseño de investigación.....	27
3.6 Población, diseño de las parcelas y la carga asignada, muestreo de vegetación.....	28
3.6.1. Población.....	28
3.6.2. Diseño de las parcelas y la carga asignada.....	28
3.6.3. Muestreo de vegetación.....	29
3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.7.1. Evaluación de la composición florística y clasificación de especies vegetales	
3.7.2. Composición botánica de la dieta.....	31
3.7.2.1 Colección de referencia.....	31
3.7.2.2 Recolección de muestras fecales.....	31
3.7.2.3 Preparación de láminas microhistológicas.....	32
3.7.2.4 Procedimiento de preparación y lectura de láminas microhistológicas	
3.7.2.5 Características microhistológicas de la epidermis de las especies de plantas estudiadas.....	35
3.8. Procedimiento de recolección de datos.....	40
3.8.1 Composición florística.....	40
3.8.2 Composición botánica.....	40
3.8.3 Similitud de la dieta.....	41
3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	41
3.9.1 Composición florística.....	41
3.9.2 Composición botánica.....	41

3.9.2.1 Índice de Shannon – Wiener.....	42
3.9.2.2 Análisis clúster.....	42
3.9.3 Similitud de la dieta.....	43
3.9.3.1 Índice de similaridad de Jaccard.....	43
3.9.3.2 Índice de disimilaridad de Jaccard.....	44

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de la composición florística en la época húmeda.....	45
4.1.1 Composición florística en la época húmeda.....	45
4.1.2 Composición florística en la época seca.....	47
4.3. Composición botánica.....	49
4.3.1 Media, desviación estándar y coeficiente de variación para las especies vegetales.....	49
4.3.2 Índice de diversidad por unidad muestral.....	51
4.3.3 Similitud para las unidades muestrales.....	53
4.3.4 Dendrogramas para el agrupamiento de unidades muestrales [Análisis Clúster Jerárquico].....	54
4.3.5 Dendrogramas para el agrupamiento de especies vegetales [Análisis Clúster Jerárquico].....	55
4.3.6 Mapa de calor (heatmap) usando los datos de disimilaridad de Jaccard.....	57
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES.....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60
ANEXOS.....	64

RESUMEN

Composición botánica de la dieta de alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) en pastoreo monoespecífico y mixto en dos épocas del año.

Este estudio tuvo como objetivo determinar la composición botánica de la dieta de alpacas y llamas en pastoreo monoespecífico y mixto durante las épocas húmeda y seca en un pajonal de la región altoandina de Huancavelica. Se realizó durante 02 épocas del año (húmeda y seca), en 06 parcelas cercadas de 50x50m, distribuidas en dos lugares de pastoreo. El pajonal está dominado especialmente por gramíneas como *Festuca dolichophylla*, graminoides y herbáceas. Cuatro parcelas fueron pastoreadas durante siete días consecutivos en pastoreo monoespecífico por 18 alpacas y 12 llamas en cada parcela y dos parcelas en pastoreo mixto con 09 alpacas y 06 llamas. La composición botánica de la dieta fue estimada mediante la técnica de microhistología fecal. Las especies vegetales identificadas fueron clasificadas de acuerdo al tipo funcional en: gramíneas, graminoides (Cyperaceas y Juncaceas), herbáceas, leguminosas y arbustivas. Las dietas se analizaron usando el análisis de clúster. Se identificaron dos clúster bien definidos por especie animal, indicando que la dieta de ambos camélidos es diferente. Las gramíneas fueron las especies más abundantes en la dieta seguidas por las herbáceas y graminoides. Las leguminosas y arbustivas no forman un componente importante de la dieta de las alpacas y llamas, dada su escasa disponibilidad en la pradera. Contrariamente a lo que pensábamos, existe una relativa similitud en la dietas de las alpacas y llamas, que genera una alta competencia por ciertas especies vegetales más que otras.

Palabras clave: alpaca, llama, composición botánica, análisis clúster, pastoreo, microhistología fecal.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición florística de las parcelas de Tucumachay y Ranramocco en la época húmeda.....	46
Tabla 2. Composición florística de las parcelas de Tucumachay y Ranramocco en la época seca.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición botánica de la dieta (%) por grupo de planta de las dietas de la alpaca y llama durante el periodo de seca y lluvia en un pastizal de <i>Festuca dolichophylla</i>	19
Cuadro 2. Estadísticos descriptivos para la abundancia de especies vegetales consumidas por alpacas y llamas en pastoreo monoespecífico y mixto durante dos épocas del año.....	50
Cuadro 3. Índice de diversidad de Shannon (H').....	51
Cuadro 4. Similitud de Jaccard para las unidades muestrales.....	54

b2

ÍNDICE DE FIGURAS E IMÁGENES

FIGURAS

Figura 1. Histograma de índice de diversidad de Shannon (H') para las unidades muestrales

Figura 2. Diagrama de cajas de las especies vegetales encontradas en las dietas de las alpacas y llamas

Figura 3. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales a través de la época húmeda y época seca

Figura 4. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales en función de la época y el lugar de pastoreo

Figura 5. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales en función de la época y la forma de pastoreo

Figura 6. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales en función de la época y la especie animal

Figura 7. Dendograma para las unidades muestrales utilizando el coeficiente de disimilaridad de Jaccard

Figura 8. Dendograma para las especies vegetales utilizando el coeficiente de disimilaridad de Jaccard

Figura 9. Heatmap para las especies vegetales y unidades muestrales usando los datos de disimilaridad de Jaccard

IMÁGENES

Imagen 1. *Festuca dolichophylla*

Imagen 2. *Calamagrostis vicunarum*

Imagen 3. *Poa aequigluma*

Imagen 4. Carex ecuadorica

Imagen 5. Lachemilla pinnata

Imagen 6. Arenaria tetragyna

Imagen 7. Hypochaeris taraxacoides

ÍNDICE DE ANEXOS

FOTOGRAFÍAS

Foto 1. Delimitación de las parcelas.

Foto 2. Materiales para el cercado de las parcelas.

Foto 3. Selección de las unidades experimentales – alpacas.

Foto 4. Selección de las unidades experimentales – llamas.

Foto 5. Materiales para la identificación de pastos naturales y
composición florística de las parcelas.

Foto 6. Identificación de pastos Naturales.

Foto 7. Muestras de pastos naturales para la colección microhistológica de referencia

Foto 8. Conservación de las muestras de pastos naturales para la colección
microhistológica de referencia

Foto 9. Método de transecto lineal para determinar la composición florística de las
parcelas.

Foto 10. Punto de transecto lineal cada 10 cm según método de intercepción lineal

Foto 11. Recolección de muestras fecales de alpacas y llamas

Foto 12. Rotulado de las muestras fecales.

Foto 13. Muestras fecales conservadas para su posterior análisis.

Foto 14. Muestra fecal descongelada lista para triturar.

Foto 15. Trituración de muestras fecales

Foto 16. Homogenización de las muestras fecales.

Foto 17. Muestra fecal ya disgregada

Foto 18. Colocando muestra fecal en el tubo de ensayo.

Foto 19. Muestras fecales debidamente rotuladas en los tubos de ensayo.

Foto 20. Añadiendo el ácido nítrico a las muestras para producir la reacción deseada.

Foto 21. Muestras en baño María a 80°C durante 2 minutos.

Foto 22. Reacción de las muestras con el ácido nítrico

Foto 23. Colocando la reacción en un vaso precipitado con 250 ml de agua destilada

Foto 24. Dejando las muestras sedimentando por 24 horas

Foto 25. Proceso de filtrado de las muestras en el tamiz.

Foto 26. Añadiendo el ácido nítrico a las muestras para producir la reacción deseada.

Foto 27. Rotulado de láminas portaobjetos.

Foto 28. Preparación de láminas microhistológicas.

Foto 29. Láminas microhistológicas listas para su lectura.

Foto 30. Láminas de colección de referencia

INTRODUCCIÓN

La alpaca y llama han sido ancestralmente los únicos grandes herbívoros de los ecosistemas de páramo y puna en los Andes. Las formaciones vegetales donde suelen alimentarse son denominadas "pajonales" y "bofedales". Los pajonales son comunidades vegetales extensas conformadas por un estrato alto (entre 0.5 y 1m) dominados por gramíneas perennes y muy lignificadas, como el "ichu" (*Jarava ichu* Ruiz & Pav.) o "chilguar" (*Festuca dolichophylla* J. Presl) y un estrato bajo más diverso. Los bofedales se encuentran ubicados en dos zonas agroecológicas, es decir, en la zona de puna húmeda y puna seca, ocupando menor superficie y están formados por gramíneas, ciperáceas y otras herbáceas capaces de formar densos macollos o cojines emergentes sobre el nivel de inundación, con un crecimiento muy lento. Esta formación vegetal constituye el hábitat preferente para los herbívoros, por lo que suele estar continuamente pastoreado (Reiner y Bryant, 1986). Por consiguiente, en los Andes el pastoreo no tendría por qué considerarse una perturbación sino un proceso incorporado al sistema (Milchunas *et al.*, 1988).

El conocimiento del funcionamiento de los sistemas de producción basados en la explotación de camélidos domésticos es escaso, especialmente lo referido al estudio de la interacción planta-herbívoro, la cual requiere información acerca de la naturaleza de la pradera, y de la composición botánica y calidad de la dieta consumida por los animales en pastoreo (Dove y Mayes, 1991).

El propósito de estudiar la composición botánica, es revertir los procesos de degradación y mantener la biodiversidad en las áreas sometidas a la producción extensiva de animales, es fundamental conocer los componentes botánicos de la dieta de los herbívoros domésticos (alpacas y llamas) para lograr un manejo sostenible de los pastizales sometidos a este tipo de ganadería, de esta manera se obtendrá mejores resultados en los índices productivos y como consecuencia un incremento en los ingresos de los productores. Conocer la dieta de alpacas y llamas, facilita la aplicación de los principios de la nutrición, del manejo y conservación de las praderas (Holechek *et al.*, 2001).

CAPÍTULO I

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En el Perú, existen pocos estudios de la composición botánica de la dieta de alpacas y llamas. Los camélidos son herbívoros selectivos y su dieta está compuesta por gramíneas y una pequeña proporción de herbáceas. Se conoce también que alpacas y llamas consumen más gramíneas durante la época seca en comparación a la época húmeda. Dado que los rebaños de camélidos exhiben como característica principal el pastoreo mixto o pastoreo en simpatria y son escasos los rebaños donde los camélidos pastorean en forma independiente o en pastoreo monoespecífico. Así mismo en la pradera altoandina las condiciones climáticas influyen sobre la composición florística y la disponibilidad de especies no es la misma a través de los meses del año. Nos propusimos examinar las siguientes preguntas ¿Cuál será la composición botánica de la dieta de alpacas y llamas en pastoreo monoespecífico y mixto? ¿Variará la composición botánica de la dieta en función de la época del año y la forma de pastoreo? ¿Cuál será la similitud de las dietas de ambos camélidos de acuerdo a la forma de pastoreo y la época de año?

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la composición botánica de la dieta de alpacas y llamas en pastoreo monoespecífico y mixto durante las épocas húmeda y seca?

1.3. Objetivos

Objetivo general

Determinar la composición botánica de la dieta de alpacas y llamas en pastoreo monoespecífico y mixto durante las épocas húmeda y seca.

Objetivos específicos

- ✓ Determinar la composición florística, durante las épocas húmeda y seca en las parcelas de Tucumachay y Ranramocco.

- ✓ Estimar la composición botánica de la dieta en alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) utilizando la técnica de microhistología fecal durante las épocas húmeda y seca en pastoreo monoespecífico y mixto.

- ✓ Determinar el grado de similitud de la dieta, entre alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) en pastoreo monoespecífico y mixto en la época húmeda y seca.

1.4 Justificación

Con los resultados obtenidos se espera aportar información para mejorar la gestión de los pastos mediante una combinación adecuada de las diferentes especies animales que cohabitan en los andes peruanos. El mejoramiento de la producción de alpacas depende de cuatro factores, los cuales en orden de importancia son: 1) adecuada nutrición, 2) control de enfermedades, 3) adecuado manejo del rebaño y 4) genética (West, 1981), debido a que una adecuada nutrición está determinada por las especies de plantas seleccionadas por el animal, una cuidadosa evaluación de la dieta de dicho animal, facilitaría la aplicación de prácticas adecuadas de manejo de pastos naturales

A fin de revertir los procesos de degradación, y mantener la biodiversidad en las áreas sometidas a la producción extensiva de animales, es fundamental conocer los componentes botánicos de la dieta de los herbívoros domésticos (alpacas y llamas) para lograr un manejo sostenible de los pastizales sometidos a este tipo de ganadería, de esta manera se obtendrá mejores resultados en los índices productivos generando incremento en los ingresos de los productores, además servirá como referencia para posteriores trabajos de investigación.

SS

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA

El análisis microhistológico de los fragmentos de la epidermis de las plantas en materia fecal de muestras de herbívoros fue presentado por (Baumgartner y Martin, 1939), para identificar la composición botánica de forraje consumidos por los herbívoros. Este método con diversas modificaciones se ha utilizado ampliamente en los estudios con animales silvestres y domésticos (Stewart, 1967; Sparks y Malechek, 1968; Vavra y Holechek, 1980; Holechek *et al.*, 1982; Bartolomé *et al.*, 1998; Bartolomé *et al.*, 2002).

El primer estudio para conocer la composición de la dieta en alpacas se realizó en el Altiplano de Puno, usando fistula esofágica (Barcena, 1977), encontrándose que los más importantes componentes de la dieta en la época húmeda son *Hypochoeris stinophala* (18%) y *Eleocharis albibracteata* (15%). En la estación seca, *Festuca dolichophylla* (56%) y *Calamagrostis vicunarium* (28%) fueron dominantes.

Más adelante en el Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos La Raya – Cusco (San Martín, 1987), utilizó la técnica de fistula esofágica para determinar la composición botánica de la dieta. Señalando que la alpaca es una especie altamente adaptable, ya que varía su selección de plantas de acuerdo con la disponibilidad del forraje. Así, 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 para su dieta. La llama tiene una mayor preferencia por las gramíneas, pero la alpaca tiene una alta selectividad en ambos periodos por las herbáceas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición botánica de la dieta (%) por grupo de plantas consumidas por alpacas y llamas durante el periodo de seca y lluvia en un pastizal de *Festuca dolichophylla*.

Grupo de plantas	Periodo seco		Periodo de lluvias		Promedio	
	Alpaca	Llama	Alpaca	Llama	Alpaca	Llama
Gramíneas altas	24	38	28	45	26	42
Gramíneas cortas	38	51	29	42	34	46
Total gramíneas	62	89	56	87	59	88
Plantas parecidas a las gramíneas	2	6	1	5	2	6
Herbáceas	35	4	42	7	38	6

Fuente: San Martin, 1987

En el sur del Perú (Cusco) durante la época seca en praderas naturales, Farfan (1982) utilizó la técnica de microhistología fecal para estudiar la composición de dietas de alpacas adultas. Concluyendo, que el consumo de gramíneas fue mayor durante los meses más secos y disminuyó durante la temporada de lluvias. La tendencia en el consumo de herbáceas, registraron bajo consumo durante los meses secos y el aumento en el consumo de gramíneas en la temporada de lluvias. Las especies preferidas por las alpacas fueron: *Eleocharis albibracteata*, *Poa spp.*, *Calamagrostis heterophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Alchemilla pinnata*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Carex spp.* Especies menos abundantes pero altamente preferidas fueron: *Poa gymnantha*, *Muhlenbergia peruviana*, *Stipa brachiphylla*, *Ranunculus limoselloides* y *Trifolium amabile*.

En la estepa magallánica de Argentina (Posse y Livraghi, 1997), determinaron estacionalmente la composición botánica de la dieta de la llama (*Lama glama*) mediante análisis microhistológico de heces. Indican que las gramíneas fueron el grupo más importante en la dieta de la llama durante todo el año (entre 55 y 73%). Dentro de este grupo destacaron *Poa* y *Deschampsia* con porcentajes de alrededor del 15% cada una, en todas las estaciones. Los gramínoideos variaron entre el 12 % en otoño hasta el 31 % en verano. Las dicotiledóneas herbáceas representaron entre

el 3 % en primavera y el 12 % en otoño y los arbustos presentaron el valor más bajo en otoño-invierno (2%) y el más alto en primavera (12%), no parece que los arbustos hayan sido seleccionados por las llamas.

En las praderas altiplánicas de Parinacota de Chile (Castellaro *et al.*, 2004), usaron la técnica de microhistología fecal para determinar la composición botánica de las dietas de alpacas (*Lama pacos L.*) y llamas (*Lama glama L.*) en dos estaciones del año. Encontraron que en las dietas fueron dominadas por especies del bofedal, especialmente gramíneas y graminoides, destacando también, especies del "pajonal" y el "tolar", *Festuca orthophylla* y *Parastrephia lucida*, respectivamente, especialmente en invierno y en las dietas de llamas. Las dietas difirieron en composición y diversidad, existiendo una interacción entre el tipo de herbívoro y la época del año, con una significativa superposición de 61,4% en verano y de 73,6% en invierno, lo que sugiere un manejo del pastoreo diferenciado de estos camélidos para evitar una eventual competencia.

En la zona central de Chile (Castellaro *et al.*, 2007), determinaron las especies vegetales seleccionadas por las alpacas en diferentes etapas fenológicas del pastizal (vegetativo, reproductivo y seco). En la pradera se evaluó la composición botánica y la disponibilidad de la materia seca bajo pastoreo. La composición botánica de la dieta fue estimada mediante la técnica microhistológica, utilizando muestras de fecas colectadas directamente del recto de los animales. Las especies más consumidas en el período vegetativo fueron las poáceas anuales y perennes. En el período reproductivo, las especies leñosas, poáceas anuales y dicotiledóneas herbáceas fueron los componentes más importantes de la dieta. En el período seco, la dieta estuvo constituida en un alto porcentaje por especies leñosas.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 COMPORTAMIENTO ALIMENTICIO

Alpaca

La crianza de alpacas se desarrolla entre los 4.400 a 4.800 m.s.n.m, este camélido prefiere la vegetación de praderas y pantanos llamados colectivamente "bofedales" (Fowler, 2010).

Desde el punto de vista trófico es un herbívoro selectivo y oportunista, tiene preferencia por las herbáceas y solamente ramonea cuando hay extrema necesidad; además, debe beber agua todos los días (San Martín, 1991).

Llama

La crianza de llamas se desarrolla entre los 2.300 a 4.000 m.s.n.m, es un herbívoro pastoreador y ramoneador prefiriendo los pastos de zonas áridas y laderas. Se alimentan de pastos altos y amacollados, que colectivamente se denominan "ichu" (*Stipa*, *Festuca*, *Calamagrostis*) y dominados por *Festuca* (*Festuca dolichophylla*), también pueden utilizar arbustos y árboles disponibles (Fowler, 2010).

A diferencia de las alpacas pueden adaptarse a una gran diversidad de ambientes y tipos de vegetación, además es ser tolerantes a eventos de sequías (San Martín, 1987).

2.2.2 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA PRADERA ALTOANDINA

Los pastizales de la zona altoandina mayormente se encuentran constituidos por especies de gramíneas (*poáceas*), cuyos géneros más representativos son: *Festuca*, *Calamagrostis*, *Stipa* y *Poa*. Solo una pequeña porción está conformado por especies de otras familias; tales como las Leguminosas, Asteráceas, Ciperáceas, Juncáceas y Malváceas (Tovar y Oscanoa, 2002).

La determinación de la composición florística según Cummings y Smith (2000) se realizó siguiendo el método de intercepción lineal, este consiste en establecer una línea imaginaria de 20 m a 100 m (transecto) donde cada diez centímetros se coloca una aguja metálica y se registran las especies que son tocadas por ésta al ser bajadas sobre la vegetación.

2.2.3 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA

Conocer la composición botánica de la dieta de los animales herbívoros, tanto silvestres como domésticos, ayuda a identificar estrategias de conservación y manejo de las poblaciones animales y contribuye a minimizar

el impacto del pastoreo sobre la vegetación. En este sentido, los estudios de dieta son fundamentales para identificar que especies componen el forraje consumido por el ganado (Holechek *et al.*, 1982, Bartolomé *et al.*, 1998; Bartolomé *et al.*, 2002; Castellaro *et al.*, 2004; Castellaro *et al.*, 2007; Bartolomé *et al.*, 2011).

2.2.3.1 MICROHISTOLOGÍA FECAL

La técnica microhistológica ha sido ampliamente utilizada para estudiar la composición de la dieta y puede realizarse a partir de muestras fecales o estomacales (Holechek *et al.*, 1982; Henley *et al.*, 2001), el uso de heces se recomienda por la facilidad en la obtención de las muestras y porque se considera un método no invasivo ya que no implica manipulación o sacrificio de animales. La microhistología se basa en la identificación bajo microscopio de fragmentos epidérmicos vegetales que poseen caracteres que permiten diferenciar las especies vegetales. Los fragmentos vegetales encontrados en las heces son comparados con patrones epidérmicos de las plantas del lugar y cuantificados mediante diferentes métodos (Sparks y Malechek, 1968; Holechek y Gross, 1982; Bartolomé *et al.*, 1998; Bartolomé *et al.*, 2002). Los elementos anatómicos utilizados para la caracterización de la epidermis, han sido descritos detalladamente en trabajos anteriores y esencialmente consiste en cuatro grupos de caracteres: células largas, células cortas, pelos y estomas (Aldezabal y Garcia-Gonzales, 1992).

Los métodos destinados para estimar la composición botánica de la dieta del herbívoro incluyen técnicas como observación directa, fistula esofágica y el análisis fecal. Cada uno de estos métodos tiene limitaciones importantes. La observación directa requiere aportes de tiempo mínimo y del equipo, pero la exactitud y la precisión son un problema, en particular con animales salvajes. Los métodos de la fistula son precisos pero son difíciles de acostumbrar con animales salvajes. Además cuestan mucho y requieren tiempo considerable. El

análisis del contenido estomacal implica sacrificio del animal y, por consiguiente, está generalmente restringido para animales salvajes con poblaciones grandes. El análisis fecal ha sido usado extensamente en estos últimos años para evaluar la composición botánica de la dieta de herbívoros salvajes y domésticos. Los estudios recientes muestran que el análisis microhistológico puede dar una representación precisa de las especies de plantas consumidas (Holechek *et al.*, 1982; Bartolomé *et al.*, 1998; Bartolomé *et al.*, 2002). Siendo el procedimiento usado para estimar la composición botánica de la dieta, el análisis fecal.

ANÁLISIS FECAL

El análisis microscópico de la materia fecal se ha convertido en uno de los métodos más populares en la determinación de la composición botánica de la dieta de los herbívoros silvestres y domésticos.

Las ventajas de análisis fecal según (Vavra y Holechek, 1980; Holechek *et al.*, 1982) son:

- No interfiere con los hábitos normales de los animales.
- Permite un muestreo prácticamente ilimitado.
- No se impone ninguna restricción sobre el movimiento de los animales.
- Tiene un valor particular cuando los animales van más a comunidades mixtas.
- Es el único procedimiento factible para utilizar, cuando se estudia especies reservadas y/o en peligro de extinción.
- Puede ser utilizado para comparar las dietas de dos o más animales al mismo tiempo.
- El muestreo real requiere muy poco equipo.

Sin embargo también tiene algunas desventajas importantes. Estos son los siguientes:

- ❖ La precisión es un problema ya que las especies de forraje en las heces a menudo no son proporcionales a los que se consumen.
- ❖ Considerable equipo y mano de obra son necesarios para el efectivo análisis.
- ❖ Se requiere una extensa colección de referencia de la planta.
- ❖ Un observador debe tener una formación considerable para identificar con precisión los fragmentos de plantas.
- ❖ Muchas especies de plantas son difíciles de separar en especies y a veces a nivel de género.
- ❖ Identificación de la planta es tanto tedioso y lento. Destrucción de algunas especies de plantas puede producirse durante la preparación de la diapositiva.
- ❖ Procedimientos de recogida de muestras pueden sesgar los resultados.
- ❖ Algunas especies pueden llegar a ser imposible de identificar en las heces.
- ❖ La identificación se complica aún más por el envejecimiento de material fecal antes de la toma de muestras.
- ❖ La fragmentación puede variar entre especies durante la digestión, en consecuencia la proporción relativa de las especies aparece diferente.

2.2.3.2. OTROS PROCEDIMIENTOS USADOS PARA ESTIMAR LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LA DIETA DE LOS HERBÍVOROS OBSERVACIÓN DIRECTA DE LOS ANIMALES

Las principales ventajas de esta técnica son por la facilidad de uso y menor requerimiento de equipo. Teniendo en cuenta que la distancia entre animal y observador es generalmente dentro de 10 metros, pero nunca más de 20 metros. El observador registra la identidad del animal, el tiempo de observación, especie vegetal y el número de mordeduras o bocados (Henley *et al.*, 2001).

La dificultad en la identificación de especies y la cuantificación de la cantidad de una planta que fue seleccionado por el animal, son problemas importantes asociados con el procedimiento. Los factores que influyen en la exactitud y la precisión del método de observación directa, incluyen la formación del observador, diversidad de plantas, y el desarrollo fenológico de las plantas individuales (Holechek *et al.*, 1982).

Este método resultó en una dieta baja en gramíneas y superior en herbáceas que otros métodos, y fueron más similares con los resultados obtenidos por fistula esofágica (McInnis *et al.*, 1983).

ANÁLISIS DEL CONTENIDO ESTOMACAL

Este procedimiento es comúnmente utilizado por los investigadores de la vida silvestre. La principal desventaja de este procedimiento es que implica el sacrificio de los animales y por lo tanto es restringido principalmente para los animales silvestres, este método proporciona información sobre qué especies consumen y da una indicación de proporciones relativas de lo consumido (Holechek *et al.*, 1982).

El análisis en el rumen tiene tendencia a sobreestimar la abundancia de gramíneas y subestimar la abundancia de herbáceas (Vavra *et al.*, 1978; McInnis *et al.*, 1983).

FÍSTULA ESOFÁGICA

Los problemas asociados con este procedimiento, pueden incluir contaminantes por el contenido del rumen, recuperaciones incompletas, alto costo, y la baja precisión de muestreo para especies individuales en la dieta. Varios estudios han demostrado que las estimaciones de composición botánica de la dieta, obtenida con la técnica de fistula esofágica, son bajas en precisión (Vavra *et al.*, 1978; Holechek *et al.*, 1982; McInnis *et al.*, 1983; Henley *et al.*, 2001).

2.3 Hipótesis

Ho: La composición botánica de la dieta de alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) no difiere entre ambas especies durante la época húmeda y seca en pastoreo mono específico y mixto.

Ha: La composición botánica de la dieta de alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) difiere entre ambas especies durante la época húmeda y seca en pastoreo mono específico y mixto.

2.4 Identificación de variables

2.4.1 Variables

- Épocas del año : Húmeda (H); Seca (S).
- Lugar de pastoreo : Tucumachay (T); Ranramocco (R).
- Forma de pastoreo : Mono específico (m); Mixto (M).
- Especie animal : Alpaca (A); Llama (L).

Estas variables fueron agrupadas en unidades muestrales para su respectivo análisis, siendo estas en total 16, de acuerdo al siguiente detalle: HTmL, HTmA, HTMA, HTML, HRmA, HRmL, HRMA, HRML, STmL, STmA, STMA, STML, SRmA, SRmL, SRML y SRMA.

Ejemplo:

HTmL: Húmeda (H), Tucumachay (T), Mono específico (m), Llama (L).

SRMA: Seca (S), Ranramocco (R), Mixto (M), Alpaca (A).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Ámbito de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó entre febrero a noviembre del 2011, en el Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc (CIDCSL), en las unidades de producción de Tucumachay ubicado a 4.443 m.s.n.m., 12°53,615' Latitud Sur, 75°5,829' Longitud Oeste y Ranramocco a 4.251 m.s.n.m., 12°51,484' Latitud Sur, 75°5,868' Longitud Oeste. La zona presenta un clima frío con temperaturas máximas que oscilan entre 14.9 °C a 18.3 °C y mínimas entre -4.0 °C a 4.4 °C, y una precipitación pluvial máxima de 240.5 mm y la mínima de 1.1 mm, para el período comprendido entre enero a diciembre del 2011 (SENAMHI, 2013).

3.2 Tipo de investigación

Aplicada

3.3 Nivel de investigación

Tecnológico

3.4 Método de investigación

Deductivo

3.5 Diseño de investigación

Tres meses antes de iniciar el experimento, se cercaron las parcelas de pastoreo en Tucumachay y Ranramocco y antes de introducir los animales a las parcelas cercadas se determinó la composición florística en ambas épocas del año (húmeda y seca), luego se seleccionaron alpacas y llamas hembras adultas para la realización del pastoreo en las parcelas. La composición botánica de la dieta de alpacas y llamas fue

estimado a través de la técnica de microhistología fecal, para lo cual se tuvieron a los animales en las parcelas durante 07 días, y las muestras fecales fueron recolectadas al séptimo día de pastoreo esperando que depositen sus heces ambos camélidos.

Para el análisis se organizaron en unidades muestrales, siendo en total 16, en cada unidad muestral están incluidas las variables época del año, lugar de pastoreo, forma de pastoreo y especie animal. La cantidad de especies vegetales que se estudiaron en la dieta de ambos camélidos fue 31.

Los valores de composición botánica de la dieta se analizaron mediante un análisis clúster jerárquico, considerando las siguientes variables: Época del año (H = húmeda; S = seca), especie animal (A = alpaca; L = llama), forma de pastoreo (m = monoespecífico; M = mixto) y lugar de pastoreo (R = Ranramocco; T = Tucumachay).

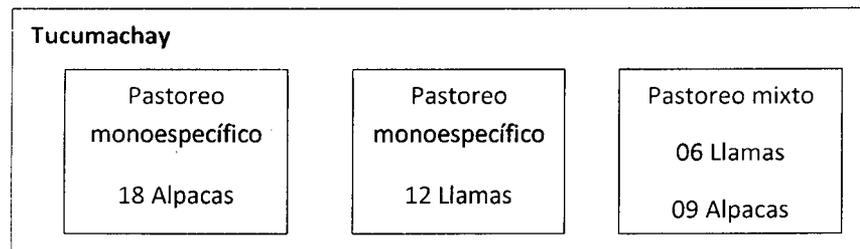
3.6 Población, diseño de las parcelas y la carga asignada, muestreo de vegetación

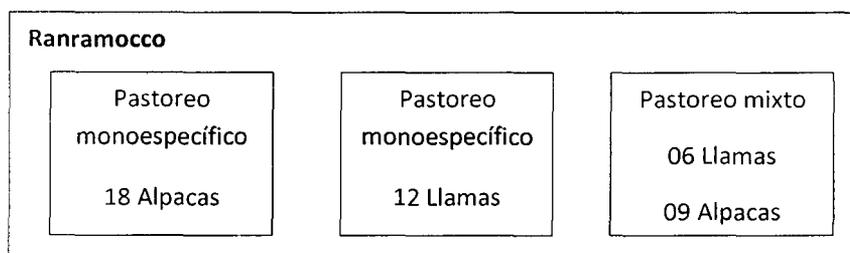
3.6.1 Población

El Centro de Investigación y Desarrollo de Camélidos Sudamericanos Lachocc (CIDCSL) tuvo una población total de 1200 alpacas y 240 llamas.

3.6.2 Diseño de las parcelas y la carga asignada

Alpacas y llamas hembras adultas en seis parcelas de 50x50m.





La carga ganadera en cada parcela fue el equivalente a 1,4 alpacas/ha/año (Quinto, 2004), correspondiente a una condición de pastizal entre regular a buena (Novoa y Flores, 1991).

3.6.3 Muestreo de vegetación

Se establecieron 2 zonas de estudio de características similares en cuanto a orientación, altitud y vegetación, la cantidad de parcelas que se cercaron fue seis, de dimensiones (50x50m), distribuidos en número de tres en Tucumachay y tres en Ranramocco, respectivamente, en las dos épocas del año (húmeda y seca), en pastoreo monoespecífico y mixto. Realizando dos transectos de 20m por parcela y la lectura a intervalos de 10cm.

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Evaluación de la composición florística y clasificación de especies vegetales

La evaluación de la composición florística se hizo utilizando el método descrito por Cummings y Smith, (2000). En cada una de las seis parcelas se realizaron dos transectos de vegetación de 20 m cada uno y se registraron los individuos a intervalos de 10 cm. Los transectos se realizaron en el mes de febrero durante la época húmeda y en el mes de setiembre durante la época seca.

El modelo de formato que se utilizó para la recolección de datos es:

Grupos funcionales	Época húmeda						Época seca					
	Tucumachay			Ranramocco			Tucumachay			Ranramocco		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P1	P2	P3	P4	P5	P6
sp 1												
....												
sp n												

Dónde:

Especies vegetales : sp 1.....sp n

Parcelas de pastoreo: P1, P2, P3, P4, P5, P6

La clasificación de las especies vegetales se hizo a través de sus atributos (Frost y Ruyle, 1993 y Pelliza, 2001), de modo que fue posible conformar grupos funcionales de la siguiente manera:

Gramíneas.- Plantas de la familia de las poáceas. Generalmente herbáceas con hojas dobles, estrechas y con venas paralelas y dos hojas están opuestas al tallo.

Graminoides.- Plantas de las familias Cyperaceas y Juncaceas. Por lo general, plantas herbáceas con tallos delgados, generalmente sólidos, redondeados o triangulares y con venas paralelas, a menudo tres hojas emergen del mismo tallo.

Herbáceas.- Plantas herbáceas, generalmente con hojas anchas y nervadas, corresponde a cualquier planta herbácea que no sea gramínea, juncácea o arbustiva.

Leguminosas.- Predominan las hojas compuestas, con un número variable de folíolos. Las hojas compuestas están formadas por un eje o raquis, de donde emergen los folíolos, unidos al raquis por los peciólulos. Estos folíolos pueden ser enteros, dentados, aserrados, etc., y de diferentes formas, ovado, lanceolado, elíptico, obcordado, romboide, linear, oblongo, etc.,

Arbustivas.- Tallos y raíces con estructura secundaria, caracterizada por paredes celulares lignificadas.

3.7.2 Composición botánica de la dieta

El proceso de la digestión, tiene poco efecto sobre la epidermis de las plantas perennes, especialmente cuando la rodea la cutícula, las células epidérmicas (Starr, 1961). En los tejidos jóvenes en crecimiento y en las plantas anuales, en particular, las herbáceas, las células epidérmicas pueden ser erosionados por la masticación y la digestión de las especies vegetales y muchos de los fragmentos aparecen como irreconocibles (Stewart, 1967 modificado por Bartolomé *et al.*, 1998).

3.7.2.1 Colección de referencia

Consiste en la obtención de tejidos epidérmicos vegetales desde una o más estructuras morfológicas de las especies que se encuentran en el área donde pastorean los animales, con el objeto de disponer de patrones de comparación. Estas permiten la determinación de la composición botánica de la dieta de los herbívoros, mediante el análisis de sus heces, siendo posible la identificación de estos patrones en los fragmentos de epidermis de las diferentes especies vegetales (Ortega *et al.*, 1993).

3.7.2.2 Recolección de muestras fecales

Se colectó en total 60 muestras fecales en pastoreo monoespecífico y mixto, durante las dos épocas del año (húmeda y seca). En la época húmeda en pastoreo monoespecífico se recogió 20 muestras de heces en número de 10 por cada especie, en la época seca se recogió la misma cantidad de muestras que en la época húmeda. En pastoreo mixto, en la época húmeda se recogió 10 muestras, correspondiendo cinco muestras para cada especie, recolectando la misma cantidad de muestras fecales en la época seca y luego se conservó las muestras a una temperatura de -20 °C en una congeladora previamente rotuladas,

teniendo en cuenta la fecha de recolección, especie animal, número de parcela, época del año, y lugar de pastoreo.

3.7.2.3 Preparación de láminas microhistológicas

De las 20 muestras de heces recogidas en pastoreo monoespecífico (10 de alpaca y 10 de llama), se extrajeron al azar seis pellets de heces por cada muestra, luego se trituró los pellets y se prepararon tres láminas. En caso de pastoreo mixto, se utilizó las cinco muestras y se prepararon tres láminas, realizándose el mismo procedimiento en ambas épocas del año. Las láminas microhistológicas fueron debidamente rotuladas con la siguiente información: fecha de colección, día de pastoreo, especie animal, número de parcela y forma de pastoreo.

3.7.2.4 Procedimiento de preparación y lectura de láminas microhistológicas

El procedimiento de preparación de las láminas microhistológicas, incluye las siguientes etapas: lavado, disgregación, digestión en medio ácido, aclarado, tamizado, elaboración de preparaciones y recuento de fragmentos (Bartolomé *et al.*, 1998).

a) Lavado y disgregación

Una vez lavadas se colectaron cinco gramos de la muestra en un mortero (en caso de heces solo disgregar y en caso de los fragmentos vegetales triturarlos) luego depositarlo en un tubo de ensayo (rotular los tubos para identificar las muestras y así evitar errores y equivocaciones durante el transcurso del trabajo.

b) Digestión en medio ácido

Colocar en los tubos de ensayo 5 ml de ácido nítrico (HNO_3) al 65 % y llevarlo al equipo de baño María durante 2 a 3 minutos a una

temperatura de 80°C, el ácido nítrico fragmenta los tejidos y solo deja la cutícula de la planta, siendo esta la que indica la base anatómica de la planta.

c) Aclarado

Colocar 200 ml de agua en los vasos precipitados debidamente rotulados e identificados con su respectiva muestra luego vierte las muestras de los tubos de ensayo en los vasos y déjelo reposar por unas cuantas horas (6 a 24 horas) para aclarar y diluirlas muestras.

d) Tamizado

Colocar el tamiz de 1 mm sobre el tamiz de 0.1 mm y luego vierte el contenido de la muestra presente en uno de los vasos de precipitación, extraer los sedimentos que se encuentren en los tamices y colocarlos en una placa petri.

e) Elaboración de preparaciones

Colocar una gota de glicerina al 50% en cada porta objeto (3 porta objetos por cada muestra) debidamente rotulado e identificado para obtener la información deseada.

Extraer los sedimentos y colocarlos en los porta objetos, con ayuda de las agujas extender la muestra sobre la superficie del porta objeto (la muestra no debe de ser muy densa ya que imposibilitaría la visibilidad de las células epidérmicas).

Colocar el sellador (DPX o esmalte para uñas) en los bordes de cubre objetos y luego colocar sobre el portaobjeto, dejando secar por 24 horas.

f) Recuento de fragmentos

La lectura de las láminas microhistológicas, se realizó con microscopio binocular Leica a aumentos de 100x para la identificación total de los fragmentos presentes en el campo y 400x para identificar con mayor precisión el fragmento específico, observando cada campo a 2 mm de distancia en un transecto de 60mm de longitud y se realizaron 03 transectos por lámina con 5 mm de distancia entre los transectos. Los fragmentos de la planta en cada campo y transecto se registraron hasta realizar un conteo de 200 fragmentos epidérmicos (Bartolomé *et al.*, 2011). Los campos con menos del 50 % del área cubierta por estructuras epidérmicas fueron excluidos (Meserve 1981). Asumimos que la abundancia de plantas en las heces fue la misma que la ingerida y que todas las plantas fueron igualmente digeridas (Bonino *et al.*, 1997; Cortés *et al.*, 2003).

La base de datos de la lectura de láminas microhistológicas obtenidos por conteo de fragmentos epidérmicos, se elaboró el siguiente formato:

Época	Lugar	Pastoreo	Especie Animal	Sp1	...	Sp31
H	T	m	A		...	
H	T	m	L			
H	T	M	A			
H	T	M	L			
H	R	m	A			
H	R	m	L			
H	R	M	A			
H	R	M	L			
S	T	m	A			
S	T	m	L			
S	T	M	A			
S	T	M	L			
S	R	m	A			
S	R	m	L			
S	R	M	A		...	
S	R	M	L			

Dónde:

Épocas del año: Húmeda (H); Seca (S)

Lugar de pastoreo: Tucumachay (T); Ranramocco (R)

Forma de pastoreo: Monoespecífico (m); Mixto (M)

Especie animal: Alpaca (A); Llama (L)

Especies vegetales: Sp1.....Sp31

3.7.2.5 Características microhistológicas de la epidermis de las especies de plantas estudiadas

La epidermis y otros tejidos vegetales se obtuvieron a partir de una o varias metodologías (Stewart, 1967; Castellaro *et al.*, 2007; Bartolomé *et al.*, 1998), que estuvieron de acuerdo a las características de cada planta:

- Raspado de epidermis de hojas o vainas (preferentemente gramínoles).
- Tratamiento con Ácido nítrico de una muestra de planta molida. Esto se realizó con algunas de las especies con el fin de evaluar y comparar con el tratamiento de las heces.

Luego del tratamiento de las muestras, se procedió al montaje con glicerina en una lámina portaobjetos, se seleccionaron las mejores preparaciones por especie y se sellaron, utilizando para ello DPX®, con el objeto de asegurar una mejor conservación del patrón. El patrón de la epidermis así obtenido, se etiquetó indicando el nombre científico de la especie vegetal, lugar y fecha de recolección y la parte anatómica de la planta de la cual se obtuvo.

Para la descripción micro anatómicas de las especies de plantas estudiadas, nos basamos en (Ortega *et al.*, 1993; Borgnia, 2009). Teniendo en cuenta las siguientes características histológicas para gramíneas, gramínoles (Ciperáceas y Juncáceas), herbáceas, leguminosas y arbustivas.

Gramíneas

Las paredes celulares pueden ser de diversos tipos: puntudas, redondeadas, cuadradas, profundas, superficiales, homogéneas, heterogéneas.

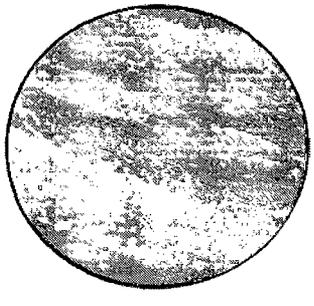
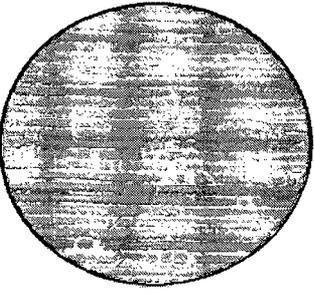
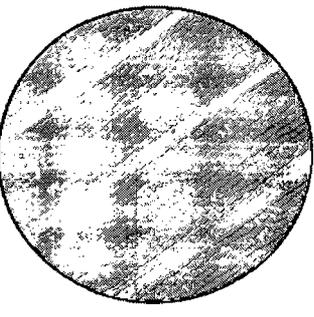
Las formas de las células largas y cortas pueden ser: rectangulares, cuadradas, hexagonales, ovales, elípticas.

Las células de sílice, existen diferentes tipos: redonda, cuadrada, en forma de hueso, en forma de "x", en forma de "H", multi-nodular, bi-nodular.

Las células de corcho, adoptan diferentes formas: rectangular, cuadrado, circular, cuadrado con células de sílice.

Los pelos o tricomas podemos encontrar de dos formas: largo y delgado, corto y grueso.

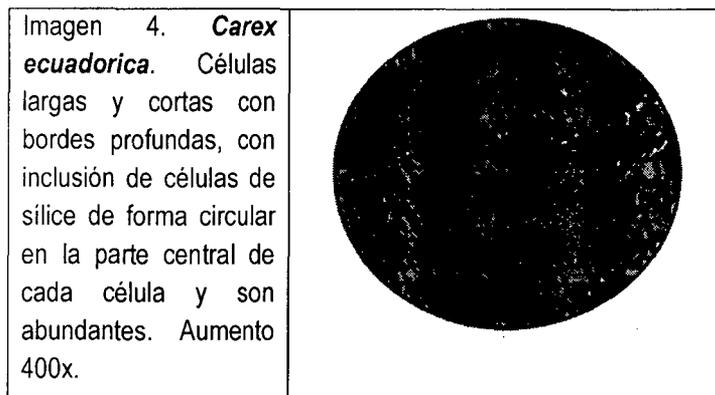
Los estomas no son una característica importante para la identificación de los pastos, porque puede haber distorsión de su forma a causa de la digestión o la preparación de laminillas y son de diferentes formas: rómbicas, redondas, elípticas, cuadradas, ovales, planas, triangulares. A continuación se describe las principales características microhistológicas de la epidermis de gramíneas más importantes de la dieta de alpacas y llamas.

<p>Imagen 1. Festuca dolichophylla. Estomas de forma elíptica dispuestos en hileras. Tricomas unicelulares cortos y largos con base circular, muy abundantes. Aumento 100x.</p>	
<p>Imagen 2. Calamagrostis vicunarum. Células largas rectangulares con bordes profundas, con uniones de células cortas redondeadas y cuadradas. Aumento 100x.</p>	
<p>Imagen 3. Poa aequigluma. Estomas planas dispuestas en 02 hileras en la zona intercostal. Células largas hexagonales con bordes lisas, uniones rectas y oblicuas. Aumento 100x.</p>	

Graminoides

La zona más importante para la identificación de las especies es la zona intercostal. En esta zona podemos encontrar las siguientes estructuras: células de sílice, células de corcho, pelos o tricomas, y los estomas con sus respectivas células auxiliares y encontrándose también en la zona costal con mayor frecuencia los tricomas. A continuación se describe la principal característica microhistológica de

la epidermis de graminoide más importantes de la dieta de alpacas y llamas.



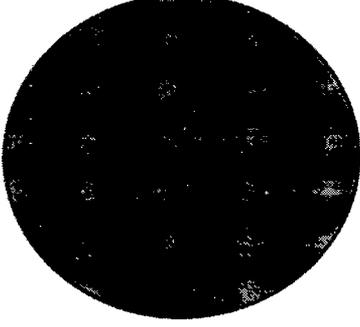
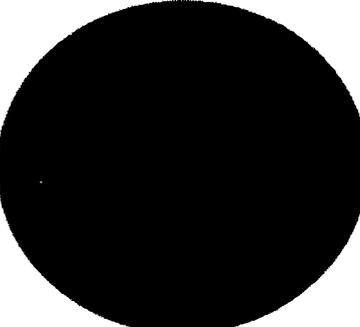
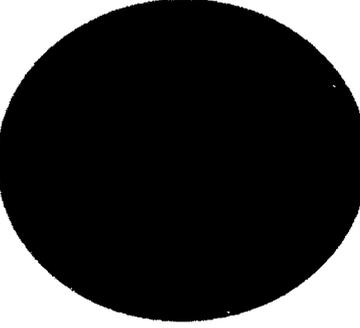
Herbáceas

La principal característica es la disposición irregular de sus células y no se encuentran zonas intermedias o vasculares. La principal característica para la identificación de las herbáceas radica en los tricomas, pero también los estomas pueden ayudar en la identificación de ciertas especies.

Los tricomas pueden ser unicelulares o multicelulares, con o sin ramificaciones, liso o pubescente. Los unicelulares pueden ser: liso, ramificado, recto, curvo, etc. Los multicelulares pueden ser: dendroide, estrellado simple, hilera simple de células, estrellado compuesto.

Los estomas por lo general tienen una forma de riñón. Las células acompañantes o fundamentales van a variar de especie a especie y su disposición varía con respecto a la polaridad del estoma. Las células acompañantes de los estomas, podemos encontrar de distintas formas: paralelas al polo del estoma, sin arreglo especial, células en forma de media luna que protegen el poro celular, perpendiculares al polo del estoma, con arreglo circular alrededor del estoma. A continuación se describe las principales características microhistológicas de la

epidermis de herbáceas más importantes de la dieta de alpacas y llamas.

<p>Imagen 5. Lachemilla pinnata. Tricomas muy largas, meduladas y abundantes. Aumento 100x.</p>	
<p>Imagen 6. Arenaria tetragyna. Tricomas multicelulares unidos en forma de rompecabezas. Aumento 100x.</p>	
<p>Imagen 7. Hypochoeris taraxacoides. Estoma redondo, ostiolo bien pronunciado, 3 a 4 células acompañantes en forma de rompecabezas. Aumento 100x.</p>	

Leguminosas

Poseen estomas con células acompañantes o células fundamentales de distintas formas y tamaños.

Arbustivas

Tienen una apariencia microhistológica similar a las hierbas. Sin embargo, las paredes celulares son más lisas y los estomas son pequeños. Los tricomas en general son unicelulares.

3.8 Procedimiento de recolección de datos

3.8.1 Composición florística

- ✓ Identificación de las especies vegetales en época húmeda (febrero) y época seca (setiembre) mediante la elaboración de un herbario, para lo cual contamos con el apoyo del Programa de Ovinos y Camélidos de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- ✓ Realización de dos transectos de vegetación en cada parcela, antes de iniciar el pastoreo con los animales.

3.8.2 Composición botánica

- ❖ Recolección de especies vegetales encontradas en las parcelas, para la elaboración de la colección de referencia.
- ❖ Recolección de muestras fecales en ambas épocas del año (húmeda y seca).
- ❖ Análisis en laboratorio: Preparación de láminas microhistológicas (vegetales y heces) con la metodología descrita por Bartolomé *et al.*, 1998. Las láminas de colección de referencia se prepararon para identificar las características microhistológicas de la epidermis de las plantas, entre estas características son: Los estomas, tricomas, células largas, células cortas, células de sílice, forma de las paredes celulares y entre otros para luego ser identificadas en las láminas microhistológicas de heces, para lo cual se

realizó hasta realizar un conteo de 400 fragmentos epidérmicos y que luego fueron analizados a través de unidades muestrales.

3.8.3 Similitud de la dieta

- Se analizó con el índice de Jaccard, para determinar la similitud entre las unidades muestrales, cada unidad muestral tiene como variables la época del año, lugar de pastoreo, forma de pastoreo y especie animal.

3.9 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los análisis estadísticos se realizaron con el software R v2.15.2 (R Development Core Team, 2013).

3.9.1 Composición florística

Se realizó la evaluación de la composición florística con el método descrito por Cummings y Smith, (2000). Todas las especies vegetales encontradas en las parcelas en estudio, se registraron transformando a porcentajes, siendo la sumatoria total de especies equivalentes a 100%.

3.9.2 Composición botánica

La composición botánica se analizó mediante una técnica multivariante denominado análisis clúster jerárquico. Para lo cual se analizó teniendo en cuenta las variables época, lugar, pastoreo y especie animal, estas variables fueron analizadas a través de unidades muestrales, con el cual se determinó el índice de Shannon, similitud e disimilitud de Jaccard, y los dendograma de las unidades muestrales y especies vegetales con el método de encadenamiento completo. Para la obtención de los resultados, se instaló los paquetes mva y vegan que se utilizan para los análisis multivariante en el programa R. El análisis clúster jerárquico, es una herramienta que se utiliza para clasificar los hábitos alimenticios porque produce un dendograma que enfatiza claramente las similitudes y las diferencias en los tipos y cantidades de forrajes consumidos por

los herbívoros dentro y entre temporadas (McInnis *et al.*, 1990; Bóo *et al.*, 1993; Krebs, 1999).

3.9.2.1 Índice de Shannon - Wiener

Mide el grado promedio de incertidumbre para predecir la especie a la que pertenece un individuo dado elegido al azar dentro de la comunidad y es preferible usarlo cuando se conoce el número total de especies. Shannon-Wiener (H') aumenta con el número de especies en la comunidad y en teoría puede alcanzar valores muy grandes (Krebs, 1999). El índice varía de 0 a 5, cuando es cercana a 5 se dice que la diversidad es alta y cuando es cercano a 0 diversidad baja. Su fórmula es:

$$H' = -\sum p_i \log p_i$$

Dónde:

p_i : Es la proporción de individuos del total de la muestra que corresponde a la especie i en la comunidad.

3.9.2.2 Análisis clúster

Este análisis agrupa a los individuos y a los objetos en conglomerados, de tal forma que los objetos del mismo conglomerado son más parecidos entre sí que a los objetos de otros conglomerados. Lo que intenta es maximizar la homogeneidad de los objetos dentro de los conglomerados mientras que a la vez se maximiza la heterogeneidad entre los agregados. Los conglomerados de objetos resultantes deberían mostrar un alto grado de homogeneidad interna (dentro del conglomerado) y un alto grado de heterogeneidad externa (entre conglomerados). Siendo el objetivo principal del análisis cluster definir la estructura de los datos colocando las observaciones más parecidas en grupos, y para llevar a cabo este procedimiento se debe tener en cuenta 03 interrogantes básicas ¿Cómo medimos la similitud? ¿Cómo

formamos los conglomerados? y ¿Cuántos grupos formamos? (Hair *et al.*, 1999).

El análisis de conglomerados es un método que se utiliza para generar clasificaciones de una serie de muestras de la comunidad. Se han desarrollado muchos análisis de diferentes tipos de conglomerados, y no hay un sistema ideal. La mayoría de los datos ecológicos se clasifican con facilidad por medio de vinculación agrupación (UPGMA) y recomienda esta técnica para el uso general (Krebs, 2013).

Para la obtención de los conglomerados se utilizó el siguiente método:

Método jerárquico

Este método consiste en la construcción de una estructura en forma de árbol o también denominado dendograma.

Uno de los algoritmos utilizados para desarrollar conglomerados es:

Encadenamiento completo

Este procedimiento de aglomeración se basa en la distancia máxima, a veces se le denomina como aproximación del vecino más lejano o método del diámetro. Todos los objetos de un conglomerado se vinculan con el resto a alguna distancia máxima o por la mínima similitud.

3.9.3 Similitud de la dieta

Para determinar el grado de similitud de la dieta, entre alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) en pastoreo monoespecífico y mixto en la época húmeda y seca, se utilizó el siguiente de índice:

3.9.3.1 Índice de similitud de Jaccard

Sé utilizó este índice para determinar la similitud entre las unidades muestrales. En estas unidades muestrales se consideraron los 04

factores en estudio como época, lugar, pastoreo y especie animal. El análisis se realizó utilizando la siguiente fórmula:

$$S_j = \frac{A}{A + B + C}$$

Dónde:

S_j = Coeficiente de similitud de Jaccard.

A = Número de especies en la muestra "a" y la muestra "b" (ocurrencias conjuntas)

B = Número de especies en la muestra "b", pero no en la muestra "a"

C = Número de especies en la muestra "a", pero no en la muestra "b"

3.9.3.2 Índice de disimilaridad de Jaccard

Este índice es modificado para un coeficiente de disimilitud tomando su inversa del índice de Jaccard:

$$\text{Coeficiente de disimilitud de Jaccard} = 1 - S_j$$

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de la composición florística

4.1.1 Composición florística en la época húmeda

Las gramíneas fueron el grupo de especies dominantes en la época húmeda, seguidas por las herbáceas, gramínoideas (ciperáceas y juncáceas), leguminosas y arbustivas, respectivamente (Tabla 1).

Las gramíneas estuvieron representadas entre un rango de 40.93% hasta 68.33% a través de los transectos evaluados. Siendo las más frecuentes y representativas *Festuca dolichophylla* (15.66% hasta 55.87%), *Poa aequigluma* (hasta 32.08%), y *Calamagrostis vicunarum* (0.27% hasta 7.08%).

Las herbáceas fue el segundo grupo importante, representadas entre un rango de 22.24% hasta 39.12%. Siendo las más frecuentes *Lachemilla pinnata* (0.40% hasta 15.51%) y *Hypochaeris taraxacoides* (0.27% y 21.35%).

Los gramínoideas, se encuentran representadas entre un rango de 0.99% y 18.95%, siendo las más frecuentes *Carex sp.* (0.19% hasta 10.43%) y *Carex ecuadorica* (hasta 6.58%).

En el grupo de leguminosas se encontró *Trifolium hispida* entre un rango de 0.56% y 2.05% y *Astragalus garbancillo* (0.23% hasta 0.28%). En los transectos evaluados destaca que *T. hispida* solo se encontró en Ranramocco más no en Tucumachay.

Dentro de las arbustivas solo se encontró *Margyricarpus pinnatus* (hasta 0.23%) en Ranramocco más no en Tucumachay. Siendo el grupo de leguminosas y arbustivas de manera irrelevantes.

27

Tabla 1. Composición florística de las parcelas de Tucumachay y Ranramocco en la época húmeda.

Grupos funcionales	Época húmeda					
	Tucumachay			Ranramocco		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Parcela 6
	%	%	%	%	%	%
Gramíneas	68.33	47.73	56.92	49.54	40.93	65.36
<i>Aciachne pulvinata</i>	0.27	0.00	1.84	0.23	0.24	0.00
<i>Agrostis breviculmis</i>	0.00	0.00	0.28	0.00	0.00	0.00
<i>Bromus catharticus</i>	0.00	1.47	0.00	0.23	1.07	0.56
<i>Bromus lanatus</i>	0.00	0.57	6.36	0.23	0.47	0.37
<i>Calamagrostis antoniana</i>	0.67	2.27	0.42	0.57	0.24	0.00
<i>Calamagrostis brevifolia</i>	0.40	1.13	2.54	0.00	0.00	0.00
<i>Calamagrostis rigescens</i>	0.00	0.00	0.00	2.97	14.00	0.00
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	0.27	1.70	2.54	1.14	4.86	7.08
<i>Festuca dolichophylla</i>	32.61	26.30	34.18	23.52	15.66	55.87
<i>Hordeum muticum</i>	0.27	0.23	0.00	0.23	0.71	0.00
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	0.00	0.00	0.00	11.42	1.78	1.49
<i>Poa aequigluma</i>	32.08	12.70	7.63	6.39	1.30	0.00
<i>Poa candamoana</i>	1.75	1.36	0.85	0.68	0.00	0.00
<i>Poa caroscens</i>	0.00	0.00	0.28	1.94	0.59	0.00
Graminoides	8.63	18.59	0.99	18.95	15.66	5.03
<i>Carex ecuadorica</i>	3.23	6.58	0.00	3.88	5.58	2.05
<i>Carex sp</i>	0.67	10.43	0.28	6.62	1.30	0.19
<i>Eleocharis albibracteata</i>	0.00	0.00	0.00	7.99	3.80	0.00
<i>Luzula peruviana</i>	0.00	0.00	0.00	0.23	0.24	2.23
<i>Luzula racemosa</i>	4.72	1.36	0.71	0.00	4.74	0.19
<i>Scirpus rigidus</i>	0.00	0.23	0.00	0.23	0.00	0.37
Herbáceas	22.24	31.52	39.12	26.26	39.03	26.44
<i>Alchemilla diplophylla</i>	0.00	0.23	0.00	0.11	0.24	0.00
<i>Lachemilla pinnata</i>	0.40	12.02	17.51	12.10	11.51	10.80
<i>Arenaria tetragyna</i>	17.52	11.34	9.04	0.00	1.90	0.00
<i>Cerastium glomerata</i>	1.89	2.04	0.56	0.00	0.00	0.00
<i>Geranium sessiliflorum</i>	0.54	4.76	1.69	0.00	0.36	0.00
<i>Gentiana sedifolia</i>	0.94	0.23	0.28	0.23	0.59	0.37
<i>Hypochaeris sp</i>	0.27	0.34	5.65	4.11	0.24	0.00
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0.27	0.34	0.28	4.79	21.35	14.53
<i>Paranephelius sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.23	1.54	0.37
<i>Plantago australis</i>	0.00	0.23	3.81	1.71	0.47	0.37
<i>Ranunculus ssp1</i>	0.40	0.00	0.28	2.74	0.24	0.00
<i>Taraxacum officinalis</i>	0.00	0.00	0.00	0.23	0.59	0.00
Leguminosas	0.00	0.00	0.28	2.28	2.02	0.56
<i>Astragalus garbancillo</i>	0.00	0.00	0.28	0.23	0.00	0.00
<i>Trifolium hispida</i>	0.00	0.00	0.00	2.05	2.02	0.56
Arbustivas	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00
Otros	0.81	2.15	2.68	2.74	2.37	2.61
TOTAL	100	100	100	100	100	100

4.1.2 Composición florística en la época seca

Las gramíneas fueron el grupo de especies dominantes en la época seca, seguido por Herbáceas, Graminoides (Ciperáceas y Juncaceas), Leguminosas y Arbustivas, respectivamente (Tabla 2).

Las gramíneas estuvieron representadas entre un rango de 42.05% hasta 76.26% a través de los transectos evaluados. Siendo las más frecuentes y representativas *Festuca dolichophylla* (16.10% hasta 60.59%), *Poa aequigluma* (hasta 31.79%), y *Calamagrostis brevifolia* (hasta 24.55%). Esta última especie solo se encontró en los transectos en Tucumachay más no en Ranramocco.

Las herbáceas fue el segundo grupo importante. Se encontraron presentes entre un rango de 16.90% hasta 35.59%. Siendo las más frecuentes *Lachemilla pinnata* (2.82% hasta 18.55%), *Arenaria tetragyna* (0.34% hasta 9.26%) e *Hypochaeris sp.* (hasta 8.47%). En los transectos evaluados destaca que *A. tetragyna* solo se encontró en Tucumachay más no en Ranramocco.

Las gramínoides, se encuentran representadas entre un rango de 3.05% y 28.88%, siendo las más frecuentes *Carex sp.* (0.68% hasta 12.43%), y *Carex ecuadorica* (1.36% hasta 11.70%).

En el grupo de leguminosas se encontró *Astragalus garbancillo* entre un rango de 0.34% y 0.40% y *Trifolium hispida* (0.36% hasta 1.46%). Encontrándose en los transectos *A. garbancillo* en Tucumachay y *M. hispida* en Ranramocco.

Dentro de leñosa solo se encontró el *Margyricarpus pinnatus* (hasta 0.18%) en Ranramocco, más no en Tucumachay. Siendo el grupo de leguminosas y arbustivas de manera irrelevantes.

Tabla 2. Composición florística de las parcelas de Tucumachay y Ranramocco en la época seca.

Grupos funcionales	Época seca					
	Tucumachay			Ranramocco		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela 5	Parcela 6
	%	%	%	%	%	%
Gramíneas	76.26	61.41	60.34	42.05	50.18	69.41
<i>Aciachne pulvinata</i>	0.00	0.00	2.71	0.00	0.00	0.00
<i>Agrostis breviculmis</i>	0.00	0.40	0.00	0.00	5.09	0.00
<i>Bromus lanatus</i>	0.00	0.40	5.08	0.00	1.82	0.00
<i>Calamagrostis antoniana</i>	1.21	0.00	0.68	0.00	0.36	1.18
<i>Calamagrostis brevifolia</i>	24.55	15.76	16.61	0.00	0.00	0.00
<i>Calamagrostis rigescens</i>	2.41	1.21	0.00	0.37	0.00	0.59
<i>Calamagrostis vicunaron</i>	0.20	2.02	1.69	0.00	17.82	6.47
<i>Festuca dolichophylla</i>	16.10	23.43	23.73	25.59	21.09	60.59
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	0.00	0.00	0.00	9.14	4.00	0.59
<i>Poa aequigluma</i>	31.79	17.78	9.83	6.95	0.00	0.00
<i>Poa candamoana</i>	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Graminoides	6.44	16.16	3.05	28.88	20.73	11.76
<i>Carex ecuadorica</i>	3.62	3.64	1.36	11.70	10.91	7.06
<i>Carex sp</i>	2.82	7.27	0.68	12.43	9.82	2.35
<i>Eleocharis albibracteata</i>	0.00	0.00	0.00	4.39	0.00	0.00
<i>Luzula peruviana</i>	0.00	5.25	1.02	0.37	0.00	0.00
<i>Scirpus rigidus</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.35
Herbáceas	16.90	21.01	35.59	27.42	27.27	17.06
<i>Alchemilla diplophylla</i>	0.00	1.21	0.00	0.00	1.82	0.00
<i>Lachemilla pinnata</i>	2.82	14.14	16.61	13.53	18.55	15.29
<i>Arenaria tetragyna</i>	9.26	2.83	0.34	0.00	0.00	0.00
<i>Cerastium glomerata</i>	2.01	0.81	1.36	0.00	0.36	0.59
<i>Geranium sessiliflorum</i>	0.00	2.02	0.34	0.00	0.00	0.00
<i>Gentiana sedifolia</i>	0.00	0.00	0.34	0.00	0.36	0.00
<i>Hypochaeris sp</i>	0.00	0.00	8.47	8.41	3.64	0.00
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	1.61	0.00	2.03	4.75	0.73	0.59
<i>Paranephelius sp</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00
<i>Plantago australis</i>	1.21	0.00	6.10	0.73	1.09	0.59
Leguminosas	0.40	0.00	0.34	1.46	0.36	0.00
<i>Astragalus grabancillo</i>	0.40	0.00	0.34	0.00	0.00	0.00
<i>Trifolium hispida</i>	0.00	0.00	0.00	1.46	0.36	0.00
Arbustivas	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00
Otros	0.00	1.41	0.68	0.00	1.45	1.76
TOTAL	100	100	100	100	100	100

4.3. Composición botánica de la dieta

Para el análisis de los datos se realizó con las abundancias de las especies vegetales consumidas por las alpacas y llamas, con una técnica multivariante (análisis clúster jerárquico), utilizando el procedimiento de encadenamiento completo.

4.3.1 Media, desviación estándar y coeficiente de variación para las especies vegetales

El Cuadro 2, muestra que las abundancias varían considerablemente entre las especies (algunas en más del 100% del valor de la media). La especie *Festuca dolichophylla* muestra la abundancia promedio más alta y un bajo coeficiente de variación, es decir sería la más preferida por alpacas y llamas. Las especies vegetales *Aciachne pulvinata*, *Trifolium hispida* y *Astragalus garbancillo* presentan la abundancia promedio más baja y el mayor coeficiente de variación, dada su escasa presencia a través de las unidades muestrales. Debemos tener en cuenta que un bajo coeficiente de variación indica que la especie está presente en abundancias similares a través de las unidades muestrales, posiblemente con ninguno o muy pocos cerros.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos para la abundancia de especies vegetales consumidas por alpacas y llamas en pastoreo mono específico y mixto durante dos épocas del año.

Especies	Estadísticos descriptivos		
	Media	DSE	C.V.
<i>Festuca dolichophylla</i>	154.63	48.46	31.34
<i>Poa candamoana</i>	3.06	4.88	159.28
<i>Arenaria tetragyna</i>	19.31	25.07	129.81
<i>Lachemilla pinnata</i>	88.94	57.92	65.12
<i>Geranium sessiliflorum</i>	8.81	7.49	84.94
<i>Plantago australis</i>	1.19	1.64	138.27
<i>Carex ecuadorica</i>	8.00	6.39	79.84
<i>Carex sp</i>	4.25	3.61	84.84
<i>Poa aequigluma</i>	18.94	14.71	77.69
<i>Hordeum muticum</i>	4.94	7.59	153.79
<i>Calamagrostis rigescens</i>	1.69	3.96	234.77
<i>Aciachne pulvinata</i>	0.06	0.25	400.00
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	28.31	23.31	82.33
<i>Trifolium hispida</i>	0.19	0.75	400.00
<i>Trifolium sp.</i>	2.25	3.92	174.41
<i>Calamagrostis brevifolia</i>	14.88	21.91	147.30
<i>Luzula peruviana</i>	0.88	1.31	149.74
<i>Luzula racemosa</i>	0.25	0.68	273.25
<i>Jarava ichu</i>	2.13	3.50	164.71
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	12.75	15.12	118.58
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	7.44	12.83	172.46
<i>Margyricarpus pinnatus</i>	0.19	0.54	290.08
<i>Eleocharis albibracteata</i>	4.38	15.44	352.91
<i>Hypochaeris sp</i>	1.25	1.73	138.56
<i>Bromus catharticus</i>	1.69	1.82	107.58
<i>Bromus lanatus</i>	4.00	4.00	100.00
<i>Scirpus rigidus</i>	0.31	0.60	192.67
<i>Calamagrostis antoniana</i>	6.06	4.77	78.64
<i>Cerastium glomerata</i>	0.81	0.98	120.75
<i>Astragalus garbancillo</i>	0.06	0.25	400.00
<i>Taraxacum officinalis</i>	0.19	0.54	290.08

4.3.2 Índice de diversidad por unidad muestral

El Cuadro 3 muestra el índice de Shannon (H') para las unidades muestrales, con mayor índice para HTmA y HRmA, con valores de 2.23 y 2.24 respectivamente. De acuerdo a estos resultados podemos decir que la dieta de las alpacas es ligeramente más diversa en comparación a las llamas, siendo su dieta más diversa en la época húmeda, tanto en Tucumachay y Ranramocco en pastoreo monoespecífico (Figura 1).

Cuadro 3. Índice de diversidad de Shannon (H')

Unidades muestrales	Shannon
HTmL	1.88
HTmA	2.23
HTMA	1.70
HTML	1.86
HRmA	2.24
HRmL	1.93
HRMA	1.87
HRML	1.75
STmL	1.83
STmA	1.95
STMA	1.75
STML	1.71
SRmA	1.87
SRmL	1.52
SRML	1.42
SRMA	1.56

De manera general las especies vegetales más consumidas [más abundantes] tanto por alpacas y llamas en ambas épocas del año sin considerar las formas de pastoreo y los lugares de pastoreo fueron *Festuca dolichophylla* y *Lachemilla pinnata*. Otras especies importantes que también contribuyen en la dieta de ambos camélidos son *Arenaria tetragyna*, *Poa aequigluma*, *Calamagrostis vicunarum*, *Calamagrostis brevifolia*, *Carex ecuadorica*, *Geranium sessiliflorum*, *Hypochaeris taraxacoides*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Bromus lanatus* y *Calamagrostis antoniana*, siendo las gramíneas que más contribuyen en la dieta de ambos camélidos (Figura 2).

En ambas épocas estudiadas las especies vegetales más abundantes en la dieta de alpacas y llamas es la gramínea *Festuca dolichophylla* y la herbácea *Lachemilla pinnata*. En la época húmeda el resto de especies vegetales herbáceas *Arenaria tetragyna*, *Geranium sessiliflorum*, *Hypochaeris taraxacoides*, graminoide *Carex ecuadorica*, y las gramíneas *Poa aequigluma*, *Hordeum muticum*, *Calamagrostis vicunarum*, *Calamagrostis brevifolia*, *Jarava ichu*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Calamagrostis antoniana*; están bastante bien representadas en la dieta de ambos camélidos. En tanto en la época seca las gramíneas *Poa aequigluma*, *Calamagrostis vicunarum* y *Calamagrostis brevifolia* son las especies que fueron mejor representadas en la dieta de alpacas y llamas (Figura 3).

Teniendo en cuenta la época del año y el lugar de pastoreo, la dieta de ambos camélidos en la época húmeda y seca la gramínea *Festuca dolichophylla* y herbácea *Lachemilla pinnata* fueron las más abundantes tanto en Tucumachay y Ranramocco, a excepción de la herbácea *Arenaria tetragyna* que también forma un componente importantes en la dieta de las alpacas y llamas, siendo mayor el consumo en Tucumachay en la época húmeda. Mientras tanto en época seca las gramíneas *Calamagrostis brevifolia* y *Calamagrostis vicunarum* fueron más consumidas en Tucumachay, y en Ranramocco las gramíneas *Calamagrostis vicunarum* y *Hypochaeris taraxacoides* (Figura 4).

En función de la época y forma de pastoreo, la dieta de las alpacas y llamas en la época húmeda en pastoreo mono específico estuvo dominada por *Festuca dolichophylla*, mientras que en pastoreo mixto fueron importantes componentes de la dieta *F. dolichophylla*, y las herbáceas *Arenaria tetragyna*, *Lachemilla pinnata*. En la época seca la dieta estuvo dominada por las gramíneas *F. dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Calamagrostis brevifolia* y la herbácea *L. pinnata* en ambas formas de pastoreo. En donde las alpacas tuvieron mayor preferencia por *Lachemilla pinnata* durante el pastoreo mixto, siendo menor el consumo por llamas. Concluimos que el consumo de *L. pinnata* es mayor en pastoreo mixto por ambos camélidos en comparación al pastoreo mono específico. Lo que reafirma lo observado por San Martín (1987) respecto a la mayor selectividad de las alpacas por las herbáceas, en comparación a las llamas (Figura 5).

Considerando los factores época del año y especie animal, la dieta de las llamas estuvo dominada por *Festuca dolichophylla* en ambas épocas del año (húmeda y seca). En la época

húmeda, las alpacas consumieron más *F. dolichophylla* y las herbáceas *Arenaria tetragyna*, *Lachemilla pinnata*, mientras que en la época seca consumió más *F. dolichophylla* y *L. pinnata*. Las llamas tuvieron mayor preferencia por *F. dolichophylla* en comparación con las alpacas, lo que confirma la mayor capacidad de la llama en cuanto a la utilización de gramíneas (San Martín, 1987; Fowler, 2010). Las alpacas consumieron mayor proporción de gramíneas en la época húmeda en comparación a la época seca, lo que contradice a lo reportado por Farfan (1982). Las gramíneas fueron el grupo más importante en la dieta de la alpaca y llama durante la época húmeda, encontrando resultados similares a lo obtenido por Posse y Livraghi (1997) en llamas (Figura 6).

4.3.3 Similitud para las unidades muestrales

El Cuadro 4, muestra los coeficientes de similitud de Jaccard en donde se observa que las unidades muestrales SRML y HTMA; SRML y HRmA; comparten la mayoría de especies vegetales entre sí ($S_j=0.72$), como también SRmL y HTMA ($S_j=0.71$) y así mismo STML y HTMA; STmA y HRmL; SRMA y HRmL; SRML y HRmA ($S_j=0.70$).

Mientras las unidades muestrales STMA y STmA; STML y STmL; SRML y SRmL; SRML y HRML compartirían solo algunas especies vegetales ($S_j=0.19$; $S_j=0.28$; $S_j=0.29$; $S_j=0.30$) respectivamente. Contrariamente a lo que pensábamos, existe una relativa similitud en la dietas de las alpacas y llamas, que genera una alta competencia por ciertas especies vegetales más que otras, por lo que se estaría sugiriendo una forma de pastoreo monoespecífico y no mixto, con la finalidad de evitar competencia por el forraje, estos resultados son semejantes a los obtenidos por Castellaro *et al.*, (2004).

Cuadro 4. Similitud de Jaccard para las unidades muestrales

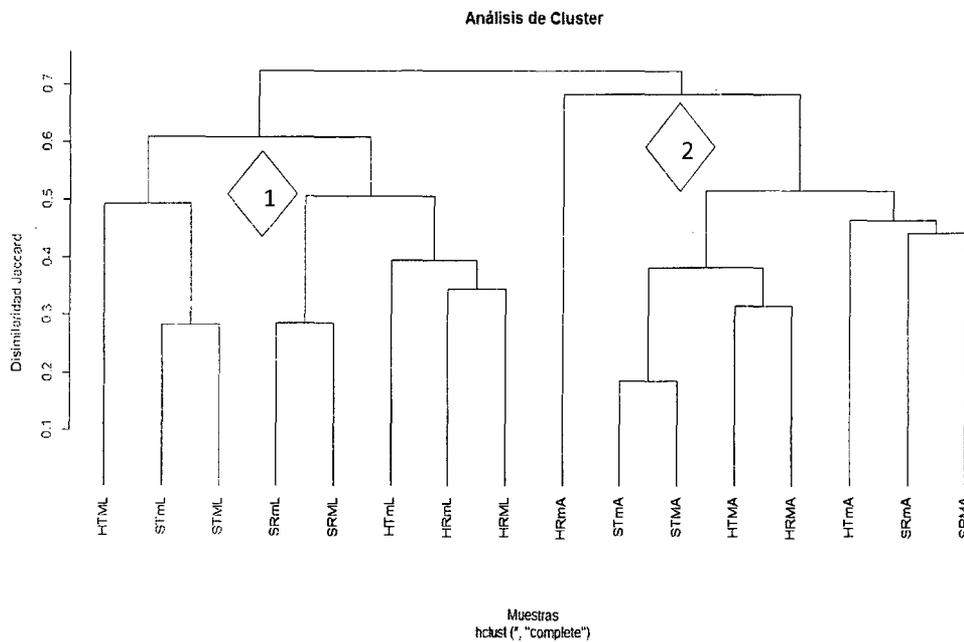
	HTmL	HTmA	HTMA	HTML	HRmA	HRmL	HRMA	HRML	STmL	STmA	STMA	STML	SRmA	SRmL	SRML	SRMA
HTmL	1															
HTmA	0.48	1														
HTMA	0.65	0.49	1													
HTML	0.49	0.57	0.53	1												
HRmA	0.57	0.59	0.67	0.61	1											
HRmL	0.40	0.55	0.69	0.45	0.55	1										
HRMA	0.59	0.40	0.32	0.65	0.59	0.61	1									
HRML	0.37	0.53	0.67	0.53	0.60	0.35	0.55	1								
STmL	0.44	0.57	0.70	0.44	0.64	0.44	0.65	0.41	1							
STmA	0.64	0.43	0.38	0.64	0.67	0.70	0.32	0.68	0.55	1						
STMA	0.67	0.47	0.38	0.64	0.68	0.69	0.34	0.69	0.57	0.19	1					
STML	0.50	0.53	0.66	0.49	0.65	0.51	0.61	0.46	0.28	0.53	0.47	1				
SRmA	0.64	0.45	0.52	0.69	0.58	0.68	0.43	0.65	0.69	0.48	0.44	0.60	1			
SRmL	0.42	0.58	0.71	0.58	0.66	0.46	0.62	0.35	0.48	0.68	0.64	0.40	0.60	1		
SRML	0.46	0.59	0.72	0.61	0.70	0.51	0.65	0.30	0.50	0.72	0.68	0.43	0.64	0.29	1	
SRMA	0.64	0.46	0.48	0.69	0.68	0.70	0.37	0.56	0.63	0.46	0.40	0.57	0.44	0.54	0.48	1

Descripción de abreviaturas: Épocas del año: Húmeda (H), Seca (S); Lugar de pastoreo: Tucumachay (T), Ranramocco (R); Forma de pastoreo: monoespecífico (m), mixto (M); Especie animal: Alpaca (A), Llama (L).

4.3.4 Dendrogramas para el agrupamiento de unidades muestrales [Análisis Clúster Jerárquico]

El dendograma resultante ordena las unidades muestrales de una forma jerárquica, los cluster resultantes agrupan unidades muestrales con dietas similares y las unidades muestrales más disímiles se hallan más separadas. Existen claramente dos grupos [cluster] bien definidos, separados por la especie animal [A= alpaca; L=Llama]. El factor principal que determinaría la composición botánica de la dieta sería la especie: Cluster 1= llama y Cluster 2= alpaca, es decir, las dietas de llamas y alpacas difieren significativamente a través de la época del año [húmeda=H; seca=S], lugar [Tucumachay=T; Ranramocco=R] y forma de pastoreo [mixto=M; monoespecífico=m]. Dentro del Cluster 2, la unidad muestral HRmA [alpacas que pastorean en época húmeda, en Ranramocco, en pastoreo monoespecífico], muestran una dieta muy diferente del resto de unidades muestrales estudiadas (Figura 7).

Figura 7. Dendograma para las unidades muestrales utilizando el coeficiente de disimilitud de Jaccard



4.3.5 Dendogramas para el agrupamiento de especies vegetales [Análisis Clúster Jerárquico]

Las especies vegetales más importantes que contribuyen en la dieta de las alpacas y llamas, se pueden observar, que están formados en cuatro clúster claramente definidos (Figura 8).

Clúster 1, las gramíneas + herbáceas: *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis brevifolia*, *Poa aequigluma*, *Calamagrostis vicunarum*, *Lachemilla pinnata* y *Arenaria tetragyna*.

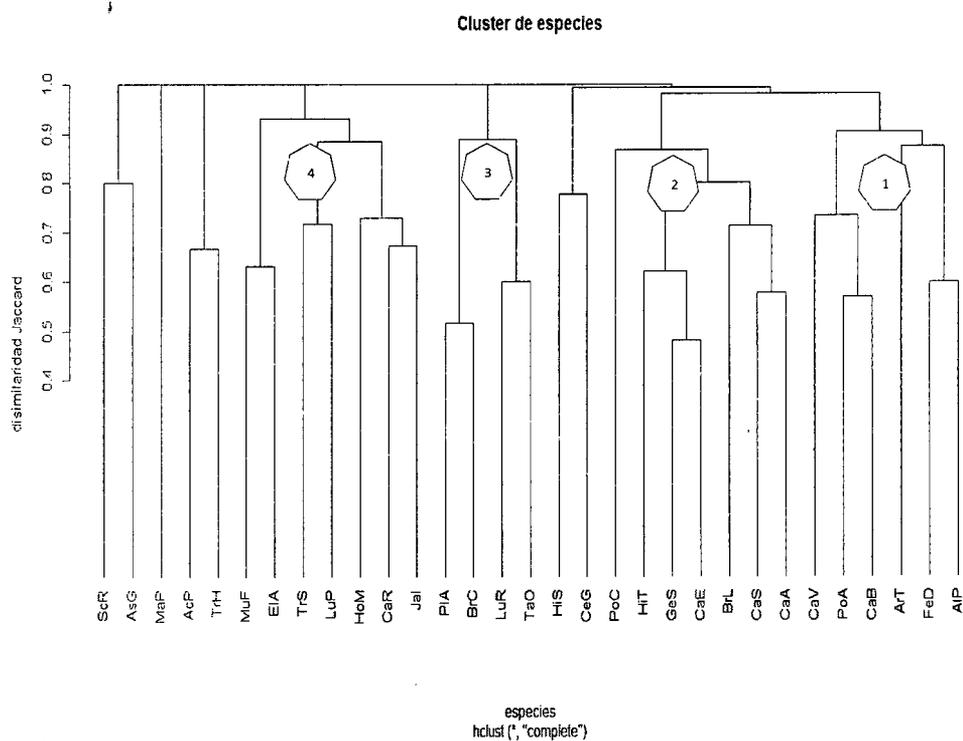
Clúster 2, las gramíneas + gramínoideas + herbáceas: *Calamagrostis antoniana*, *Bromus lanatus*, *Poa candamoana*, *Carex sp.*, *Carex ecuadorica*, *Geranium sessiliflorum* y *Hypochaeris taraxacoides*.

Clúster 3, las gramíneas + gramínoideas + herbáceas: *Bromus catharticus*, *Luzula racemosa*, *Taraxacum officinalis* y *Plantago australis*.

Clúster 4, las gramíneas + graminoides + leguminosa: *Jarava ichu*, *Calamagrostis rigescens*, *Hordeum muticum*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Luzula peruviana*, *Eleocharis albibracteata*, y *Trifolium sp.*

Siendo las gramíneas las más consumidas por las alpacas y llamas, seguidas por herbáceas y graminoides. Mientras que las leguminosas y arbustivas no son constituyentes de la dieta de ambos camélidos.

Figura 8. Dendograma para las especies vegetales utilizando el coeficiente de disimilaridad de Jaccard

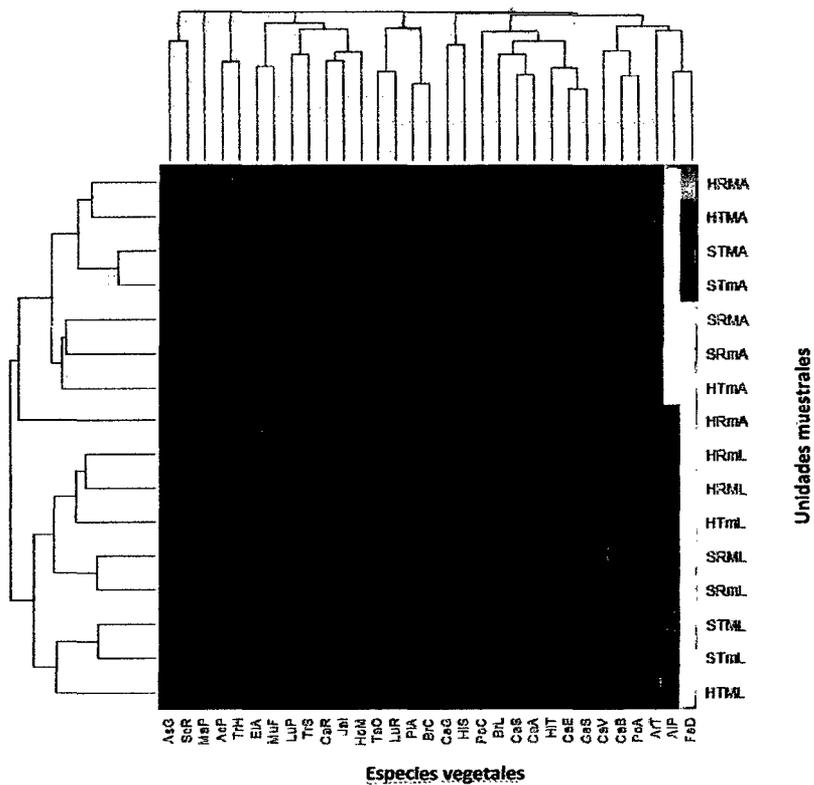


Descripción de las abreviaturas. Gramíneas: *Festuca dolichophylla* (FeD), *Calamagrostis brevisfolia* (CaB), *Poa aequigluma* (PoA), *Calamagrostis vicunarium* (CaV), *Calamagrostis antoniana* (CaA), *Bromus lanatus* (BrL), *Poa candamoana* (PoC), *Bromus catharticus* (BrC), *Jarava ichu* (Jal), *Calamagrostis rigescens* (CaR), *Hordeum muticum* (HoM), *Muhlenbergia fastigiata* (MuF), *Aciachne pulvinata* (AcP); Graminoides: *Carex ecuadorica* (CaE), *Carex sp* (CaS), *Eleocharis albibracteata* (EIA), *Luzula peruviana* (LuP), *Luzula racemosa* (LuR), *Scirpus rigidus* (ScR); Herbáceas: *Lachemilla pinnata* (AIP), *Arenaria tetragyna* (ArT), *Geranium sessiliflorum* (GeS), *Hypochaeris taraxacoides* (HiT), *Cerastium glomerata* (CeG), *Hypochaeris sp* (HiS), *Taraxacum officinalis* (TaO), *Plantago australis* (PIA); Leguminosas: *Trifolium sp.* (TrS), *Trifolium hispida* (TrH), *Astragalus garbancillo* (AsG); Arbustiva: *Margyricarpus pinnatus* (MaP).

4.3.6 Mapa de calor (heatmap) usando los datos de disimilaridad de Jaccard

Las especies vegetales y las unidades muestrales se agrupan de acuerdo a valores "semejantes" de disimilaridad de Jaccard. Este índice, está basado en datos de presencia/ausencia [no abundancia], por lo tanto por más que se muestren colores semejantes en diferentes grupos, no significa que posean la misma abundancia de especies vegetales. De acuerdo a la Figura 9, podemos decir que las especies vegetales que determinaron la formación de los dos clúster fueron: *Festuca dolichophylla*, *Lachemilla pinnata*, *Arenaria tetragyna*, *Poa aequigluma*, *Calamagrostis brevifolia* y *Calamagrostis vicunarum*.

Figura 9. Heatmap para las especies vegetales y unidades muestrales usando los datos de disimilaridad de Jaccard



CONCLUSIONES

La vegetación está dominada por gramíneas como *Festuca dolichophylla* (especie dominante), seguida por gramínoideas como *Carex ecuadorica*, herbáceas como *Lachemilla pinnata* y con escasa presencia de leguminosas y arbustivas.

Los resultados indican una alta preferencia por las gramíneas, siendo la *Festuca dolichophylla* la que contribuye en mayor abundancia en la dieta de ambos camélidos en ambas épocas del año.

Se obtuvo dos clúster bien definidos en función de la especie animal, siendo diferentes los ítems dietarios seleccionados por alpacas y llamas. También se obtuvieron cuatro clusters bien definidos para las especies vegetales, en donde las gramíneas son las más preferidas por ambos camélidos, seguidas por herbáceas y gramínoideas

En la época húmeda la alpaca seleccionó mayor cantidad de *Lachemilla pinnata* en comparación a las llamas.

Las alpacas aumentan el consumo de herbáceas en la época seca en pastoreo monoespecífico mientras que las llamas disminuyen el consumo de estas. En pastoreo mixto ambos camélidos disminuyen el consumo de herbáceas en la época seca.

En este estudio las leguminosas y arbustivas no forman un componente importante en la dieta de las alpacas y llamas, solo se encuentran escasamente representadas durante la época húmeda.

Las alpacas y llamas seleccionan las especies vegetales de acuerdo a la disponibilidad de forraje.

Existe una relativa similitud en la dietas de las alpacas y llamas, que genera una alta competencia por ciertas especies vegetales más que otras, por lo que nos permite predecir competencia por el forraje entre ambos camélidos.

RECOMENDACIONES

Continuar con estudios similares, comparando la dieta entre ovinos, vacunos, alpacas y llamas en pastoreo monoespecífico y mixto en ambas épocas del año.

Realizar estudios comparando la dieta en simpatria entre animales domésticos y silvestres

Sería conveniente manejar el pastoreo con rebaños individuales y no mixtos, para reducir la competencia entre ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldezabal, A. y P. Garcia-Gonzales. 1992. Clave para la determinación de las gramíneas más abundantes de los pastos supraforestales del Pirineo Occidental. Actas XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P., Pamplona 37-44p.
- Barcena, E. 1977. Calidad de la dieta seleccionada al pastoreo por alpacas. B.S. Thesis. Univ. Nac. Tec. Altiplano. Puno, Perú.
- Bartolomé, J.; C. Rosell and E. Bassols. 2002. Diet composition of roedeer (*Capreolus capreolus*) in the natural park of the Garrotxa Volcanic Zone (Catalonia, Spain). *Pirineos*, 157: 57-63
- Bartolomé, J.; J. Franch.; J. Plaixats.; J. and N. G. Seligman. 1998. Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland. *Journal of Range Management* 51:383–391.
- Bartolomé, J.; Plaixats, J.; Piedrafita, J.; Fina, M.; Adrobau, E.; Aixa, A.; Bonet, M.; Grau, J. and L. Polo. 2011. Foraging Behavior of Albares Cattle in a Mediterranean Forest Ecosystem. *Rangeland Ecol Manage* 64:319–324
- Baumgartner, L.L. and A.C. Martin. 1939. Plant histology as an aid in squirrel food-habits studies. *J. Wildlife Manage.* 3:266-268.
- Bonino N.; A. Sbriller; M. Manacorda and F. Larosa. 1997. Food partitioning between the mara (*Dolichotis patagonum*) and the introduced hare (*Lepus europaeus*) in the Monte Desert, Argentina. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 32: 129-134.
- Bóo R.; L. Lindstrom; O. Elia and M. Mayor. 1993. Botanical composition and seasonal trends of cattle diets in central Argentina. *J. Range Manage* 46:479-462.
- Borgnia, M. 2009. Estudios aplicados al manejo ambiental en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. En capítulo 2: Microhistología aplicada al estudio de la composición de la dieta de herbívoros de la puna. Editorial Científica Universitaria – Universidad Nacional de Catamarca, Argentina. p. 10-38.

- Castellaro, G.; Ullrich, T.; Wackwitz, B. y Raggi, A. 2004. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la provincia de Parinacota, Chile. *Agric. Téc.* 64:353-364.
- Castellaro, G.; F. Squella; F. León y A. Raggi. 2007. Composición Botánica de la Dieta de Alpaca (*Lama pacos* Linn.) en un Pastizal del Secano Mediterráneo de la Zona Central de Chile *Agricultura técnica*, ISSN 0365-2807, Vol. 68, Nº. 2, 2008, pags. 136-145
- Cortés A.; E. Miranda; J.Rau and J.Jiménez. 2003. Feeding habits of guanacos (*Lama guanicoe*) in the high Andes of north-central Chile. *Acta Theriologica* 48: 229-237.
- Dove, H. and R. Mayes. 1991. The use of plant wax alkanes as marker substances in studies of the nutrition of herbivores: a review. *Aust. J. Agric. Res.* 42:913-952.
- Farfan, R. 1982. Dry season forage preferences of alpaca (Lama Pacos) in southern Peru. Master of Science. Faculty of Texas Tech University in Partial Fulfillment. United States.
- Fowler M.E. 2010. *Medicine and surgery of camelids*. 3^{ra} ed. Wiley-Blackwell Publishing Co. Ames, Iowa. 630 pp.
- Frost, B. and G. Ruyle. 1993. Range management terms/definitions. p. 15-22. *In* Russell, G.; Ruyle, G. and Rice, R. (eds.) *Arizona rancher's management guide*. Arizona Cooperative Extension. Tucson, Arizona, USA.
- Hair, J.F.; Anderson, Jr. R.E.; Tatham, R.L.; Black, W.C. 1999. *Análisis multivariante*. 5^a ed. Prentice Hall Iberia. Madrid.
- Henley, S.R.; D.G. Smith and J.G. Raats. 2001. Evaluation of 03 techniques for determining diet composition. *J. Range Manage.* 54: 582-588.
- Holechek, J.L. and B.D. Gross. 1982. Evaluation of different calculation procedures for microhistological analysis. *J. Range Manage.* 35:721-723.
- Holechek, J.L.; M. Vavra and R.D. Pieper. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: A review. *Journal of Range Management* 35(3): 309-315
- Holechek, J.L., R.D. Pieper and C.H. Herbel. 2001. *Range management. Principles and practices*. 587 p. 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, USA.

- 11
- Krebs, C.J. 1999. Ecological methodology, 2nd. ed., A. Wesley Longman, NY, USA.
- McInnis, M.L.; M. Vavra and W.C. Krueger. 1983. A comparison of four methods used to determine the diets of large herbivores. *J. Range Manage.* 36:302-306.
- McInnis, M.L.; L. Larson and M. Vavra. 1990. Classifying herbivore diets using hierarchical cluster analysis. *J. Range Manage.* 43(3).
- Meserve, P.L. 1981. Trophic relationships among small mammals in Chilean semiarid thorn scrub community. *Journal of Mammalogy* 62: 304-314.
- Milchunas, D.G.; O.E. Sala and W.K. Lauenroth. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist* 132: 87-106.
- Mueller-Dombois, D. y H. Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. 547p.
- Novoa, C. y A. Flores. 1991. Producción de Rumiantes Menores: Alpacas. Lima, Perú: Impresión RERUMEN.
- Ortega, I.M.; M.I. Berger y M. Flores. 1993. Manual de técnica microhistológica. 48 p. IBTA 113/Textos y Manuales 04/Rumiantes Menores (SR-CRSP) 05/1993. La Paz, Bolivia.
- Pelliza, A.; P. Willems and M. Manacorda. 2001. Dietary structural types of polygastric herbivores at different environments and seasons. *J. Range Manage.* 54:330-337.
- Posse, G. y E. Livraghi. 1997. Dieta de la llama (*Lama glama*) en la estepa magallánica, Argentina. *Ecol. Austral* 7:42-46.
- Quinto, E. 2004. Inventario y capacidad de carga animal del Centro de Investigación de Camélidos Sudamericanos Lachocc. Tesis para optar el título de Ingeniero Zootecnista. Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica - Perú.
- R Development Core Team, 2008. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Reiner, R.J. and F.C. Bryant. 1986. Botanical composition and nutritional quality of alpaca diets in two Andean rangeland in Peru. *Journal of Range Management*, 39: 424-427.

- Ruiz and Pav.2006. *Germplasm Resources Information Network*. United States Department of Agriculture.2006-05-17. Retrieved 2011-06-27
- San Martin, F. 1987. Comparative forage selectivity and nutrition of South American Camelids and Sheep.Thesis Doctor of Philosophy.Faculty of Texas Tech University. 146p.
- San Martin, F.A., 1991. Alimentación y Nutrición. Capítulo VII (213-262). En: Fernández-Baca, S. (ed) Avances y perspectivas del conocimiento de los Camélidos Sudamericanos. FAO. Santiago, Chile, pp. 213-262.
- SENAMHI, 2013. Consulta de datos hidrometeorológicos. Disponible en: www.senamhi.gob.pe/site/tesis/ [con acceso el 04-12-2013]
- Siegel, S. 1956. Non-parametric statistics for the behavioral sciences. McGraw-Hill Book Co., New York.
- Spark, D. and Malechek. 1968. Estimating percentage dry wight in diets using a microscope technique. *J. Range Manage*, 21 (4): 264-265.
- Starr, GM. 1961. Microscopic analysis of faeces, a technique for ascertaining the diet of herbivorous mammals. *Aust. J. Biol. Sci.* 14:157-164.
- Stewart, D.R.M. 1967. Analysis of plant epidermis in faeces: a technique for studying the food preferences of grazing herbivores. *J. App. Ecol.* 4: 83-111
- Tovar, O. y L. Oscanoa. 2002. Guía para la identificación de pastos naturales alto andinos de mayor importancia ganadera. Primera edición. Ediciones Instituto de Montaña, Huaraz, Perú. 184 pp.
- Vavra, M.; R.W. Rice and R.M. Hansen.1978. A comparison of esophageal fistula and fecal material to determine steer diets. *J. Range Manage.* 31:11-13.
- Vavra, M. and J.L. Holechek. 1980. Factors influencing microhistological analysis of herbivore diets. *J. Range Manage.* 33:371-374.

ANEXOS

Figura 1. Histograma de índice de diversidad de Shannon (H') para las unidades muestrales

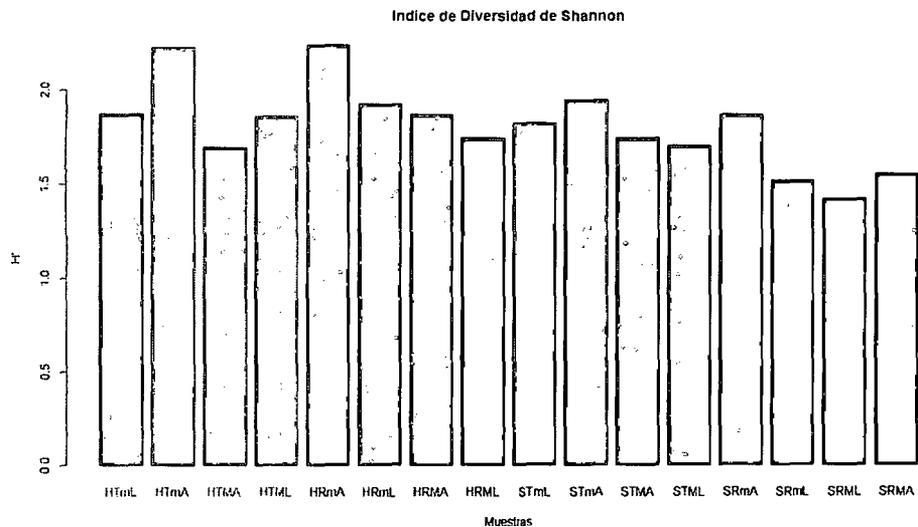


Figura 2. Diagrama de cajas de las especies vegetales encontradas en las dietas de las alpacas y llamas.

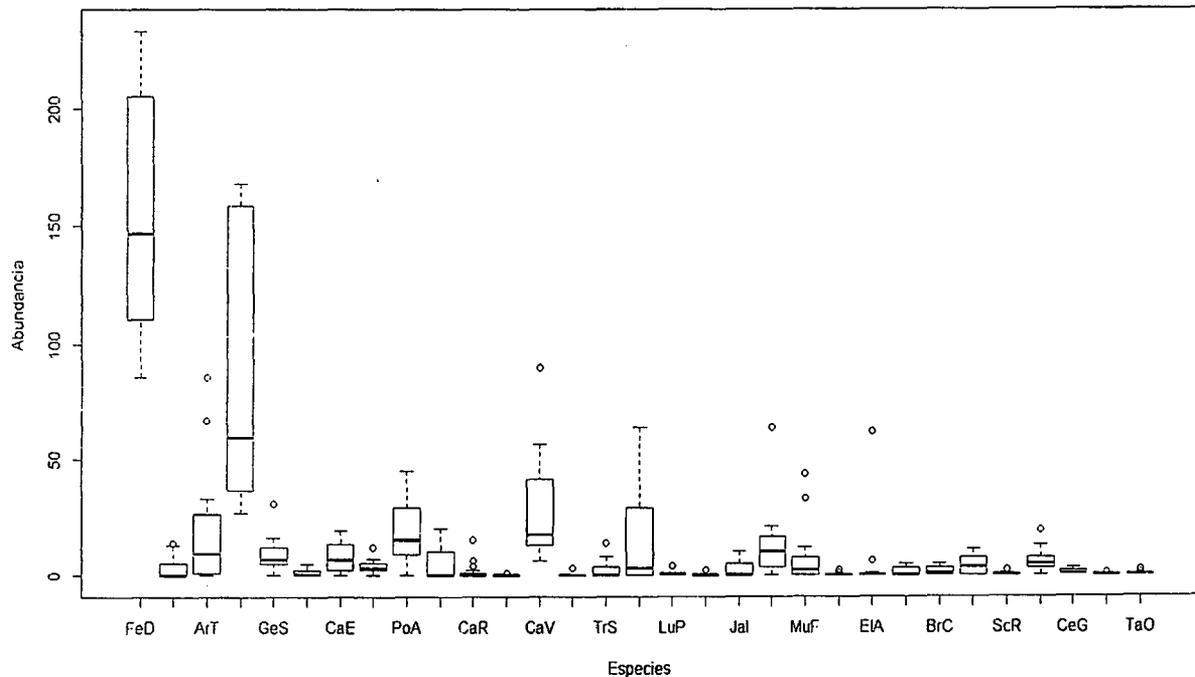


Figura 3. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales a través de la época húmeda y época seca.

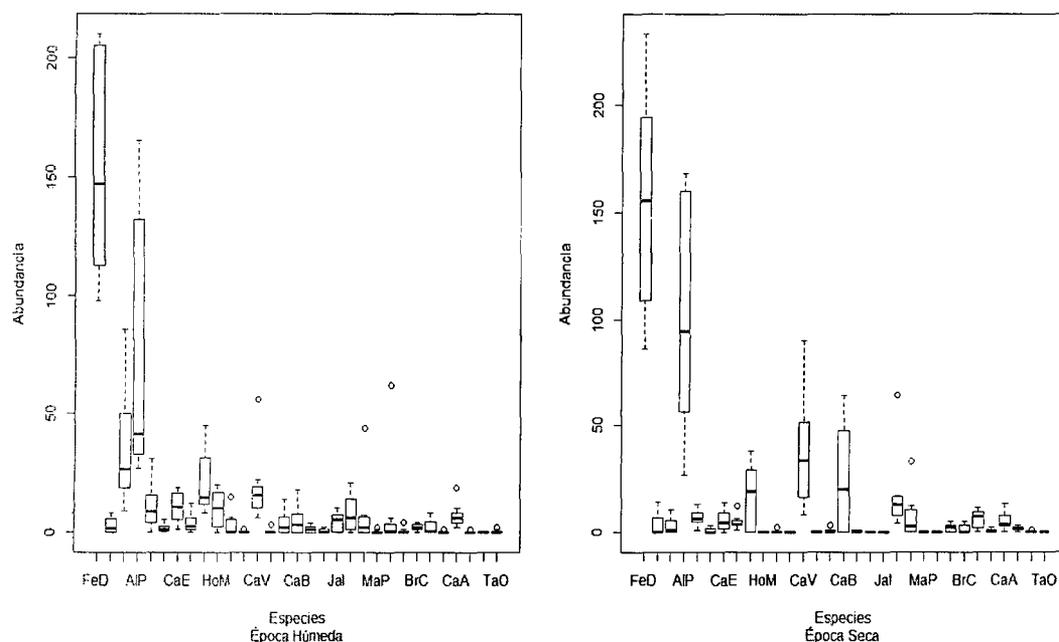


Figura 4. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales en función de la época y el lugar de pastoreo.

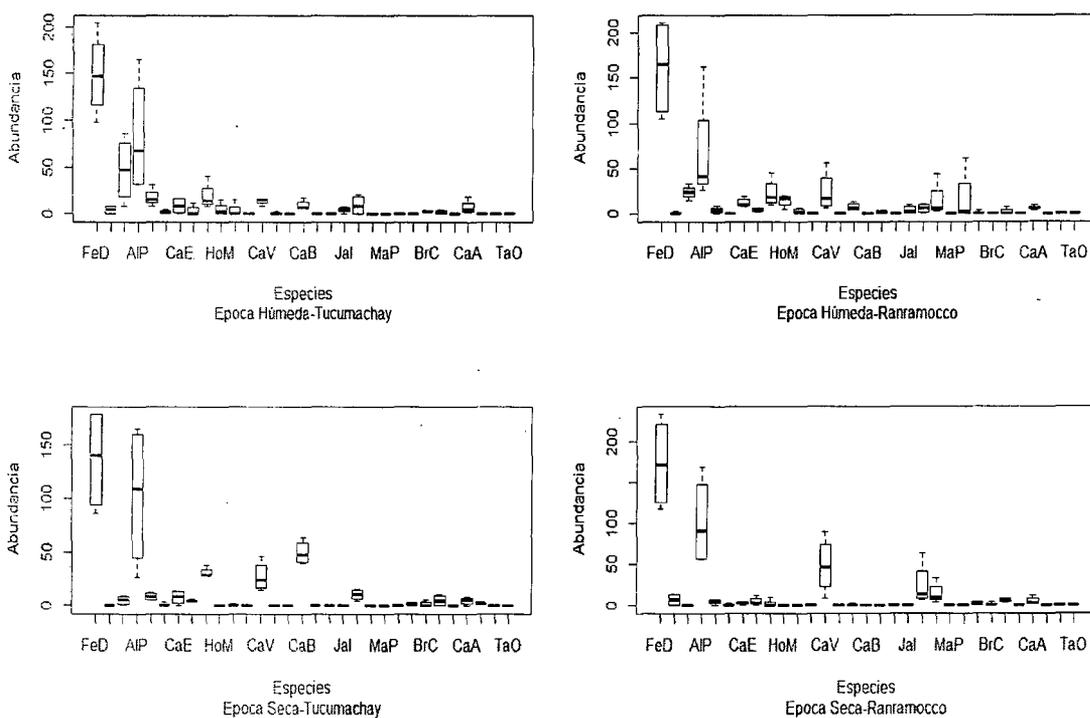


Figura 5. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales en función de la época y la forma de pastoreo.

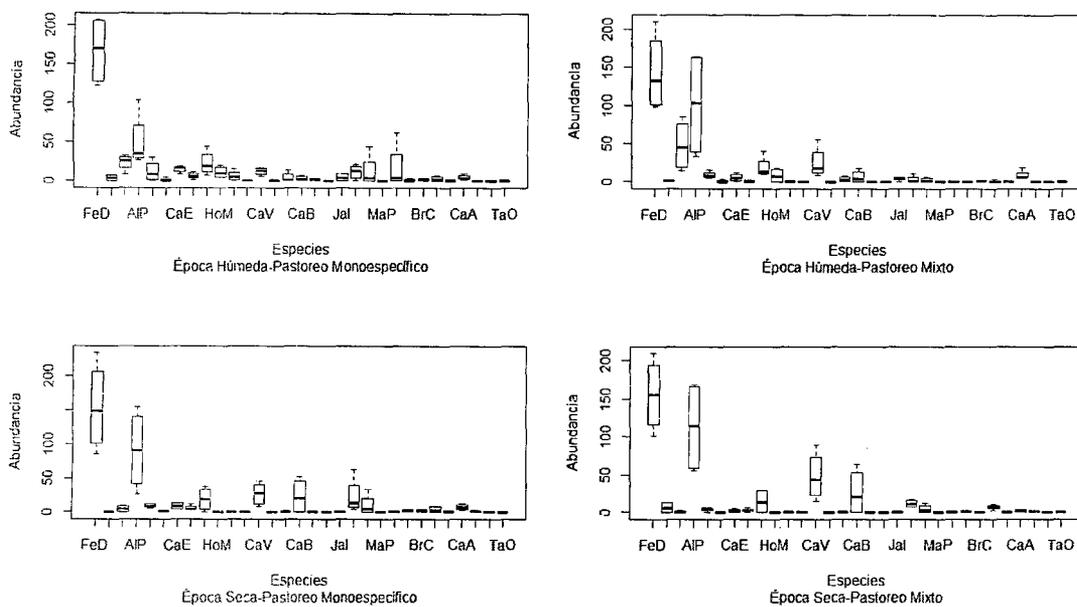
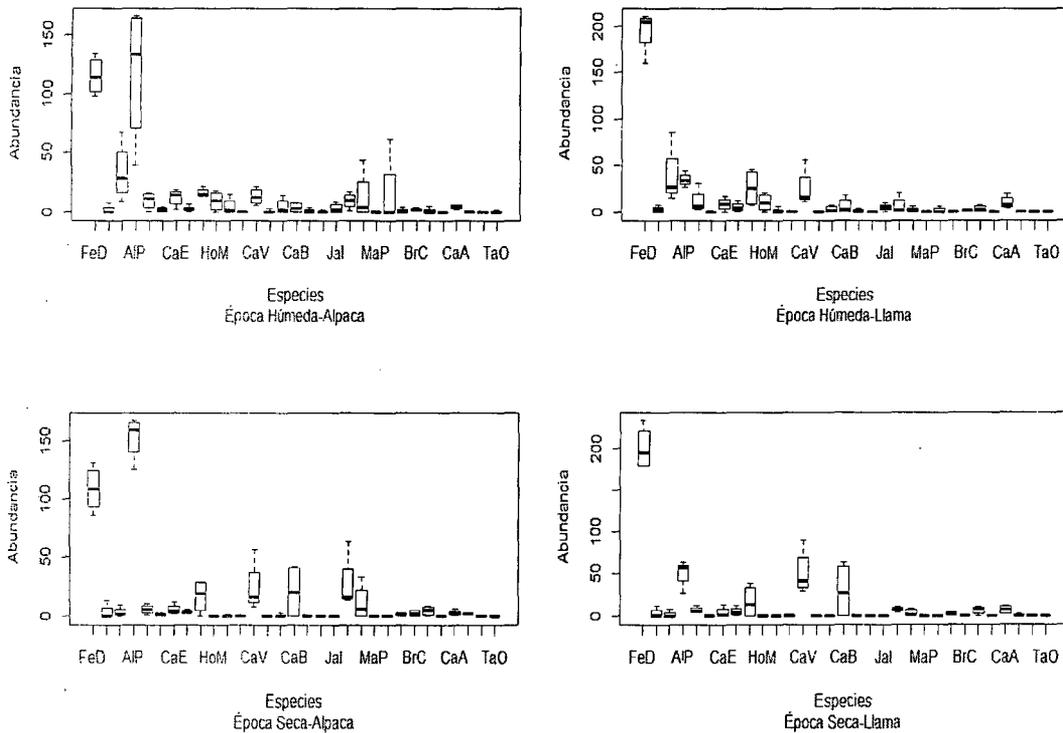


Figura 6. Diagrama de cajas para la abundancia de especies vegetales en función de la época y la especie animal.



Fotografías desde el inicio hasta la culminación del experimento

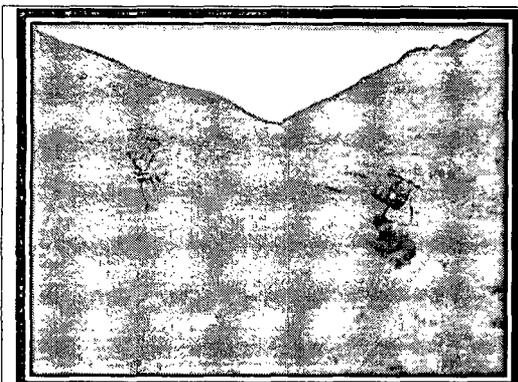


Foto 1. Delimitación de las parcelas.

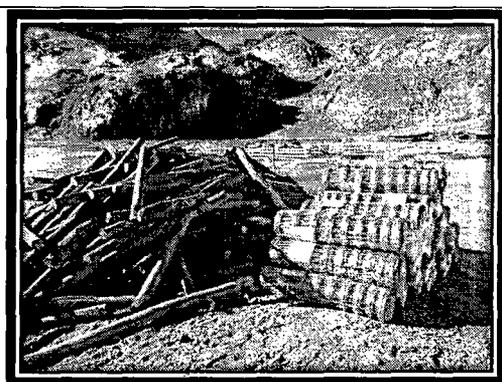


Foto 2. Materiales para el cercado de las parcelas.

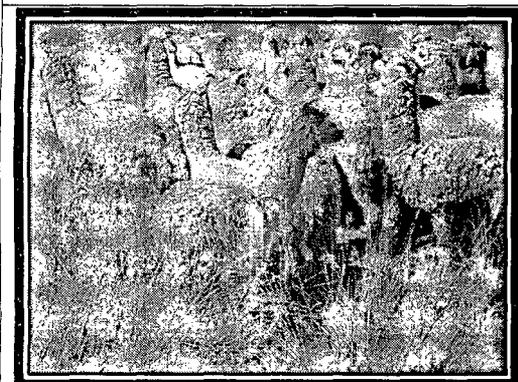


Foto 3. Selección de las unidades experimentales – alpacas.



Foto 4. Selección de las unidades experimentales – llamas.

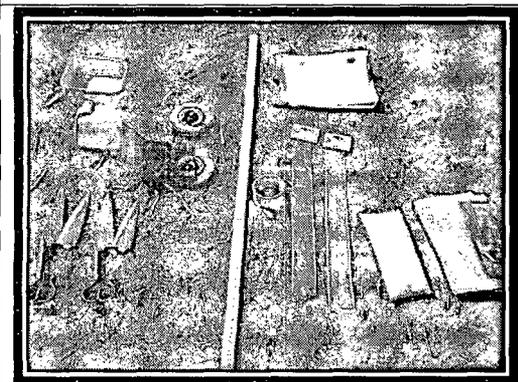


Foto 5. Materiales para la identificación de pastos naturales y composición florística de la parcelas.



Foto 6. Identificación de pastos naturales.



Foto 7. Muestras de pastos naturales para la colección microhistológica de referencia



Foto 8. Conservación de las muestras de pastos naturales para la colección microhistológica de referencia



Foto 9. Método de transecto lineal para determinar la composición florística de las parcelas.

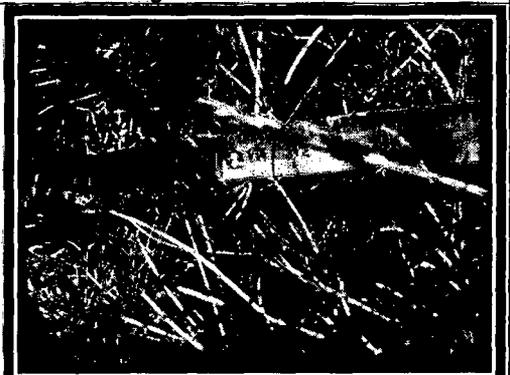


Foto 10. Punto de transecto lineal cada 10 cm según método de intercepción lineal



Foto 11. Recolección de muestras fecales de alpacas y llamas

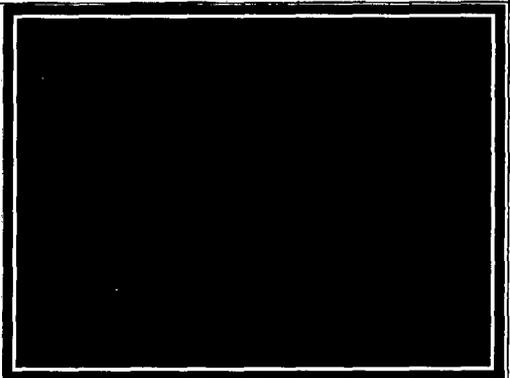


Foto 12. Rotulado de las muestras fecales.



Foto 13. Muestras fecales conservadas para su posterior análisis.



Foto 14. Muestra fecal descongelada lista para triturar.



Foto 15. Trituración de muestras fecales.



Foto 16. Homogenización de las muestras fecales.

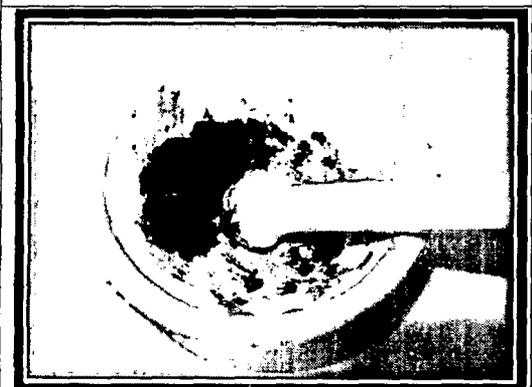


Foto 17. Muestra fecal ya disgregada

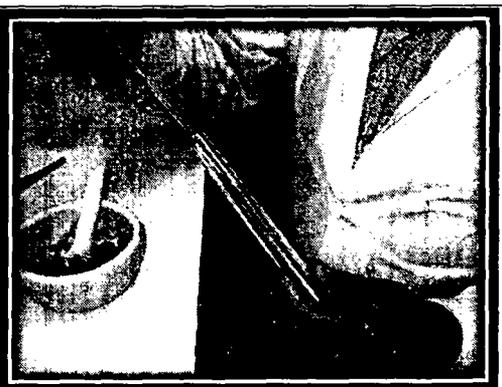


Foto 18. Colocando muestra fecal en el tubo de ensayo.

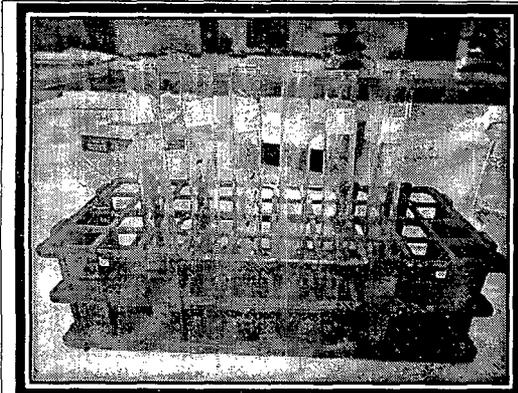


Foto 19. Muestras fecales debidamente rotuladas en los tubos de ensayo.

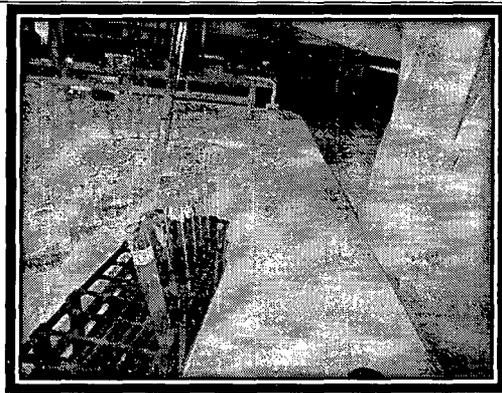


Foto 20. Añadiendo el ácido nítrico a las muestras para producir la reacción deseada.

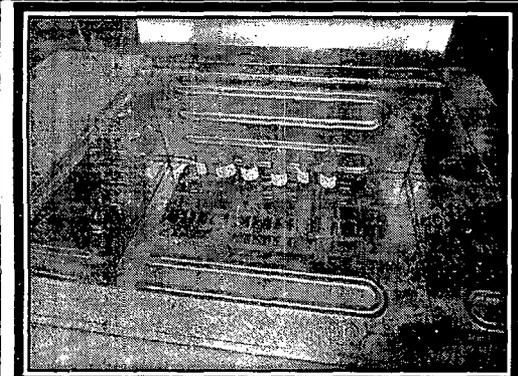


Foto 21. Muestras en baño María a 80°C durante 2 minutos.

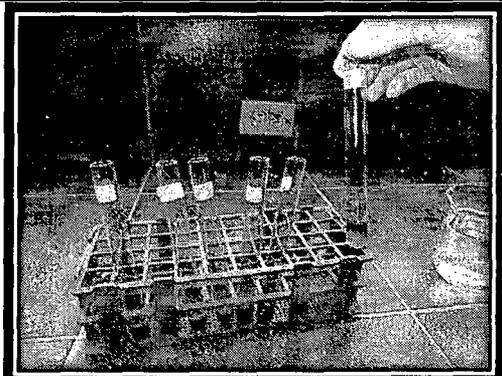


Foto 22. Reacción de las muestras con el ácido nítrico.

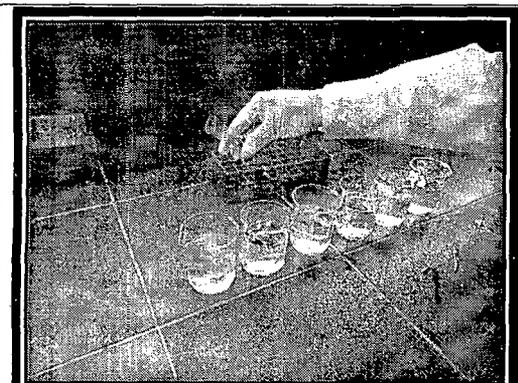


Foto 23. Colocando la reacción en un vaso precipitado con 250 ml de agua destilada.

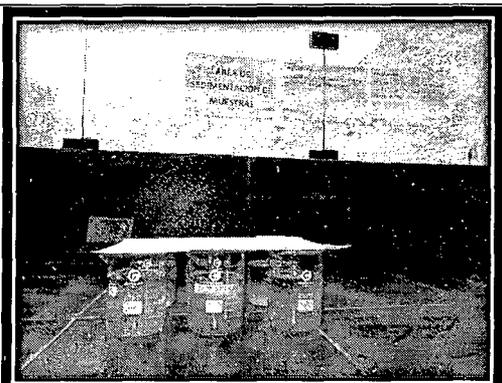


Foto 24. Dejando las muestras sedimentando por 24 horas.



Foto 25. Proceso de filtrado de las muestras en el tamiz.

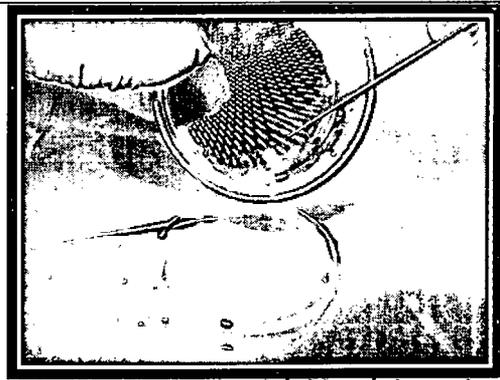


Foto 26. Añadiendo el ácido nítrico a las muestras para producir la reacción deseada.

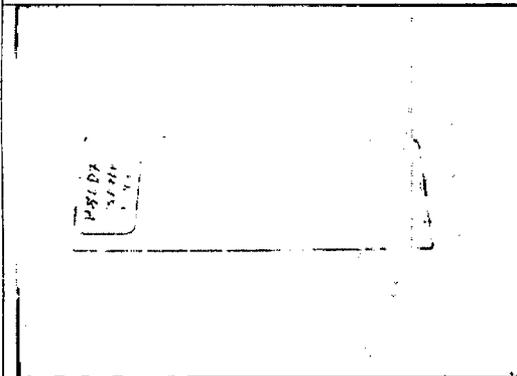


Foto 27. Rotulado de láminas portaobjetos.

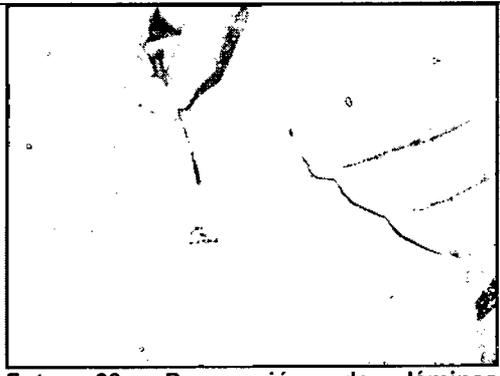


Foto 28. Preparación de láminas microhistológicas.



Foto 29. Láminas microhistológicas listas para su lectura.

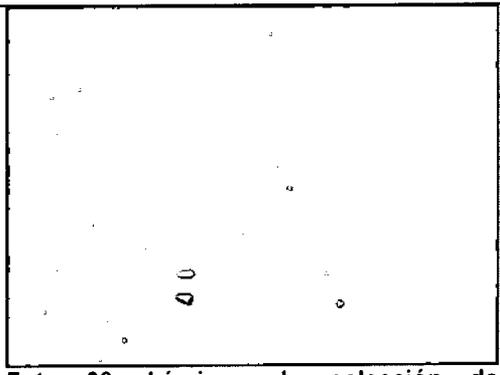


Foto 30. Láminas de colección de referencia.