

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE ZOOTECNIA



TESIS

**EVALUACIÓN DE LA SELECTIVIDAD Y CALIDAD DE LA INGESTA EN
ALPACAS BAJO CONDICIONES DE PASTOREO EN ÉPOCA DE
SECAS, COMO LÍNEA BASE PARA EL MONITOREO AUTOMATIZADO**

PRESENTADO POR:

Br. Nilda Salcedo Puma

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ZOOTECNISTA**

ASESOR:

Mgt. Ing. Zoot. Jim Cárdenas Rodríguez

FINANCIADO POR:

Programa "Yachayninchis Wiñarínampaq"-
UNSAAC

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, Asesor del trabajo de investigación/tesis titulada: Evaluación de la Selectividad y calidad de la ingesta en Alpacas bajo condiciones de pastoreo en época de secas, Como línea base para el monitoreo automatizado.

presentado por: Nilda Sacedo Puma con DNI Nro.: 71789114 presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de Ingeniero Zootecnista

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 01 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 28 de Diciembre de 2024


Firma
Post firma Jim Cárdenas Rodríguez
Nro. de DNI...23924578
ORCID del Asesor...0000-0002-8775-9014

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:418945367

Nilda Salcedo Puma

EVALUACIÓN DE LA SELECTIVIDAD Y CALIDAD DE LA INGESTA EN ALPACAS BAJO CONDICIONES DE PASTOREO E...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:418945367

Fecha de entrega

28 dic 2024, 6:13 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

28 dic 2024, 6:18 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS NILDA SALCEDO PUMA.docx

Tamaño de archivo

9.6 MB

135 Páginas

30,098 Palabras

164,632 Caracteres

5% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 5%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 1%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Tesis: “Evaluación de la selectividad y calidad de la ingesta en alpacas bajo condiciones de pastoreo en época de secas, como línea base para el monitoreo automatizado”, desarrollado en el marco del proyecto de investigación: “Monitoreo automático de las características de comportamiento en alpacas y llamas alimentadas en pastizales de puna húmeda de los andes centrales”, financiado con FONDOS CANON por el Programa Yachayninchis Wiñarinanpaq de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

DEDICATORIA

A Dios, por guiar mi camino, darme mucha fuerza y valentía en todo momento.

A mis queridos padres, Alejandro Salcedo Quispe y Filomena Puma Esquivel, por guiarme en todo este proceso de la vida, por siempre ser incondicionales para mí, por el amor, cariño y confianza que me brindan.

A mis Hermanos, Daniel, Royer, Fredy Erasmo, Miriam, Miguel, Bernabé Salcedo Puma, por la complicidad, cariño, respeto y consejos brindados.

A mis docentes y amigas Aydee Meza Chatata y Liz Beatriz Chino Velásquez, por la motivación, cariño, apoyo y comprensión durante este proceso de ejecución de mi tesis.

A Marco Antonio Salas Valverde, por el cariño y apoyo en mi formación profesional y en la culminación del presente trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a la **Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco** y la **Escuela Profesional de Zootecnia**, por permitir mi desarrollo profesional, por apostar en la investigación, Asimismo expreso mi agradecimiento a los docentes de esta casa de estudios.

Al proyecto de investigación "**Monitoreo automático de las características de comportamiento de alpacas y llamas alimentadas en pastizales de puna húmeda de los andes centrales**", por la oportunidad de conformar el equipo.

A mi asesor **Ing. Zoot. Jim Cárdenas Rodríguez**, por la oportunidad y apoyo durante este trabajo de investigación.

A mi docente **PhD. Ing. Zoot. Andrés Corsino Estrada Zúñiga**, por la motivación y apoyo incondicional en el presente trabajo de investigación.

A mi docente **PhD. Juan E. Moscoso Muñoz**, por la motivación y apoyo incondicional en el presente trabajo de investigación.

Al **Laboratorio de Ciencia Animal y Cambio Climático de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco**, por permitir el uso de espacios y equipos para este trabajo de investigación.

Al **Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos de la facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco**, por el apoyo en el uso de equipos para el desarrollo de mi trabajo de investigación.

Al personal administrativo y profesional del **Centro de Investigación en Camélidos, CICAS La Raya-UNSAAC**; por el conocimiento y apoyo brindado.

A mis compañeros y amigos, **Winny Salas Gil, Jose Santos Concha Acosta** por el apoyo, compromiso y lealtad para conmigo, por la incondicionalidad de tiempo para la realización de este estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
GLOSARIO.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
CAPITULO II	5
OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN	5
2.1. OBJETIVOS.....	5
2.1.1. Objetivo general.....	5
2.1.2. Objetivos específicos	5
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPITULO III.....	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
3.1. Antecedentes.....	8
3.2. Base teórica.....	14
3.2.1. Distribución geográfica de las alpacas en el Perú	14
3.2.1.1. Habitación y nicho ecológico de los camélidos sudamericanos (CSA)	14
3.2.1.2. Las praderas nativas en el Perú.....	15

3.2.1.3.	Sitios de praderas	16
3.2.1.4.	Tipos de pastizales naturales en la zona altoandina	17
3.2.1.5.	Caracterización morfológica de algunas especies predominantes en estudio	20
3.2.2.	Estimación de la condición y tendencia de los pastizales.....	44
3.2.2.1.	Condición del pastizal	44
3.2.2.2.	Método basado en el tamaño de mordida y el comportamiento animal.....	44
3.2.2.3.	Estación de pastoreo	44
3.2.2.4.	Selectividad	45
3.2.2.5.	Pastoreo	49
3.2.2.6.	Conducta de pastoreo.....	49
3.2.2.7.	Consumo	50
3.2.3.	Composición de la dieta.....	50
3.2.4.	Calidad de dieta.....	50
3.2.5.	Composición química.....	52
3.2.5.1.	Materia seca	52
3.2.5.2.	Ceniza	53
3.2.5.3.	Materia orgánica	54
3.2.5.4.	Proteína.....	54
3.2.5.5.	Fibra detergente neutra	55
3.2.5.6.	Fibra detergente acida	56
3.3.	Marco conceptual	57
3.3.1.	Selectividad alimentaria	57
3.3.2.	Calidad nutricional del forraje.....	57
3.3.3.	Materia seca (MS).....	57
3.3.4.	Fibra detergente neutra (FDN).....	57
3.3.5.	Digestibilidad de la materia orgánica (MO)	58
3.3.6.	Rumiación en alpacas.....	58

3.3.7. Pastizales altoandinos	58
3.3.8. Monitoreo automatizado en pastoreo	58
3.3.9. Manejo sostenible de pastizales	58
3.3.10. Comportamiento de pastoreo.....	59
CAPITULO IV	60
MATERIALES Y METODOLOGIA	60
4.1. Ámbito de estudio	60
4.1.1. Ubicación.....	60
4.1.2. Duración y época de estudio.....	63
4.2. Materiales y equipos.....	64
4.3. Método de investigación	65
4.3.1. Tipo y nivel de la investigación.....	65
4.3.1. Muestra.....	66
4.4. Método de trabajo.....	66
4.4.1. Etapa de adaptación.....	66
4.4.2. Etapa experimental.....	67
4.4.2.1. Determinación de la condición y capacidad de carga del pastizal	67
4.4.2.2. Selectividad de la dieta de especies consumidas por las alpacas.....	72
4.4.2.3. Valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas.....	73
4.5. Técnicas de análisis e interpretación de la información	75
4.5.1. Estadística descriptiva	75
4.5.2. Análisis de datos.....	75
CAPITULO V	76
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	76
6.1. RESULTADOS	76
6.1.1. Condición y capacidad de carga del pastizal	76
6.1.1.1. Condición del pastizal para alpacas.....	76
6.1.1.2. Capacidad de carga del transecto I, transecto II y transecto III	77

6.1.2.	Selectividad de la dieta de especies consumidas por las alpacas Huacaya ..	77
6.1.2.1.	Recorrido del animal	77
6.1.2.2.	Selectividad por especie y por animal	86
6.1.3.	Valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas Huacaya.	91
6.2.	DISCUSION	95
CAPÍTULO VI		104
CONCLUSIONES		104
RECOMENDACIONES		105
CAPÍTULO VII		106
BIBLIOGRAFÍA		106
ANEXOS		112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Festuca dolichophylla</i>	20
Figura 2: <i>Calamagrostis vicunarum</i>	22
Figura 3: <i>Castilleja pumilla</i>	24
Figura 4: <i>Calamagrostis rigescens</i>	25
Figura 5: Musgo	26
Figura 6: <i>Juncus sp.</i>	27
Figura 7: <i>Scirpus rigidus</i>	29
Figura 8: <i>Carex sp</i>	30
Figura 9: <i>Alchemilla pinnata</i>	33
Figura 10: <i>Geranium weddellii</i>	36
Figura 11: <i>Hypochoeris taraxacoides</i>	37
Figura 12: <i>Muhlenbergia fastigiata</i>	40
Figura 13: Mapa satelital del lugar de estudio	61
Figura 14: Mapa de recorrido del animal 2 por día en base a puntos GPS	78
Figura 15: Mapa de recorrido del animal 3 por día en base a puntos GPS	79
Figura 16: Mapa de recorrido del animal 4 por día en base a puntos GPS	80
Figura 17: Mapa de recorrido del animal 6 por día en base a puntos GPS	81
Figura 18: Mapa de recorrido del animal 12 por día en base a puntos GPS	82
Figura 19: Mapa de recorrido de todos los animales en base a puntos GPS	85
Figura 20: Selectividad porcentual por especie y por animal	89
Figura 21: Selectividad porcentual por especie	90
Figura 22: Valor nutricional porcentual de la dieta de las alpacas Huacaya, por animal	93
Figura 23: Valor nutricional porcentual de la dieta de las alpacas Huacaya	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cobertura vegetal por tipo de vegetación y cordillera (%).....	42
Tabla 2: Clasificación de las praderas de puna humedad.....	43
Tabla 3: Consumo de material verde: senescente por la alpaca en tres zonas de pastoreo y en dos épocas.....	48
Tabla 4: Áreas del CICAS La Raya	62
Tabla 5: Duración del tiempo del trabajo de investigación	63
Tabla 6: Material biológico.....	64
Tabla 7: Composición de especies decrecientes	69
Tabla 8: Densidad forrajera	70
Tabla 9: Índice de cobertura o índice de BRP	70
Tabla 10: Índice de vigor	71
Tabla 11: Determinación de la condición del pastizal.....	71
Tabla 12: Carga recomendable para diferentes condiciones de pastizales por hectárea/año	71
Tabla 13: Condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo	76
Tabla 14: Capacidad de carga animal	77
Tabla 15: Selectividad porcentual por especie y por animal	87
Tabla 16: Valor nutricional porcentual de la dieta de las alpacas Huacaya, por animal.....	92

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Tabla del diseño de la etapa de adaptación (total de animales en estudio)	112
Anexo 2: Tablas de datos de la condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo por transecto	113
Anexo 3: Resumen de selectividad por especie vegetal, por día y por animal	116
Anexo 4: Resumen del valor nutricional, por día y por animal	117
Anexo 5: Resultados descriptivos de selectividad de especies en la dieta de las alpacas Huacaya.....	118
Anexo 6: Resultados descriptivos del valor nutricional de la dieta consumida por las alpacas bajo condiciones de pastoreo.....	118
Anexo 7: Selección de animales	119
Anexo 8: Capacitación en el reconocimiento de pastizales altoandinos	119
Anexo 9: Corte y trabajo con los animales	120
Anexo 10: Censado y toma de registros	120
Anexo 11: Seguimiento de animales	121
Anexo 12: Equipo NIRS (Espectrómetro de infrarrojo cercano).....	121

GLOSARIO

CSA	: Camélidos sudamericanos
MINAGRI	: Ministerio de agricultura y riego
DGPA	: Dirección general de políticas agrarias
MS	: Materia Seca
MO	: Materia Orgánica
FDN	: Fibra Detergente Neutro
FDA	: Fibra Detergente Acido
ONERN	: Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.

RESUMEN

El estudio evaluó la selectividad y el valor nutricional de la dieta de alpacas Huacaya (*Vicugna pacos*) bajo condiciones de pastoreo en época de secas, estableciendo una línea base para el monitoreo automatizado de su comportamiento alimenticio. La investigación, de tipo no experimental y diseño transeccional correlacional, incluyó cinco alpacas machos de dos años, cuyos movimientos fueron georreferenciados mediante dispositivos GPS para identificar las especies seleccionadas y analizar sus componentes nutricionales, como fibra, proteína y materia seca. Los resultados mostraron una marcada preferencia por especies vegetales como *Carex sp.* (22.75%), *Calamagrostis vicunarum* (20.98%) y *Alchemilla pinnata* (18.92%), debido a su alto valor nutritivo y palatabilidad, mientras que otras como *Muhlenbergia fastigiata* (16.32%) y *Festuca dolichophylla* (13.64%) también fueron seleccionadas. En contraste, especies como *Hypochoeris taraxacoides* (0.25%), *Castilleja pumilla* (0.40%) y *Juncus sp.* (0.33%) fueron menos consumidas, probablemente debido a la temporalidad del estudio. El análisis de las especies preferidas reveló un contenido promedio de Materia Seca (95.78%), Materia Orgánica (93.02%) y Fibra Detergente Neutra (48.96%), subrayando la importancia de la fibra en la digestión. La evaluación del pastizal clasificó los transectos I y II como buenos, con puntajes de 60.75 y 71.11, respectivamente, mientras que el transecto III fue clasificado como regular con 40.64, y su capacidad de carga animal anual fue de 2.00 UA/ha en los transectos I y II, y de 1.00 UA/ha en el transecto III. En conclusión, las alpacas Huacaya demostraron un comportamiento alimenticio selectivo hacia especies de alto valor nutricional, lo que resalta la importancia de un manejo sostenible de los pastizales altoandinos y el desarrollo de sistemas automatizados que optimicen la productividad en sistemas de producción extensiva.

Palabras clave: Alpacas Huacaya, selectividad de dieta, valor nutricional de la dieta, pastoreo, monitoreo automatizado.

ABSTRACT

The study evaluated the selectivity and nutritional value of the diet of Huacaya alpacas (*Vicugna pacos*) under grazing conditions during the dry season, establishing a baseline for the automated monitoring of their feeding behaviour. This non-experimental, cross-sectional correlational study included five two-year-old male alpacas, whose movements were georeferenced using GPS devices to identify the selected plant species and analyse their nutritional components, such as fibre, protein, and dry matter. The results showed a marked preference for plant species such as *Carex sp.* (22.75%), *Calamagrostis vicunarum* (20.98%), and *Alchemilla pinnata* (18.92%), due to their high nutritional value and palatability, while others, including *Muhlenbergia fastigiata* (16.32%) and *Festuca dolichophylla* (13.64%), were also selected. In contrast, species such as *Hypochoeris taraxacoides* (0.25%), *Castilleja pumilla* (0.40%), and *Juncus sp.* (0.33%) were less consumed, likely due to the seasonality of the study. The analysis of the preferred species revealed an average content of Dry Matter (95.78%), Organic Matter (93.02%), and Neutral Detergent Fibre (48.96%), highlighting the importance of fibre in digestion. The pasture evaluation classified transects I and II as good, with scores of 60.75 and 71.11, respectively, while transect III was classified as regular with a score of 40.64. The annual livestock carrying capacity was 2.00 AU/ha for transects I and II, and 1.00 AU/ha for transect III. In conclusion, Huacaya alpacas demonstrated selective feeding behaviour towards plant species with high nutritional value, underscoring the importance of sustainable management of Andean pastures and the development of automated systems to optimise productivity in extensive production systems.

Keywords: Huacaya alpacas, diet selectivity, dietary nutritional value, grazing, automated monitoring.

INTRODUCCIÓN

Las alpacas, animales domesticados en los Andes peruanos hace aproximadamente 6,000 años (Bustinza, 1986), han desempeñado un papel crucial en las economías de subsistencia de las comunidades altoandinas. Estas poblaciones dependen en gran medida de la capacidad de las alpacas para aprovechar la vegetación fibrosa de los páramos andinos (Cruz, 2018). Los camélidos, y en particular la alpaca Huacaya, que constituye el 80% de la población de alpacas en el Perú, han demostrado una notable adaptación a las rigurosas condiciones de la puna alta, soportando temperaturas extremas de entre -20 °C y 30 °C y sobreviviendo mediante la alimentación exclusiva de pastos naturales que crecen en altitudes de 3,500 a 4,500 metros sobre el nivel del mar (Vivanco, 2007). Esta especie es una fuente esencial de fibra, carne y cuero, permitiendo el desarrollo de actividades productivas en regiones donde la agricultura y la ganadería convencional son inviables debido a las condiciones climáticas y topográficas (Cruz, 2018).

Sin embargo, los pastizales altoandinos, que constituyen el hábitat natural de alpacas, llamas y vicuñas, atraviesan un proceso de deterioro debido a la sobreexplotación de sus recursos. Se estima que el 62% de estos ecosistemas presentan condiciones deficientes (Flores, 1993; Ventura, 2003), lo cual compromete su sostenibilidad y afecta directamente la calidad de la dieta disponible para las alpacas. La variabilidad en la calidad nutricional de los pastos, influenciada por factores como la especie vegetal, las características edáficas y las condiciones climáticas, impacta en la capacidad de estos pastizales para satisfacer las necesidades dietéticas de las alpacas (Baldelomar *et al.*, 2008). En términos prácticos, el valor nutritivo de los forrajes se mide, principalmente, por su contenido proteico y otros componentes esenciales, lo cual determina su capacidad para cubrir las demandas nutricionales de estos animales (Canchila *et al.*, 2009).

La selectividad alimentaria en herbívoros es un proceso mediante el cual los animales eligen determinadas especies vegetales en su dieta, orientando su consumo hacia aquellas que optimicen su ingesta de nutrientes y minimicen la exposición a componentes menos

digestibles o con propiedades antinutritivas (Provenza, 1995). Este comportamiento adaptativo permite a los herbívoros maximizar la eficiencia en el uso de los recursos disponibles en condiciones de pastoreo, adaptándose tanto a la variabilidad estacional como a las diferencias en la composición nutricional de los forrajes. Para las alpacas, la selectividad no solo es esencial para su salud y bienestar, sino que también resulta fundamental para la sostenibilidad de los sistemas de producción en áreas de alta montaña, donde la oferta forrajera puede ser limitada y de calidad variable (Launchbaugh y Provenza, 1994).

A pesar de la relevancia de estos factores, el estudio de la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas ha sido limitado. Como herbívoros selectivos, las alpacas no consumen su alimento de forma aleatoria; eligen especies con perfiles nutricionales óptimos, adaptando su consumo a las variaciones estacionales y de desarrollo de las plantas. Dada esta selectividad, es fundamental evaluar su comportamiento alimenticio y analizar cómo este se relaciona con la calidad nutricional de los pastos disponibles, con el objetivo de fomentar un manejo sostenible de los recursos forrajeros que asegure una adecuada disponibilidad de nutrientes.

Este estudio, por tanto, se planteó como objetivo evaluar la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas bajo condiciones de pastoreo, con el propósito de establecer una línea base que permita el monitoreo automatizado de su comportamiento alimenticio. Esta investigación adquiere especial relevancia en el contexto del degradamiento progresivo de los pastizales altoandinos, donde las prácticas de manejo tradicionales enfrentan desafíos significativos debido a la sobreexplotación y el uso ineficiente de los recursos forrajeros. La creación de esta línea base para el monitoreo automatizado permitirá optimizar la gestión de estos recursos, fomentando la sostenibilidad de las praderas altoandinas y el rendimiento productivo de las alpacas. De este modo, se contribuye al desarrollo de estrategias innovadoras en la producción de camélidos andinos, asegurando un equilibrio entre la conservación del ecosistema y la eficiencia productiva.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Al involucrar tanto animales como plantas, el proceso de selectividad es dinámico y es afectado por muchos factores, el mismo que integra requerimientos de los animales y capacidades metabólicas, involucrando la diversidad de las plantas pertenecientes a diferentes comunidades vegetales, el cual muestra distintas composiciones químicas y espaciales que determinan distintos valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta (Montossi *et al.*, 2010). En consecuencia, la selectividad del forraje resulta de complejas interacciones entre tres tipos de variables que operan en el tiempo los cuales son: animales que pastorean, plantas que son consumidas y el ambiente entre ambos (Montossi *et al.*, 2010).

Los animales seleccionan su dieta a partir de las plantas que se encuentran disponibles en los campos de pastoreo, por lo que los animales no consumen sus alimentos al azar, por lo tanto, enfrentan desafíos como: la diversidad de las especies, las variaciones en sus compuestos nutritivos, los mecanismos de defensas químicas de las plantas, las defensas morfológicas de las plantas, la variación temporal y espacial en la cantidad, calidad de forraje y campos de pastoreo familiares (Provenza *et al.*, 1990).

El ecosistema de praderas altoandinas se caracteriza por una baja temperatura, intensa radiación solar, en consecuencia, a ello se ve la baja disponibilidad forrajera en la producción de alpacas (Sumar, 2010 y Bautista, 1996). La calidad nutricional de los pastos naturales es variable, dependiendo de las bajas precipitaciones y la estacionalidad de las lluvias (Enríquez y Giráldez, 2016). Los pastos naturales vienen soportando el sobrepastoreo, degradación, erosión de suelo, pérdida de diversidad de especies y esto conlleva una deficiente calidad nutritiva, por ello no se cubre el requerimiento de cada animal para un desarrollo productivo, aparte con los cambios de temperatura se desconoce la composición química porque en relación a esto varía (Enríquez y Giráldez, 2016).

Las alpacas han sido objeto de investigación en distintas áreas; sin embargo, la información es limitada en cuanto a la selectividad y el valor nutricional.

CAPITULO II

OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2.1. OBJETIVOS

2.1.1. Objetivo general

- Evaluar la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas bajo condiciones de pastoreo en época de secas, como línea base para el monitoreo automatizado.

2.1.2. Objetivos específicos

- Determinar la condición y capacidad de carga del pastizal.
- Determinar la selectividad de la dieta de especies consumidas por las alpacas Huacaya.
- Evaluar el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas Huacaya.

2.2. JUSTIFICACIÓN

La base alimentaria de las alpacas en los ecosistemas altoandinos está constituida principalmente por los pastizales naturales, cuya composición florística y valor nutricional presentan una variabilidad considerable a lo largo del año, influenciada por factores como la estacionalidad, las condiciones ambientales y el nivel de utilización de estos recursos. Esta fluctuación impacta la disponibilidad de nutrientes para los animales, haciendo necesario comprender los mecanismos de adaptación que desarrollan para enfrentar dicha variabilidad, particularmente mediante el estudio del tipo de ingesta que realizan bajo condiciones de pastoreo.

Dado que la selectividad de las alpacas varía según la época del año y el desarrollo fenológico de las especies vegetales, conocer la palatabilidad y preferencia por determinados pastos se convierte en un aspecto fundamental para la formulación de planes de manejo del pastizal, el establecimiento de cargas de pastoreo adecuadas, y la implementación de

actividades de mejoramiento y recuperación de los recursos forrajeros. Este conocimiento permite identificar las especies clave en cada sitio de pastoreo, posibilitando un uso más sostenible de los pastos naturales que no solo mejora su rendimiento y calidad, sino que también contribuye a la productividad y bienestar de las alpacas, además de favorecer la conservación del suelo en las zonas de puna (Gómez, 2012).

Las praderas altoandinas, situadas a una altitud promedio de 4,000 metros sobre el nivel del mar, representan un recurso económico de alto potencial, especialmente para la crianza de camélidos sudamericanos, entre los cuales destaca la alpaca. En estos entornos extremos, la alimentación de las alpacas se basa en pastos naturales, que constituyen la fuente más accesible y económica de nutrientes. Esta adaptación alimenticia ha permitido que las alpacas se integren exitosamente al ecosistema altoandino, convirtiéndose en una especie crucial para el desarrollo socioeconómico de las comunidades que dependen de su producción en términos de fibra, carne y cuero.

El conocimiento de la composición química de los pastizales altoandinos resulta esencial, ya que determina la calidad de los forrajes disponibles. Estos pastos proporcionan nutrientes vitales, tales como proteínas, grasas, minerales y vitaminas, que son necesarios para el mantenimiento de la salud y el rendimiento productivo de las alpacas. Evaluar la selectividad de los pastizales, entendida como la preferencia de las alpacas por ciertas especies vegetales, y analizar el valor nutricional de estas especies, es indispensable para gestionar de manera eficiente los recursos forrajeros en las zonas de pastoreo.

La selectividad y el valor nutritivo de los pastos elegidos influyen directamente en el rendimiento de los camélidos, impactando su crecimiento, producción de fibra y carne (Yaranga, 2009). De ahí que resulte imprescindible contar con un conocimiento detallado sobre las especies forrajeras que integran la dieta de las alpacas en los pastizales altoandinos y sus propiedades nutricionales, de modo que se pueda tomar decisiones informadas sobre la planificación del pastoreo, optimizando el aprovechamiento de los recursos naturales y garantizando la sostenibilidad del sistema de producción.

Ante esta necesidad, el presente trabajo de investigación se propuso evaluar la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas de alimentos por las alpacas bajo condiciones de pastoreo, con el objetivo de establecer una línea base que facilite el monitoreo automatizado del comportamiento alimenticio de estos animales. Los resultados obtenidos contribuirán a una gestión mejorada de los recursos forrajeros, promoviendo la sostenibilidad de la producción de camélidos en las praderas altoandinas. Así, esta investigación busca generar estrategias que optimicen el uso de los recursos disponibles, fomentando el bienestar animal y elevando la eficiencia productiva de las alpacas en un entorno desafiante.

CAPITULO III

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Antecedentes

Quispe *et al.* (2021), en su estudio titulado "Evaluación de especies de pastizales consumidos por alpacas madres y tuis (*Vicugna pacos*) en época seca en bofedales de Yauyos, Perú", tuvieron como objetivo principal identificar el componente florístico de los pastizales presentes en una zona de bofedal durante la temporada seca, así como determinar las especies vegetales más consumidas por las alpacas madres y tuis en dicha región. La investigación incluyó un exhaustivo inventario florístico de un área de 5 hectáreas de pastizales, lo que permitió obtener una visión integral de la composición botánica y su relación con la selectividad alimentaria de las alpacas.

Los resultados iniciales del inventario arrojaron la identificación de 36 especies vegetales diferentes, de las cuales seis resultaron ser las más consumidas por las alpacas. De manera más específica, se observó que diez de estas especies representaron el 80 % de la dieta de los animales estudiados, lo que demuestra una marcada preferencia por un conjunto reducido de plantas en el contexto de una alta diversidad florística. Este comportamiento selectivo resulta de particular interés para el manejo de pastizales en épocas de escasez de recursos hídricos, como es el caso de la temporada seca en los bofedales.

En relación con la calidad nutricional de las especies consumidas, el análisis químico reveló que estas plantas presentaban un contenido de fibra cruda que oscilaba entre el 66.23 % y el 77.24 %, lo cual es consistente con los requerimientos de los rumiantes adaptados a sistemas de pastoreo en condiciones de alta montaña. Además, el contenido de proteína bruta varió entre 2.49 % y 5.21 %, lo que sugiere una calidad proteica moderada, adecuada para el mantenimiento básico de los animales en esta etapa del ciclo productivo. Asimismo, se detectaron niveles de vitamina A, lo que indica que las especies preferidas no solo aportan energía y fibra, sino también micronutrientes esenciales para el bienestar general de las alpacas.

El aporte de esta investigación radica en la identificación precisa de las especies clave para la dieta de las alpacas en zonas de bofedales durante la época seca, lo que resulta fundamental para el manejo sostenible de los recursos forrajeros en ecosistemas frágiles. Además, los resultados brindan una base sólida para futuras investigaciones orientadas al mejoramiento de la productividad ganadera en condiciones de pastoreo extensivo y pueden ser utilizados como referencia en la implementación de sistemas de monitoreo automatizado del comportamiento alimenticio de las alpacas. Estos hallazgos, al mejorar la comprensión de la selectividad y calidad de la ingesta en condiciones naturales, proporcionan herramientas para la toma de decisiones en la gestión de pastizales y el bienestar animal en zonas de alta montaña.

Robles (2022), en su estudio titulado "Parámetros fermentativos in vitro y calidad de la dieta de alpacas en pastoreo durante la época de lluvia", tuvo como objetivo principal determinar los parámetros fermentativos in vitro, así como analizar la composición nutricional de la dieta consumida por alpacas en pastoreo durante la temporada de lluvias. La investigación se desarrolló en la Estación Experimental IVITA Maranganí y se complementó con análisis en los laboratorios de Zootecnia y Producción Agropecuaria de la Facultad de Medicina Veterinaria, además del Laboratorio de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, en Lima, Perú. Este enfoque multidisciplinario permitió un análisis detallado y preciso de la dieta en cuestión.

El estudio utilizó un total de doce alpacas machos adultos, de entre 3 y 5 años de edad, con un peso promedio de 60 kg, las cuales fueron mantenidas en condiciones naturales de pastoreo a una altitud de 4200 metros sobre el nivel del mar. La dieta fue recolectada mediante un proceso de selección manual, simulando lo más fielmente posible el comportamiento alimenticio de las alpacas. Las muestras obtenidas fueron incubadas con fluido ruminal bajo condiciones estrictas de anaerobiosis a 39°C durante 24 horas, lo que permitió analizar los procesos fermentativos que ocurren en el rumen de estos animales.

En cuanto a la composición nutricional de la dieta, los valores medios, acompañados de sus respectivas desviaciones estándar, fueron los siguientes: contenido de proteína $9.38 \pm 3.53\%$, cenizas $9.10 \pm 1.44\%$, fibra detergente neutro $76.00 \pm 3.66\%$, fibra detergente ácido $37.85 \pm 1.89\%$ y lignina $4.008 \pm 0.80\%$. Estos resultados indicaron que la dieta consumida durante la época de lluvias contenía un nivel intermedio de proteínas, característico de los pastos de alta montaña durante esta temporada, y una elevada proporción de fibra, lo que refleja la naturaleza altamente fibrosa de los forrajes disponibles en estos ecosistemas.

Respecto a los parámetros fermentativos in vitro, se obtuvieron los siguientes valores: digestibilidad de la materia seca $53.83 \pm 6.22\%$, producción de gases 73.75 ± 9.71 ml/g MS, producción de metano 2.85 ± 1.02 ml/g MS, ácido acético 1306.68 ± 265.4 μ mol, ácido propiónico 348.16 ± 81.20 μ mol, con una relación acético/propiónico de 2.07 ± 1.73 , y concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ de 143.01 ± 30.91 mg/L. Además, la energía metabolizable de la dieta, calculada a partir de la producción de gases, fue de 3.49 ± 0.31 MJ/kg MS.

Robles determinó que la dieta consumida por las alpacas durante la temporada de lluvias presentaba características nutricionales intermedias, con una alta proporción de fibra y una moderada producción de proteína, lo que es típico de los forrajes andinos en esta época del año. Además, los parámetros fermentativos in vitro evidenciaron una baja producción de gases, lo que sugiere un sistema digestivo eficiente en la fermentación de forrajes fibrosos en condiciones de pastoreo extensivo. Cabe destacar la predominancia del ácido acético entre los ácidos grasos volátiles, lo cual es coherente con dietas ricas en fibra, reflejando la adaptación del sistema digestivo de las alpacas a la disponibilidad estacional de los pastos de alta montaña. Estos resultados proporcionan una base científica sólida para futuras investigaciones sobre el manejo nutricional de alpacas en sistemas de pastoreo durante diferentes épocas del año y su relación con el bienestar y productividad de los animales.

Obregón (2022), en su estudio titulado “Consumo y digestibilidad de cuatro raciones con diferente contenido de fibra en alpacas (*Vicugna pacos*)”, se planteó como objetivo principal analizar el impacto de diversos niveles de fibrosidad en las raciones alimenticias

sobre el consumo y la digestibilidad aparente en alpacas. Este análisis buscó determinar cómo variaciones en el contenido de fibra detergente neutra (FDN) en las dietas influyen en la ingesta de materia seca (MS) y en la eficiencia digestiva de las alpacas, un aspecto fundamental para optimizar su nutrición y bienestar bajo condiciones de pastoreo. Además, como un objetivo complementario, se propuso desarrollar una ecuación de regresión que permitiera predecir la digestibilidad de la materia orgánica (MO) a partir de los niveles de proteína cruda (PC) presentes en las heces, lo que serviría como una herramienta valiosa para mejorar el manejo alimentario de estos camélidos en el ámbito productivo.

El experimento fue diseñado bajo un esquema de cambio doble con cuatro tratamientos, cada uno de ellos representando una ración experimental con distinto porcentaje de fibra detergente neutra (FDN): 40.3% para el tratamiento T1, 62.1% para el T2, 67.8% para el T3 y 71.6% para el T4. Esta variabilidad permitió evaluar el efecto de diferentes niveles de fibra en el consumo voluntario de alimento, la cantidad de agua ingerida y la capacidad digestiva de las alpacas, utilizando un enfoque científico riguroso que incluyó análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación múltiple mediante el test de Tukey, con un nivel de significancia de $p < 0.05$. Estos análisis estadísticos fueron clave para determinar diferencias significativas entre los tratamientos y así identificar las raciones más eficaces en términos de consumo y digestibilidad.

Los resultados obtenidos indicaron que el consumo de materia seca, tanto en relación al peso vivo (PV) como al peso metabólico de las alpacas, fue significativamente mayor ($p < 0.05$) en el tratamiento T1, el cual contenía el menor porcentaje de FDN (40.3%), en comparación con los demás tratamientos. Este hallazgo es relevante porque evidencia que un menor contenido de fibra en la dieta favorece un mayor consumo de alimento, lo que sugiere que las alpacas prefieren raciones menos fibrosas para maximizar su ingesta. Asimismo, el consumo de fibra detergente neutra también fue más elevado en T1, lo cual resalta la relación entre la composición de la dieta y las preferencias alimenticias de los animales. En términos de consumo de agua, se observó un patrón similar, siendo mayor en

el grupo T1 en comparación con los otros tratamientos, lo que podría explicarse por la menor necesidad de agua para metabolizar dietas con menor contenido de fibra.

En cuanto a la digestibilidad aparente de los nutrientes, se encontró que la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) fueron significativamente más digestibles ($p < 0.05$) en las alpacas que recibieron el tratamiento T1. Estos resultados sugieren que las raciones con menor contenido de fibra no solo favorecen el consumo, sino que también optimizan el proceso digestivo, permitiendo una mayor absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo y la productividad de las alpacas. Esto refuerza la idea de que una adecuada formulación de dietas en función de la fibrosidad puede mejorar tanto el rendimiento alimentario como el bienestar general de los animales.

Un aspecto adicional de gran valor en este estudio fue el desarrollo de una ecuación de regresión que permite predecir la digestibilidad de la materia orgánica a partir del contenido de proteína cruda en las heces. Esta herramienta se presenta como una innovación práctica en la investigación sobre la nutrición de alpacas, ya que facilita la estimación de la eficiencia digestiva sin la necesidad de realizar análisis complejos de digestibilidad. De este modo, se aporta una metodología útil y accesible para los productores y técnicos en campo, quienes podrán optimizar las dietas de alpacas mediante el monitoreo de los niveles de proteína cruda en las heces, mejorando así los programas de alimentación en sistemas de pastoreo.

La investigación de Obregón (2022) aportó evidencia concluyente sobre la influencia del contenido de fibra en las raciones sobre el consumo y digestibilidad en alpacas, demostrando que las dietas con menor fibrosidad favorecen un mayor consumo y una mejor eficiencia digestiva. Además, el desarrollo de la ecuación de regresión constituye una contribución importante para el manejo nutricional de alpacas, facilitando la predicción de la digestibilidad de la materia orgánica y promoviendo prácticas alimentarias más eficientes en los sistemas productivos altoandinos. Este estudio proporciona una base sólida para futuras investigaciones y mejoras en la gestión alimentaria de los camélidos sudamericanos.

Mendoza (2022), en su investigación titulada “Calidad nutricional y parámetros fermentativos in vitro de la dieta de alpacas en pastoreo durante la época de seca”, se propuso evaluar de manera sistemática los parámetros fermentativos in vitro de la dieta que consumen las alpacas en condiciones de pastoreo, específicamente durante la temporada de sequía, cuando la disponibilidad de forraje puede ser limitada y la calidad nutricional de los recursos alimentarios puede variar significativamente. La investigación se realizó en las instalaciones del IVITA Maranganí, ubicadas en Cusco, donde se seleccionaron un total de 12 alpacas macho, con una edad comprendida entre 3 y 5 años, para llevar a cabo el estudio.

Para obtener una representación precisa de la dieta consumida por las alpacas, se utilizó un enfoque que combinó la observación directa y la simulación manual, lo que permitió registrar con detalle los diferentes tipos de pastos consumidos y las partes de las plantas que fueron ingestas. En total, se recolectaron 50 muestras de los consumos, las cuales fueron sometidas a un proceso de deshidratación y almacenamiento adecuado para su posterior análisis.

Una vez que las muestras fueron adecuadamente preparadas, se llevaron a cabo análisis utilizando la técnica in vitro de producción de gases. Esta metodología permitió evaluar aspectos cruciales como la digestibilidad in vitro (DIV), la producción de gases generada durante la fermentación, así como la producción de compuestos como metano, amoníaco, ácido acético y ácido propiónico. También se realizó una estimación de la energía metabolizable a partir de estos análisis. Los resultados obtenidos se presentaron en forma de promedios y desviaciones estándar, revelando que la DIV alcanzó un $58.13 \pm 5.4 \%$, la producción total de gases fue de 93.87 ± 13.63 ml/g de materia seca (MS), mientras que la producción de metano se situó en 3.15 ± 1.56 ml/g de MS. Por otra parte, el contenido de amoníaco se registró en 150.08 ± 34.67 mg/L, y la producción de ácido acético y ácido propiónico se reportó en 782.19 ± 322.66 μ mol y 288.52 ± 94.62 μ mol, respectivamente, obteniéndose una relación acética/propiónico de 2.65 ± 0.50 . Además, se estimó que la energía metabolizable alcanzaba un valor de 4.10 ± 0.42 MJ/kg.

A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que la dieta seleccionada por las alpacas durante la época de sequía, en condiciones de pastoreo, presentaba una calidad nutricional de nivel medio. Esta calidad se reflejó en los parámetros fermentativos evaluados en el presente estudio, lo que sugiere la necesidad de un monitoreo continuo y sistemático para asegurar la salud y el rendimiento productivo de las alpacas en condiciones de pastoreo, especialmente en períodos críticos como la sequía. Este hallazgo también resalta la importancia de optimizar la alimentación de las alpacas, considerando factores como la disponibilidad de forraje y su calidad, lo cual puede contribuir a mejorar el manejo nutricional y la sostenibilidad de la producción en sistemas ganaderos dedicados a esta especie.

3.2. Base teórica

3.2.1. Distribución geográfica de las alpacas en el Perú

3.2.1.1. Habitad y nicho ecológico de los camélidos sudamericanos (CSA)

Los camélidos se asocian directamente con zonas de puna, con una altura de 3.660 a 5.000 m.s.n.m. considerando que se va incrementando la crianza a partir de los 4.000 m.s.n.m. en departamentos con mayor población de camélidos sudamericanos en el Perú, se observó que se encuentran a una altitud de 4.300 m (Bustinza, 1986). Los camélidos, incluyendo a las alpacas, son especies típicas de las zonas de gran altitud, donde han encontrado condiciones favorables para su desarrollo y adaptación. Las evidencias más antiguas que indican su proceso de domesticación se remontan a aproximadamente 6,000 años atrás, específicamente en la región del departamento de Junín, Perú, en un lugar conocido como Telarmachay. Este proceso de domesticación se caracterizó no solo por la interacción entre humanos y camélidos, sino también por la práctica del pastoreo, lo cual permitió a las poblaciones humanas desarrollar un sistema de vida basado en la crianza de estos animales.

La domesticación de los camélidos culminó en la aparición de nuevas variedades, lo que ha enriquecido la diversidad genética y morfológica de la especie. Esta diversidad no solo es crucial para la adaptación de las alpacas a diferentes entornos, sino que también tiene

implicaciones significativas para la producción y el aprovechamiento sostenible de estos animales. Según Bustinza (1986), el manejo adecuado y la selección de razas específicas han permitido mejorar la calidad de la fibra y otros productos derivados de los camélidos, lo que contribuye al desarrollo económico de las comunidades que dependen de ellos.

Este contexto histórico y biológico es fundamental para la investigación, ya que proporciona una base sobre la cual se puede evaluar la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas en condiciones de pastoreo. Comprender los aspectos evolutivos y de domesticación de los camélidos no solo enriquece el conocimiento sobre su comportamiento y necesidades alimenticias, sino que también sienta las bases para la implementación de prácticas de manejo que optimicen su alimentación y productividad. Por lo tanto, es esencial considerar estos factores en el desarrollo de estrategias de monitoreo automatizado que permitan un seguimiento más efectivo de la salud y el rendimiento de las alpacas bajo condiciones de pastoreo.

En cuanto a la domesticación y la crianza de estos animales se dio en zonas alto andinas, valles interandinos, por lo que se evidencia que su crianza inclusive se dio en la costa, donde según a la investigación se encontró pruebas de la existencia. En la actualidad los camélidos se encuentran distribuidos en distintos lugares como: cordillera de los andes, Puno como un porcentaje en la cantidad, por otro lado, también se encontró en Chile y Argentina (Bustinza, 1986).

3.2.1.2. Las praderas nativas en el Perú

La región andina se caracterizó por su notable diversidad de zonas ecológicas, cada una con características particulares y únicas que se relacionaron con diversas variables, tales como el clima, la geografía y las condiciones culturales y socioeconómicas. Esta variabilidad dio lugar a la formación de diferentes tipos de paisajes, que incluyeron valles, cabeceras de valles, altiplanos, punas, y cordilleras, cada uno de los cuales se clasificó de manera específica (Farfán y Farfán, 2012).

El desarrollo de estas características paisajísticas se vio apoyado por el Programa Nacional de Agroecología del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), el cual proporcionó un marco de referencia a través de la identificación de zonas agroecológicas. Este proceso se realizó mediante la utilización de cartas topográficas de las provincias, cartas catastrales, así como el Mapa Ecológico del Perú y el Mapa Nacional de Uso Mayor de las Tierras del Perú. También se tomaron en cuenta las guías explicativas elaboradas por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), que facilitaron la identificación y clasificación de las diversas zonas ecológicas.

De acuerdo con la categorización de las zonas agroecológicas, se identificaron grupos de praderas que cubrieron una superficie total de 152,155 kilómetros cuadrados, lo que representó aproximadamente el 11.8% del territorio nacional (Flórez y Malpartida, 1987). Estas praderas se ubicaron en tres franjas principales, correspondientes a diferentes climas: el 33.3% de las praderas se situó en zonas tropicales, el 64.3% en áreas subtropicales, y el 2.4% en regiones de templado cálido (Farfán y Farfán, 2012).

La identificación y clasificación de estas zonas agroecológicas son de suma importancia, ya que permiten entender la dinámica de los ecosistemas andinos y su relación con las prácticas de pastoreo. Esta información resulta fundamental para la evaluación de la selectividad y el valor nutricional de la dieta consumida por las alpacas bajo condiciones de pastoreo. Además, contribuye a la creación de una línea base para el monitoreo automatizado de los recursos forrajeros, lo cual es esencial para promover un uso sostenible de los pastizales en la región andina, garantizando así la conservación de estos ecosistemas y el bienestar de las comunidades que dependen de ellos.

3.2.1.3. Sitios de praderas

Cada sitio presenta una combinación de factores climáticos, edáficos, topográficos, abióticos y bióticos que hace la diferencia de sitios. Las áreas son consideradas unidades de manejo y utilización del pastizal. Cada sitio por sus cualidades y características particulares son distintos por las características bióticas y abióticas peculiares (Astete, 2012).

Las praderas altoandinas están compuestas por gramíneas y graminoides y hierba. Se ubican en las laderas y cumbres que principalmente se caracterizan por la presencia de especies vegetales poco deseables por su característica de suelo, sin embargo; en lugares planos y donde se encuentran bofedales la característica es distinta por la presencia de humedad, por lo que prosperan mucho mejor las especies forrajeras, como la chilligua, grama, entre otros. Por eso es considerada cada lugar. Como sitios de praderas (Flórez, 2005).

3.2.1.4. Tipos de pastizales naturales en la zona altoandina

Las praderas naturales están conformadas por pastizales con diversidad de pastos perennes como las chilliguas, sillu sillu, tajlla, libro libro, etc., temporales como el chiji pasto y llapa pasto, que son asociaciones vegetales únicas del ecosistema andino. Es por ello que se identifican siete tipos en los pastizales: pajonal, césped de puna, bofedales, tolares y canllares (Vega y Torres, 2013).

Pajonal: El pajonal se caracteriza por ser un tipo de vegetación que presenta agrupaciones densas de matas de paja, compuestas en gran parte por gramíneas. Estas plantas suelen presentar hojas que son tanto punzantes como duras, lo que puede tener implicaciones en la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas que pastorean en estos ambientes (Vega y Torres, 2013). En las regiones altoandinas, donde la altitud y las condiciones climáticas son más severas, se observa una mayor prevalencia de estas vegetaciones, las cuales se diferencian por su tallo alto y robusto.

Dentro de las especies vegetales que predominan en los pajonales, se destacan varias gramíneas que son especialmente relevantes para la alimentación de las alpacas. Entre estas especies se encuentran el Fedo (*Festuca dolichophylla*) y el Feor (*Festuca orthophylla*), que son reconocidas por su adaptabilidad a las condiciones de altitud y su capacidad para ofrecer nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de los animales. Asimismo, otras especies como el Stich (*Stipa ichu*), el Caan (*Calamagrostis antoniana*) y el Cari (*Calamagrostis rígida*) también juegan un papel fundamental en la dieta de las alpacas en estas zonas.

La composición y la densidad de estas especies vegetales no solo afectan la selectividad alimentaria de las alpacas, sino que también pueden influir en su salud y productividad. Por lo tanto, es crucial considerar estos factores al evaluar el valor nutricional de la dieta de especies consumidas y el manejo de los recursos forrajeros en los sistemas de pastoreo altoandinos. Las condiciones ambientales y la variabilidad de las especies presentes en los pajonales subrayan la importancia de un enfoque cuidadoso en la gestión de los pastizales, especialmente en un contexto de cambio climático que puede afectar la disponibilidad y calidad de estas fuentes de alimento.

Césped de puna: Vegetación dominada por especies vegetales con características de almohadillado, arrosetado con pajas de porte bajo (gramíneas). La composición está dada de agrupaciones entre hierbas y pajas de porte bajo; los cuales son: Liob (*Liabum ovatum*), Acpu (*Aciachne pulvinata*), Wenu (*Werneria nubigena*), Nolo (*Nototriche longirostris*) y diapensoides (Mamani *et al.*, 2013).

Bofedales: Los oqhonaes, también conocidos como bofedales, son un tipo de pastizal que se caracteriza por poseer un alto valor energético, lo que los convierte en una fuente fundamental de forraje para la alimentación de los camélidos, como las alpacas. Estos ecosistemas se localizan predominantemente en suelos hidromorfos, los cuales presentan una notable capacidad para retener agua debido a su escaso drenaje. Esta retención de agua permite que los oqhonaes se desarrollen en terrenos planos que se caracterizan por tener un alto grado de humedad, situación que se observa comúnmente en las proximidades de riachuelos lentos, así como en los bordes de lagos y manantiales (Vega y Torres, 2013).

La importancia de los bofedales radica en su capacidad para proporcionar una alta producción de forraje durante todo el año. Este forraje no solo es esencial para la alimentación de los camélidos, sino que también juega un papel crucial en el sostenimiento de las comunidades que dependen de estos animales para su subsistencia. Los bofedales tienen un porcentaje elevado de capacidad de carga animal, lo que implica que pueden sustentar un número significativo de camélidos en sus terrenos.

Además, el crecimiento y la producción de forraje en los bofedales no se limitan a una única época del año, lo que permite una disponibilidad continua de alimento. Esta característica es especialmente valiosa en entornos donde la variabilidad climática puede afectar la disponibilidad de recursos forrajeros. Por tanto, los bofedales no solo son vitales para la dieta de los camélidos, sino que también son un componente esencial en la estabilidad de los sistemas de pastoreo.

Las especies que predominan son: Dimu (*Distichia muscoides*), ladi (*Lachemilla diplophylla*), Lapi (*Lachemilla pinnata*), Hita (*Hypochoeris taraxacoides*) y Wepi *Werneria pigmaea* (Mamani *et al.*, 2013).

Tolares: Es la vegetación con predominancia arbustiva, una de sus características principales es que contiene resinas, que es protegida del pastoreo excesivo. Normalmente se encuentran asociados a arbustos los pastos de crecimiento bajo que brindan alimento a los animales (Vega y Torres, 2013). La tola es el principal indicador que existe un terreno pobre y seco. Algunas especies de este tipo de vegetación son: *Baccharis*, *Azorella*, *Parastrephia lepidophylla*, *Diplosteohium tacurense* (Mamani *et al.*, 2013).

Canllares: Vegetaciones leñosas de porte medio, por lo general están en suelos pobres. Solo son consumidas por ovinos y vacunos (solo hoja) en su estado tierno o de brote porque es el estado más apetecible para los animales, como: *Margiricarpus strictus*, *Margiricarpus pinnatus* (Mamani *et al.*, 2013).

3.2.1.5. Caracterización morfológica de algunas especies predominantes en estudio

***Festuca dolichophylla* “Chilligua”**

Figura 1: *Festuca dolichophylla*



Fuente: Mamani *et al.* (2013).

Características morfológicas

La especie estudiada se caracterizó por ser una planta perenne que desarrollaba una gran cantidad de macollos, lo que le confería un crecimiento denso y compacto. Los tallos presentaron una altura variable, oscilando entre los 40 y 90 cm, dependiendo principalmente de factores como la edad de la planta y la profundidad de los suelos en los cuales se establecía. Se observó que la lígula de la planta era corta, con menos de 1 mm de longitud, membranácea y ciliada. Las láminas foliares, que alcanzaban longitudes entre 10 y 35 cm, a menudo superaban en tamaño a los tallos y a las panículas. Estas láminas se mostraban subrigidas, con un ápice agudo o tubuloso y de forma involuta. La parte superior de la caña se presentaba ligeramente aplanada y era pubescente en su haz, con la presencia de pelos cortos y relativamente densos.

La inflorescencia de la planta estaba conformada por una panícula cuya longitud variaba entre los 9 y 16 cm, con pedicelos que se describían como glabracentes. Las glumas, de forma desigual, se presentaban agudas o subagudas y glabras. La gluma inferior tenía una longitud de entre 3 y 3.5 mm, mientras que la gluma superior alcanzaba entre 3.8 y 5 mm. El lema inferior, por su parte, medía entre 6 y 7 mm de longitud y era de forma oblonga-lanceolada.

El hábitat natural de esta especie se encontraba predominantemente en los pajonales de la puna, donde prosperaba en suelos profundos con una humedad moderada. Esta gramínea fue altamente valorada por su palatabilidad y apetecibilidad, tanto por alpacas, como por ovinos, llamas y vacunos. Su capacidad para habitar en suelos profundos le permitió formar grandes comunidades vegetales, donde coexistía con otras especies como *Alchemilla pinnata* y *Muhlenbergia fastigiata*. Además de su valor forrajero, esta planta fue empleada en diversas aplicaciones tradicionales en las zonas altoandinas, tales como la elaboración de sogas, el techado de viviendas y el almacenamiento de tubérculos como la papa, oca y olluco.

En términos de su difusión, esta especie fue reconocida por su alta prevalencia y la calidad de los pastizales que formaba, caracterizados por la abundancia de macollos. Este aspecto fue considerado un indicador importante de la evolución de las pasturas en las áreas donde se encontraba. Asimismo, se demostró que era resistente a las heladas, lo que la hacía palatable incluso durante los meses más secos del año. Sin embargo, se advirtió que el valor forrajero de la planta disminuía de manera considerable a medida que avanzaba su ciclo vegetativo, lo cual debía ser tomado en cuenta en la gestión del pastoreo y en la planificación del manejo de los recursos forrajeros.

***Calamagrostis vicunarum* “Crespillo”**

Figura 2: *Calamagrostis vicunarum*



Fuente: Mamani *et al.* (2013).

Características morfológicas

La especie en cuestión se caracterizó por ser una planta perenne de tipo cespitosa, que desarrollaba cañas con alturas que fluctuaban entre los 5 y 25 cm, dependiendo de las condiciones del entorno y la fase de crecimiento. La lígula, membranácea, presentaba una longitud de entre 0.5 y 2 mm. Las láminas foliares alcanzaban dimensiones que variaban entre 2 y 4.5 mm de longitud, siendo involutas y casi filiformes, lo que les otorgaba una textura suave, con una curvatura arqueada o flexuosa. A pesar de su suavidad general, las láminas presentaban una ligera escabrosidad, culminando en un ápice agudo, lo que les confería resistencia y adaptabilidad frente a las condiciones de los pastizales altoandinos.

La inflorescencia estaba compuesta por una panícula espiciforme que medía entre 2 y 6 cm de largo y 0.7 a 1 cm de ancho. Esta panícula contenía espiguillas de 5.5 a 6.5 mm de longitud, sostenidas por un pedicelo de superficie escabrosa. Las glumas, que constituían un rasgo distintivo de la inflorescencia, se estrechaban hacia el ápice y terminaban en una forma aguda. El lema de esta planta alcanzaba una longitud de entre 3.5 y 4 mm, presentándose ligeramente cilíndrico y glabro, con un ápice que mostraba una denticulación leve en un rango de 3 a 4 dientes, aunque no de tipo cetáceo. La arista, de una longitud significativa que oscilaba entre 5.5 y 6 mm, era geniculada, es decir, mostraba una curvatura acodada, y se presentaba retorcida en su base.

Un aspecto adicional que destacaba en la morfología de esta planta era la presencia de un antopodio pubescente, cuyos pelos estaban esparcidos y tenían una longitud de entre 0.5 y 0.7 mm. Por su parte, la raquilla, que era ligeramente pubescente, alcanzaba los 0.5 mm de largo, y sus pelos eran algo más largos, midiendo entre 0.8 y 1.2 mm. Estos detalles morfológicos conferían a la planta una estructura resistente, capaz de soportar las condiciones climáticas adversas de las regiones altoandinas, donde predominaban temperaturas frías y suelos de baja fertilidad.

La combinación de estas características permitió que esta planta fuese una de las especies forrajeras más valiosas en los ecosistemas de pastizales altoandinos. Su adaptabilidad, resistencia y palatabilidad la hacían ideal para el consumo de camélidos sudamericanos como las alpacas, quienes dependían de este tipo de vegetación para su nutrición y bienestar general en condiciones de pastoreo. Además, las cualidades morfológicas, como la arista retorcida y la panícula espiciforme, facilitaban su identificación y diferenciación respecto a otras especies que compartían su hábitat.

Castilleja pumilla

Figura 3: *Castilleja pumilla*



Fuente: Jardines alpinos (2021).

Características morfológicas

Castilleja pumilla es una planta herbácea perenne que se encuentra comúnmente en áreas de pastoreo altoandinas. Se caracteriza por su tallo erecto y ramificado, que puede alcanzar alturas de hasta 30 cm. Las hojas son lanceoladas y dispuestas de manera opuesta, mientras que las inflorescencias son espigas densas que presentan brácteas coloridas, típicamente rojas o amarillas, que atraen a polinizadores. Esta especie es conocida por su capacidad de adaptarse a suelos pobres y su rol en la fijación de nutrientes en el ecosistema (Tovar y Oscanoa, 2002).

Calamagrostis rigescens

Figura 4: *Calamagrostis rigescens*



Fuente: Mamani *et al.* (2013).

Características morfológicas

La morfología de *Calamagrostis rigescens* se refiere a las características físicas y estructurales de la planta. Esta especie es una gramínea perenne que se encuentra comúnmente en praderas y áreas de pastoreo altoandinas. Según Tovar y Oscanoa (2002), la morfología de *Calamagrostis rigescens* incluye:

Tallos: Erectos, cilíndricos y robustos, que pueden alcanzar alturas de hasta 1.5 metros. Los tallos son generalmente lisos y presentan nudos bien definidos.

Hojas: Las hojas son largas, estrechas y lanceoladas, con márgenes a menudo serrados. Tienen una disposición alterna y crecen en la base del tallo, lo que les permite maximizar la captura de luz solar.

Inflorescencia: La inflorescencia es una panícula, que se caracteriza por ser densa y erecta. Las espiguillas son pequeñas y están dispuestas en racimos, lo que facilita la polinización. Cada espiguilla contiene varias flores, que son responsables de la producción de semillas.

Musgo.

Figura 5: Musgo



Fuente: Acosta (2018).

Características morfológicas

- Gametofito: Es la fase dominante y visible del musgo. Consiste en:
 - Caulidios: Estructuras similares a tallos que sostienen los filidios.
 - Filidios: Estructuras semejantes a hojas, dispuestas en espiral alrededor del caulidio, responsables de la fotosíntesis.
 - Rizoides: Filamentos que anclan la planta al sustrato y absorben agua y nutrientes.
- Esporofito: Dependiente del gametofito, consta de:

- Seta: Estructura alargada que sostiene la cápsula.
- Cápsula (esporangio): Contiene las esporas haploides para la reproducción.

Los musgos carecen de flores, semillas y raíces verdaderas, y se reproducen mediante esporas. Su estructura simple les permite colonizar diversos hábitats, especialmente aquellos con alta humedad (Acosta, 2018).

Juncus sp.

Figura 6: Juncus sp.



Fuente: Maldonado *et al.* 2019).

Características morfológicas

El género *Juncus* pertenece a la familia Juncaceae, que agrupa a plantas comúnmente conocidas como juncos o junquillos. Este género es uno de los más extensos dentro de la familia, con aproximadamente 300 especies distribuidas en todo el mundo, principalmente en regiones templadas y frías (Tovar y Oscanoa, 2002).

Las especies del género *Juncus* se caracterizan por ser plantas herbáceas perennes, con tallos erectos y hojas lineares, generalmente cilíndricas o acanaladas. Las inflorescencias son terminales y pueden ser compactas o ramificadas, con flores pequeñas y discretas. Los frutos son cápsulas que contienen numerosas semillas diminutas (Tovar y Oscanoa, 2002).

Algunas características morfológicas distintivas de *Juncus sp.* incluyen:

Tallos: Erectos, cilíndricos y rígidos, que pueden alcanzar alturas de hasta 1 metro.

Hojas: Lineares, cilíndricas o acanaladas, con una textura dura y fibrosa.

Inflorescencia: Terminal, con flores pequeñas y discretas, agrupadas en una panícula o en cabezuelas compactas.

Frutos: Cápsulas que contienen numerosas semillas diminutas.

La familia Juncaceae, a la que pertenece el género *Juncus*, se caracteriza por plantas herbáceas, generalmente perennes, que se encuentran en hábitats húmedos o pantanosos. Algunas especies pueden crecer en suelos secos o rocosos. Según Tovar y Oscanoa (2002), la familia Juncaceae incluye aproximadamente 7 géneros y 400 especies a nivel mundial.

En el contexto de las praderas altoandinas, el género *Juncus* puede ser un componente importante en áreas con suelos húmedos o inundados temporalmente. Aunque no son consideradas plantas forrajeras de alta calidad, algunas especies pueden ser consumidas por el ganado en épocas de escasez de alimento (Mamani *et al.*, 2013).

***Scirpus rigidus* “anccuya”**

Figura 7: *Scirpus rigidus*



Fuente: Mamani *et al.* (2013).

Características morfológicas

Es una planta perenne, con tallos erguidos, rígidos, una característica es que salen varios tallos en la base formando un manojo, de 15-29 cm de altura, subcilíndrica, estriado, con 2-3 hojas en la base, estas más cortas que los tallos; con espiguillas subapicales,

oblongas; parduscas de 6-7 mm de largo; brácteas erectas, setaceas; aquenios plano-convexos angulosos, ovario con estilo trifido; estambres dos.

Carex sp

Figura 8: *Carex sp*



Fuente: Corbett (2011).

Características morfológicas

La planta en cuestión era una especie perenne de tamaño relativamente bajo, alcanzando una altura que oscilaba entre los 15 y 30 cm. Esta planta se distinguía por la producción abundante de rizomas, los cuales le conferían una capacidad significativa para propagarse de manera subterránea y asegurar su supervivencia en condiciones climáticas adversas. Sus hojas, o láminas foliares, estaban bien desarrolladas y presentaban una coloración verde intensa, lo que era un indicativo de su vigor y capacidad fotosintética, incluso en las difíciles condiciones del altiplano.

En cuanto a su estructura reproductiva, la planta exhibía inflorescencias terminales, caracterizadas por la presencia de glumas y espiguillas subtendidas, las cuales aseguraban un eficiente mecanismo de dispersión de sus semillas. Este rasgo morfológico le permitía una eficaz reproducción en los ambientes de praderas altoandinas, donde competía con otras especies por los recursos disponibles.

En términos de distribución geográfica, esta especie era particularmente abundante en el altiplano, especialmente en áreas propensas a la inundación temporal o donde predominaban suelos saturados de agua. En estos hábitats, la planta se asociaba frecuentemente con gramíneas cespitosas, formando comunidades vegetales que desempeñaban un papel crucial en el mantenimiento de la biodiversidad local y en la estabilización de los suelos. Su capacidad para prosperar en estos ambientes la hacía una especie clave dentro de los ecosistemas de pastizales húmedos de las zonas altoandinas.

Desde el punto de vista forrajero, esta planta era altamente palatable, es decir, era bien aceptada por el ganado, lo que la convertía en un componente importante de la dieta de los camélidos sudamericanos, como las alpacas, así como de otras especies ganaderas, tales como ovinos y bovinos. Su alto valor nutritivo y su disponibilidad constante en los pastizales inundados hacían que fuera una fuente de alimento preferida, especialmente en épocas donde otros recursos forrajeros escaseaban.

El género *Carex*, al cual pertenecía esta especie, incluía una vasta diversidad de especies, muchas de las cuales eran comunes en hábitats húmedos y en praderas de altura. Debido a su amplia distribución y capacidad de adaptación, las especies de *Carex* se habían consolidado como un componente esencial en los ecosistemas altoandinos. Su presencia no solo garantizaba una fuente estable de alimento para el ganado, sino que también contribuía a la regulación del ciclo del agua y la conservación de los suelos en estos ecosistemas. Por tanto, su rol ecológico era fundamental para el equilibrio y la sustentabilidad de los sistemas de pastoreo en los Andes, donde las condiciones extremas demandaban plantas resilientes y capaces de sostener la producción ganadera.

La morfología de *Carex* sp. se refiere a las características físicas y estructurales de la planta. Según Tovar y Oscanoa (2002), la morfología de *Carex* sp. incluye:

Tallos: Los tallos son generalmente erectos, triangulares y pueden variar en altura desde unos pocos centímetros hasta más de un metro, dependiendo de la especie.

Hojas: Las hojas son lineales, con márgenes lisos o ligeramente serrados. Estas hojas crecen en la base del tallo y pueden tener una longitud que varía entre 20 y 60 cm, con un ancho de 1 a 2 cm.

Inflorescencia: La inflorescencia es una espiguilla que se presenta en racimos, con flores pequeñas y discretas. Las espiguillas pueden ser solitarias o agrupadas, y cada una contiene varias flores que son polinizadas principalmente por el viento.

Frutos: Los frutos son aquenios, que son pequeños y secos, y se dispersan por el viento o el agua. Cada aquenio contiene una semilla.

***Alchemilla pinnata* (Ruiz y Pavon, Sillo-sillo)**

Figura 9: *Alchemilla pinnata*



Fuente: SERFOR (2022).

Características morfológicas

Esta planta se caracterizaba por su tamaño reducido y su estructura morfológica notablemente pilosa, especialmente en sus ramas, las cuales presentaban un distintivo color verde plateado. Las hojas eran de tipo bipinnado, lo que implicaba que cada hoja estaba compuesta por varias subdivisiones pequeñas, otorgándole una apariencia delicada y

compleja. Las flores, por su parte, exhibían una tonalidad entre amarillo y verde, generalmente encontrándose de manera solitaria en la planta, lo que le confería un aspecto particular dentro de su entorno natural.

Un rasgo clave de esta especie era su capacidad de propagarse eficazmente a través de la producción de estolones, estructuras vegetativas que permitían la reproducción asexual y facilitaban su expansión en el terreno. Esta habilidad le otorgaba una ventaja significativa en cuanto a colonización de áreas favorables, especialmente en aquellos lugares con condiciones de humedad moderada. Asimismo, la planta tendía a crecer bajo la protección de especies de mayor tamaño, como la chilligua, cuya sombra ofrecía un ambiente adecuado para su desarrollo. Este fenómeno de crecimiento bajo cobertura era común en zonas altoandinas, donde las plantas pequeñas se beneficiaban de la protección contra las inclemencias del clima y la radiación solar intensa, características de estos ecosistemas.

El entorno húmedo donde prosperaba esta especie, en combinación con su capacidad de aprovechar la protección de plantas más grandes, favorecía su crecimiento vigoroso y su resistencia frente a condiciones adversas. Además, su palatabilidad la convertía en una opción de alto valor nutricional para diversas especies de ganado. En particular, era altamente apreciada por el ganado ovino y por las alpacas, que la seleccionaban preferentemente durante el pastoreo debido a su textura suave y su valor forrajero, lo que la hacía una planta esencial dentro de los sistemas de alimentación en pastizales altoandinos.

La capacidad de esta planta para integrarse en ecosistemas más complejos, bajo la sombra de otras especies, no solo le permitía prosperar en hábitats específicos, sino también contribuir a la biodiversidad del ecosistema de pastoreo. De esta manera, no solo brindaba sustento al ganado, sino que también jugaba un papel fundamental en la estabilidad ecológica, al formar parte de la vegetación que cubría y protegía el suelo. Este tipo de asociaciones entre plantas de diferentes estratos de vegetación favorecía el mantenimiento de los pastizales en buen estado, lo cual resultaba crucial para la sostenibilidad de las actividades ganaderas en la región.

La morfología de *Alchemilla pinnata* se refiere a las características físicas y estructurales de la planta. Según Tovar y Oscanoa (2002), la morfología de *Alchemilla pinnata* incluye:

Tallos: Los tallos son erectos y ramificados, con una altura que puede variar entre 10 y 30 cm. Presentan una pubescencia suave.

Hojas: Las hojas son pinnatipartidas, con lóbulos profundos y márgenes dentados. Tienen una disposición alterna y pueden alcanzar hasta 10 cm de longitud.

Flores: Las flores son pequeñas y discretas, de color verde amarillento. Se presentan en inflorescencias en forma de cimbras terminales. Cada flor tiene cuatro a cinco sépalos y carecen de pétalos.

Frutos: Los frutos son aquenios, que son pequeños y secos, y se dispersan por el viento o los animales. Cada aquenio contiene una semilla.

Geranium weddellii

Figura 10: *Geranium weddellii*



Fuente: Field Museum of Natural History (1982).

Características morfológicas

La morfología de *Geranium weddellii* se refiere a las características físicas y estructurales de la planta. Esta especie es una herbácea perenne que se encuentra comúnmente en las regiones altoandinas. Según Tovar y Oscanoa (2002), la morfología de *Geranium weddellii* incluye:

Tallos: Erectos, con una altura que puede variar entre 30 y 80 cm. Los tallos son angulosos y pueden presentar una pubescencia leve.

Hojas: Las hojas son palmeadas, con lóbulos profundos y márgenes dentados. Tienen una disposición alterna y pueden alcanzar hasta 10 cm de diámetro.

Flores: Las flores son de color púrpura a azul, con cinco pétalos que se disponen en una inflorescencia en umbelas. Cada flor presenta un diámetro de aproximadamente 2-3 cm y es polinizada principalmente por insectos.

Frutos: Los frutos son cápsulas que se abren al madurar, liberando semillas pequeñas que son dispersadas por el viento.

Compuestas

La familia Asteraceae, a la que pertenece el género *Hypochoeris*, es una de las familias más grandes de plantas con flores, con aproximadamente 1,620 géneros y más de 23,000 especies. Estas plantas son conocidas por sus flores en capítulos y su importancia ecológica y económica. Según Tovar y Oscanoa (2002), las especies de esta familia son fundamentales en los ecosistemas altoandinos, donde pueden contribuir a la diversidad biológica y proporcionar alimento para la fauna.

Hypochoeris taraxacoides (Walp)

Figura 11: *Hypochoeris taraxacoides*



Fuente: Maldonado *et al.* 2019).

Características morfológicas

La planta se caracterizaba por un crecimiento en forma de roseta basal, con una estructura acaule, es decir, sin la presencia de tallos evidentes. Las hojas basales eran numerosas y presentaban una forma oblongo-lanceolada, con márgenes sinuosos y dentados, alcanzando longitudes de entre 2.5 y 4 cm. Este tipo de morfología foliar contribuía a la adaptación de la planta a su entorno natural, permitiéndole captar eficientemente la luz solar y maximizar su desarrollo en ecosistemas de altitud. La inflorescencia, de disposición terminal, se encontraba en cabezuelas cortamente pedunculadas que emergían desde el centro de cada roseta. Estas cabezuelas, de forma acampanada, medían entre 12 y 15 mm de largo y contenían una gran cantidad de flores. Las flores marginales, liguladas y de mayor desarrollo que las centrales, exhibían una coloración blanca que las diferenciaba notablemente.

El fruto producido por esta planta era un aquenio oblongo, con un papus provisto de pelos blancos y plumosos, lo cual facilitaba su dispersión por el viento, contribuyendo a su reproducción y propagación en las praderas altoandinas. Este tipo de mecanismo de dispersión permitía que la planta colonizara nuevas áreas dentro de su ecosistema, asegurando su persistencia en hábitats donde las condiciones ambientales eran especialmente adversas, como los bofedales y oqonales de la puna.

El crecimiento de esta especie se daba principalmente en bofedales altoandinos, donde las condiciones de humedad favorecían su desarrollo, especialmente durante la temporada de lluvias, momento en el cual alcanzaba su máxima abundancia. Era especialmente palatable para los herbívoros de la región, siendo un recurso alimenticio de alta preferencia para las alpacas y los ovinos, que la seleccionaban debido a su alto valor nutritivo. Asimismo, aunque en menor medida, también era consumida por los porcinos, lo que subrayaba su importancia como parte integral de la dieta del ganado en estos ecosistemas. La permanencia de esta hierba en los bofedales la convertía en una especie clave para el sostenimiento de las actividades de pastoreo en las zonas altoandinas, ya que

proporcionaba alimento durante los periodos de mayor actividad ganadera (Sotomayor, 2015).

Además, su presencia constante en los bofedales altoandinos la identificaba como una especie representativa de estos ecosistemas, donde cumplía un papel fundamental tanto en la cadena trófica como en la estabilización del suelo, contribuyendo al mantenimiento del equilibrio ecológico de las áreas de pastoreo. La capacidad de esta planta para adaptarse a las variaciones climáticas, particularmente a las fluctuaciones estacionales de humedad, le permitía mantenerse como un recurso alimenticio viable incluso en condiciones ambientales difíciles.

La morfología de *Hypochoeris taraxacoides* se refiere a las características físicas y estructurales de la planta. Según Tovar y Oscanoa (2002), la morfología de *Hypochoeris taraxacoides* incluye:

Tallos: Los tallos son erectos, generalmente ramificados, y pueden alcanzar alturas de entre 20 y 70 cm. Son robustos y presentan una textura suave.

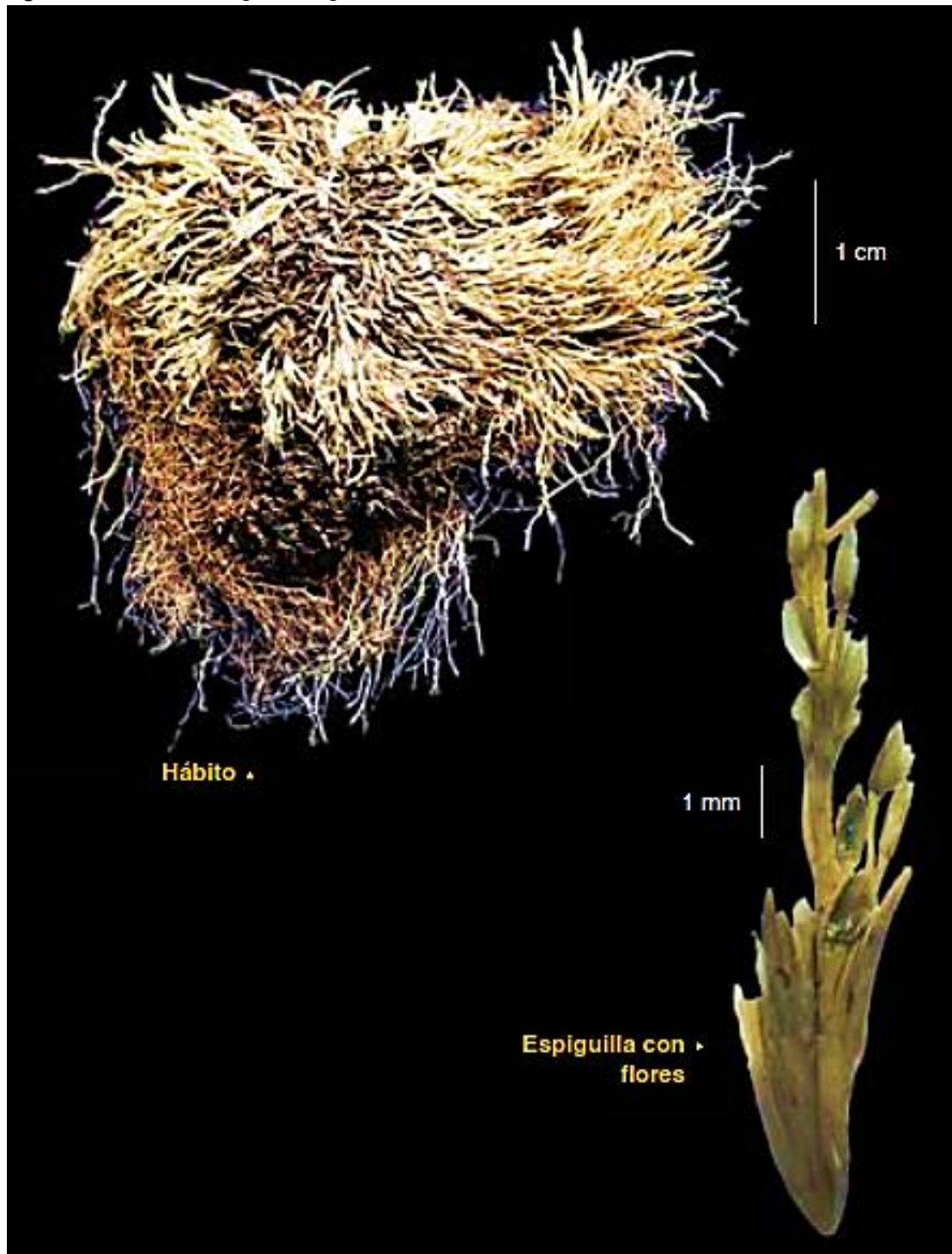
Hojas: Las hojas son basales, lanceoladas y dentadas, con una longitud que varía entre 5 y 15 cm. Se disponen en rosetas en la base de la planta, lo que ayuda a la captura de luz.

Flores: Las flores son compuestas y se agrupan en capítulos, que pueden ser de color amarillo. Cada capítulo tiene entre 10 y 20 flores liguladas, y el diámetro del capítulo puede alcanzar hasta 5 cm. Estas flores son polinizadas principalmente por insectos.

Frutos: Los frutos son aquenios, que son pequeños y secos, con un vilano que facilita su dispersión por el viento. Cada aquenio contiene una semilla.

***Muhlenbergia fastigiata* (Presl.)**

Figura 12: *Muhlenbergia fastigiata*



Fuente: SERFOR (2022).

Características morfológicas

Se trataba de una especie perenne de porte bajo, caracterizada por su hábito de crecimiento en forma de matas compactas. Esta planta presentaba una abundante

producción de rizomas, que contribuían a la formación de un denso césped. Los culmos, o tallos, eran decumbentes y no superaban los 10 cm de altura, lo que le confería una estructura rastrera que facilitaba su adaptación a las condiciones del pastoreo en terrenos de altitud. Las hojas, por su parte, eran numerosas y se disponían en dos hileras opuestas a lo largo de los tallos. Estas láminas foliares, de forma involuta y con una longitud aproximada de 1 cm, mostraban una disposición eficiente que favorecía la captación de luz y la conservación de humedad, lo que permitía a la planta mantenerse activa incluso en condiciones climáticas adversas.

La inflorescencia de esta especie estaba constituida por pequeñas panojas de aspecto angosto, que contenían espiguillas de colores llamativos, de aproximadamente 2 mm de longitud. A pesar de su tamaño reducido, estas espiguillas cumplían un papel clave en la reproducción y dispersión de la especie. Cabe destacar que, aunque el rizoma no era aprovechado directamente como recurso forrajero, su presencia contribuía significativamente a la regeneración y propagación de la planta, lo que incrementaba su capacidad de formar extensas áreas de césped denso.

La especie *Muhlenbergia fastigiata* tenía una particular relevancia en los ecosistemas de pastoreo de altura debido a su capacidad de formar estos céspedes densos, que proporcionaban una fuente constante de alimento para el ganado, especialmente para especies como la alpaca y el ovino. Este tipo de vegetación era altamente valorado por su palatabilidad, es decir, por ser aceptada y consumida de manera preferente por los animales en pastoreo. Además, su estructura densa ofrecía una cobertura vegetal adecuada, que contribuía a la protección del suelo contra la erosión y al mantenimiento de la humedad en el sustrato, lo que resultaba beneficioso para la sostenibilidad de los ecosistemas altoandinos.

La morfología de *Muhlenbergia fastigiata* se refiere a las características físicas y estructurales de la planta. Según Tovar y Oscanoa (2002), la morfología de *Muhlenbergia fastigiata* incluye:

Tallos: Los tallos son erectos, delgados y pueden alcanzar alturas de hasta 1 metro. Son generalmente ramificados en la parte superior.

Hojas: Las hojas son estrechas y lineales, con una longitud que varía entre 10 y 30 cm y un ancho de aproximadamente 0.5 a 1 cm. Tienen un margen liso y una textura suave.

Inflorescencia: La inflorescencia es una panícula, que se presenta en racimos sueltos y puede tener un color que varía entre verde y marrón. Las espiguillas son pequeñas y se disponen en un patrón escalonado a lo largo del raquis.

Frutos: Los frutos son aquenios, que son pequeños y secos, y se dispersan por el viento. Cada aquenio contiene una semilla.

Cobertura Vegetal

Las zonas de vegetación de pajonal son poblaciones de amplios lugares abiertos, lo que significa que las pasturas solo ocupan el 40 a 70% de la extensión de pajonal, con la característica de que estos espacios son abiertos en las punas secas.

Tabla 1: *Cobertura vegetal por tipo de vegetación y cordillera (%)*

Vegetación	Puna húmeda	Puna seca	Promedio
Pajonal	68	41	55
césped de puna	72	63	68
Tolar	0	44	22
Bofedal	91	85	88

Fuente: INEI (2012).

Para césped de puna en mayor con respecto a la cobertura que van de 60 a 70 % de la superficie de la pradera, depende si es puna húmeda o seca, siendo mayor en la puna húmeda. En caso de lo tólares la cobertura general está en un poco más de 40 %, finalmente

los bofedales tienen una cobertura casi total, es por ello que la puna húmeda tiene cobertura mucho más pareja frente a la puna seca, por consiguiente, mayor disponibilidad forrajera.

Pradera de puna húmeda

Es considerada como una zona que posee mejores pasturas nativas por la mayor precipitación pluvial frente a la otra cordillera, las especies vegetales dominantes principales son desarrollados en buenas condiciones físico- químicas de los suelos, el piso ecológico y el recurso agua. Por otro lado, es considerado como un sitio con mejor calidad de pasturas y asociaciones de la puna húmeda (Huisa, 1990).

Tabla 2: Clasificación de las praderas de puna humedad

Asociaciones vegetales	Código	Nombre local	Habitad Altitud (m.s.n.m.)
Zonas secas			
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo - Mufa	Chilliguar	3800-4300
<i>Mulehlembergia fastigiata</i>		Koya	
<i>Festuca rigida</i>	Feri	Ichal	3800-4400
<i>Festuca ortophylla</i>	Feor	Iral	3500-4400
<i>Calamagrostis amoena</i>	Calam	Llama ichu	4200-4400
<i>Stipa obtusa- stipa ichu</i>	stob- stich	Tisña qqisi	3500-4400
Zonas húmedas			
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo-Pitu	Chilliguar	3800-4200
<i>Plantago tubulosa</i>		Ojho	
<i>Distichia muscoides</i>	Dimu	Kunkuna	4300-4600
<i>Scirpus rigidus</i>	Scri	Totorilla	4000-4600
<i>Festuca dolichophylla</i>	Fedo- caem	Soral	3900-4400
<i>Calamagrostis eminens</i>			

Fuente: Huisa (1990).

3.2.2. Estimación de la condición y tendencia de los pastizales

Las comunidades vegetales son los pastizales naturales en el cual distintos tipos de especies interactúan entre sí, la interacción se presenta en distintos tipos de pastizales, esto según a la clase de especies que los componen, en general, los pastizales se encuentran en cualquier área de nuestro país y en distintos grados de degradación, al manejarse pastizales con distintas y altas cargas animales sin ningún tipo de manejo, genera muerte de los mejores forrajes y la proliferación de especies indeseables (De León, 2003).

3.2.2.1. Condición del pastizal

El concepto de condición del pastizal es muy importante, existe distintas opiniones. Según SRM (1991), da dos definiciones en su tercera definición de términos usados para el manejo del pastizal, los cuales son: El concepto relacionado con el estatus del pastizal en términos de potencialidades que deben ser expresados, según algunos organismos, la condición de la vegetación de un área debe estar en relación a la comunidad vegetal del clímax de dicha área.

3.2.2.2. Método basado en el tamaño de mordida y el comportamiento animal

Esta técnica es considerada por el número de mordidas realizadas en el pastoreo y el tamaño promedio de ellas, para estimar el cálculo se asume de que el consumo de forraje es el resultado de mordidas que realiza el animal y el tamaño individual de cada una de ellas (Hodgson, 1982).

Por lo general la tasa de mordidas se registra durante periodos cortos, por lo que es variada durante el día va directamente relacionado con la condición de la pastura y controlada por la apetencia del animal.

3.2.2.3. Estación de pastoreo

La estación de pastoreo implica varios tipos de comunidades vegetales, su reacción a la defoliación y pisoteo es diferente, está determinado por un espacio físico al alcance de un animal y tiempo del pastoreo, cuando se encuentra un lugar de pastoreo dentro del potrero,

el animal se detiene a visualizar, oler el pasto encontrado, bajando la cabeza, seguido a esto el animal corta el follaje con movimientos de la cabeza de arriba hacia abajo y para los costados, este espacio físico es llamado como la estación de pastoreo; de la misma forma es importante conocer la defoliación, por lo que cuando la intensidad es alta esto cambia en cuanto a la producción de semillas y el contenido de materia orgánica (Roca *et al.*, 2009).

3.2.2.4. Selectividad

La selectividad en el consumo de alimentos se consideraba una estrategia fundamental para los animales en condiciones de pastoreo, ya que determinaba la eficiencia con la que lograban satisfacer sus necesidades nutricionales. Este proceso selectivo no solo influía en el comportamiento alimenticio de los animales, sino que también era un factor clave para la dinámica y composición de las plantas en ecosistemas con diversidad botánica. En sistemas con una composición vegetal mixta, la capacidad de los animales para elegir entre distintas especies o partes de las plantas disponibles dependía de una serie de factores tanto internos como externos que influían directamente en su comportamiento alimentario. La disponibilidad de distintas plantas en el hábitat permitía a los animales ejercer esta selectividad, lo que contribuía a moldear la estructura y la dinámica de las comunidades vegetales.

El consumo selectivo de ciertos tipos de plantas o de determinadas partes de ellas estaba regulado por diversos factores que podían clasificarse en varios niveles. Por un lado, los factores internos del animal, como las adaptaciones anatómicas y fisiológicas, desempeñaban un papel crucial en su capacidad para procesar los nutrientes de las plantas disponibles. Estas adaptaciones incluían tanto la estructura de los órganos encargados de la ingesta y digestión, como los mecanismos metabólicos que permitían aprovechar de manera eficiente los recursos vegetales en el entorno. En este sentido, las alpacas, al igual que otros herbívoros, poseían características fisiológicas específicas que les permitían maximizar la ingesta de nutrientes a partir de la vegetación autóctona de los ecosistemas altoandinos.

Por otro lado, se reconocía que una amplia gama de factores externos influía en la selectividad y el comportamiento alimentario de los animales. Entre estos factores, las características propias del animal, como la especie, raza, sexo, peso, estado fisiológico, condiciones de salud, así como el tiempo dedicado al pastoreo y la experiencia previa, eran determinantes en la manera en que los animales seleccionaban los alimentos. Del mismo modo, los factores sociales, como la densidad de población y la clase de animales presentes en el mismo espacio de pastoreo, afectaban la dinámica de consumo, ya que los animales tendían a modificar su comportamiento en función de la competencia por los recursos.

Además, los factores relacionados con el hábitat, particularmente la estructura y densidad de las especies vegetales en la pastura, también influían en la disponibilidad y accesibilidad de las plantas para el consumo. Una pastura con una mayor densidad de especies apetecibles o con una estructura más favorable facilitaba la selección de plantas de alto valor nutricional, mientras que en hábitats con menor diversidad o con especies menos nutritivas, los animales se veían forzados a adaptarse y modificar su patrón de consumo.

La selectividad en el consumo de plantas por parte de los animales en pastoreo era un proceso complejo y multifactorial, en el que interactuaban tanto las características intrínsecas del animal como los factores externos del hábitat. Este fenómeno no solo tenía implicancias en la nutrición del ganado, sino también en la dinámica de los ecosistemas en los que se desarrollaba el pastoreo. Las interacciones entre los factores mencionados, tanto sociales como ambientales, influían directamente en la composición vegetal de los ecosistemas altoandinos, afectando a su vez la sostenibilidad del pastoreo a largo plazo. De este modo, la comprensión profunda de estos factores resultaba esencial para optimizar la gestión de los recursos forrajeros y garantizar un equilibrio entre la demanda alimentaria de los animales y la conservación de los ecosistemas donde estos habitaban (Tarazona *et al.*, 2012).

Selectividad por familias y especies vegetales

Época lluviosa

En esta época las alpacas prefieren gramíneas como: *Calamagrosti rigencens* (17%), *Festuca dolichophylla* (15%) y las otras especies en menor proporción. La alpaca también selecciona especies como: *Hipochaeris stenocephala* (18%), en caso de las Ciperáceas, juncáceas, rosáceas y leguminosas son consumidas en menor proporción *Eleocharis albibracteata* (6.9%), *Distichia muscoides* (3%), *Alchemilla pinnata* (2%) y *Trifolium amabile* (1%). Considerando el consumo por familia con mayores proporciones son: Gramíneas (53%), Cyperaceas (11%), Juncáceas (3%), y Rosáceas (3%) (Huisa, 1990).

Época seca

En esta época las alpacas seleccionan también en mayor proporción a gramíneas como: *Festuca dolichophylla* (11%), *Stipa brachiphylla* (10%), *Calamagrostis sp.* (8%), *Calamagrostis rigenscens* (5%), *Calamagrostis vicunaron* (4%), *Bromus lanatus* (3.9%) y *poa sp.* (3%). En caso de las familias prefieren Juncáceas, Ranunculáceas, Cyperaceas y rosáceas. Las de menor consumo son: *Hipochaeris stenocephala* (6%), *Distichia muscoides* (5%), *Ranúnculos uniflorus* (4%) (Huisa, 1990).

Selectividad de material verde y senescente

En los pajonales las alpacas pastorean en dos épocas del año, durante la época lluviosa la relación de la composición de su dieta tiene una alta relación a favor de las partes, verdes (44:1), seguido del pastoreo en t'olar (29:1) y los bofedales (11:1). En la época seca y en bofedales la relación verde: senescente disminuye a 4:1; en caso del pajonal se invierte a la relación de 1:2 y en caso de t'olar se iguala a 1:1. En las tres zonas de pastoreo el promedio de selectividad de material verde: senescente es de 21:1 y 1:1 para época lluviosa y seca.

Tabla 3: Consumo de material verde: senescente por la alpaca en tres zonas de pastoreo y en dos épocas.

Zona	Lluvia			Seca		
	Verde	Senescente	Relación	Verde	Senescente	Relación
Bofedal	91,82	8, 18	11:1	78, 98	21, 02	4:1
Pajonal	97, 80	2, 20	44:1	29, 35	70, 65	1:2
Tolar	96, 69	3, 31	29:1	44, 25	55, 75	1:1
Promedio	95, 44	4, 56	31:1	50, 86	49:14	1:1

Fuente: Huisa (1990).

Similitud en la selectividad de la dieta

Las alpacas son animales que se hallan cercanas a realizar competencia, en la puna, en el consumo de alimentos con la alpaca son llama y el ovino. Son competitivos por las pasturas entre las tres especies y con mayor relevancia entre la alpaca y el ovino, pero como también otros estudios dicen que se complementan entre sí (Alvarez *et al.*, 1996).

En los primeros estudios realizados, los índices de similitud de dietas entre las alpacas, llamas y ovinos, fueron altas en la época de seca para la alpaca y llama en la pradera denominado *Festuca dolichophylla* fue alto entre las dietas de alpacas y ovinos. Estos datos se atribuyen directamente a la condición porque las alpacas tienen una habilidad de cambiar sus preferencias según a la disponibilidad de forrajes, por otro lado, la llama y ovino seleccionan su preferencia aun cuando la disponibilidad es baja. Otros estudios también indican de que las llamas prefieren especies altas frente a los ovinos que mayormente seleccionan especies de estrato bajo, frente a eso la alpaca se encuentra entre las dos especies en cuanto a la selectividad, esto ha sido explicado según a las diferencias, los ovinos realizan esta actividad debido a su menor tamaño y alta tasa metabólica, ya que la tasa metabólica de la especies pequeñas es mayor que de las especies grandes, por unidad de peso corporal, es por ello que necesitan mayor proteína y energía por unidad de peso. La

dieta de la alpaca, en praderas de zonas secas está caracterizada por gramíneas seguido de las arbustivas, con respecto a las partes de la planta, tiene un alto porcentaje de hojas de gramíneas. En caso de los bofedales no predominan grupos ni especies, pero el orden del consumo son las herbáceas, graminoides (Ciperáceas y juncáceas) y gramíneas, en estas zonas también es importante la ingestión de algas (Alvarez *et al.*, 1996).

Es por ello que las alpacas se diferencian de las llamas y ovinos por esa selección se hacen en la hojas y flores de compuestas arbustivas y hojas de herbáceas; en cambio en las llamas la selectividad es de hojas y tallos de gramíneas y tallos de compuestos arbustivas (Alvarez *et al.*, 1996).

3.2.2.5. Pastoreo

La alpaca está adaptada a áreas donde la disponibilidad de forraje es limitada y los nutrientes están altamente diluidos en carbohidratos estructurales de difícil digestión, características propias de su hábitat de origen. Esta especie enfrenta largos periodos de sequía, generalmente de cuatro meses al año, acompañados de ciclos recurrentes. Bajo estas condiciones, y gracias a su capacidad de selectividad, consumo reducido y prolongado tiempo de retención de la digesta, las alpacas están fisiológicamente adaptadas para sobrevivir en ambientes de gran altitud. Estas adaptaciones les permiten aprovechar eficientemente la vegetación escasa y fibrosa presente en los ecosistemas de montaña (Bustinza, 1986).

3.2.2.6. Conducta de pastoreo

Las alpacas, llamas y vicuñas tienen un indicador en el comportamiento frente a otras especies, mostrando otras características únicas como la pequeñez de las patas, con almohadilla plantar que sujeta en forma equilibrada un cuerpo liviano y ágil, por lo tanto, las praderas naturales no presentan deterioro con el pisoteo de los animales, por otro lado, en la prehensión de los pastos no jalan ni arrancan la vegetación frente a los bovinos, ovinos y caprinos, más por el contrario hacen el corte sin lastimar el pasto, esto conserva de mejor forma el estrato herbáceo (Bustinza, 1986).

Las alpacas al ser pastoreados en pastos cultivados y frescos, no muestran timpanismo frente a otras especies, que está generalizado (Bustinza, V. 1986). Las alpacas tienen una preferencia de zonas húmedas para su alimentación, ingieren una alta cantidad de hojas, esto aumenta más en las temporadas de lluvia, de la misma forma las alpacas prefieren pastorear forrajes de zonas húmedas y estrato bajo, en caso de las llamas prefieren zonas mucho más secas (Raggi, 1989).

3.2.2.7. Consumo

El consumo de las alpacas y llamas llegan en promedio de 1,8 y 2 % de materia seca referente al peso vivo, en consecuencia, el consumo diario es mucho menor frente a los ovinos. Según San Martín y Bryant (1987), indica que bajo condición de pastoreo las llamas y alpacas tienen el mismo porcentaje de consumo, siendo esto menor al consumo de ovinos que está en 36% bajo las pasturas cultivadas y en pasturas altoandinas está en 26%.

3.2.3. Composición de la dieta

En los meses secos la calidad nutricional de la dieta presenta valores más bajos, la proteína cruda es menor de la misma forma la digestibilidad es baja, por otro lado, en temporadas de lluvia estos valores vienen a ser mucho más altos, determinó que la mayor calidad nutricional es consumida por las llamas, y seguido a eso viene las alpacas; los ovinos ingieren mejor calidad de dieta, esto se debe a la mejor capacidad de selección que tienen los ovinos, sin embargo, esto puede ser perjudicial para la pradera, el ovino tiene mayor tasa metabólica lo que implica que tiene requerimientos altos a nivel de proteínas y energía (San Martín y Bryant, 1987).

3.2.4. Calidad de dieta

El valor nutricional radica según a la función del consumo de nutrientes y la eficiencia de conversión de los nutrientes que se ingiere, el consumo de nutrientes es el resultado de la cantidad ingerida de forraje y la concentración de nutrientes que está dentro del forraje y la conversión de nutrientes es la eficiencia en producto animal, por lo tanto, esto está en función

a los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, 1990). La calidad de la dieta es afectada por factores, como el tiempo de pastoreo.

La gran importancia del contenido de proteína, es que facilita nitrógeno suficiente para la formación de tejidos en los animales y para que nutra los organismos dentro del rumen, el cual ayuda en la transformación de la energía que provienen directamente de las plantas, la variabilidad de la proteína cruda es de 3% en las gramíneas frente a los pastizales naturales altoandinos que va en un 10% (San Martín, 1987).

Dieta de la alpaca en puna húmeda

Por la presencia de las cordilleras, se determinan grandes diferencias en la vegetación, que es el sustento de las alpacas, por lo que se considera en su alimentación; son en las cordilleras como puna húmeda (Oriental) y puna seca (occidental). La calidad del pastizal en la época seca alcanza niveles muy bajos y en la época lluviosa estos niveles se ven incrementados. La selectividad está de acuerdo a la época del año (Huisa, 1990).

Técnicas de muestreo para determinar la dieta

En la dieta de los animales existen varios métodos, Como: Observación directa, este método nos permite obtener las muestras manualmente y el conteo de bocados, con respecto a la recolección manual de muestras las alpacas son poco dóciles para poder reconocer las especies que está consumiendo, esta técnica de conteo de bocados, estima la cantidad y el tipo de forraje consumido a través de la observación de animales y anotando las plantas seleccionadas, la gran ventaja de este método es que los datos están disponibles inmediatamente y la desventaja es trabajar en la docilidad de los animales (Foppe, 1972).

Como segundo método se tiene el corte a mano en transectos de las especies nativas antes y después del pastoreo dentro de una parcela, la gran desventaja es que la cantidad de forraje removido del potrero no puede ser asignado a un consumidos específico, de igual manera esta técnica es sacrificada porque requiere largas horas de trabajo en el corte, identificación, pesado y estimación de biomasa. El tercer método consiste en la fistula

esofágica y ruminal, esta técnica está especializada en recoger datos directamente, este método también requiere de un cuidado continuo y mantenimiento de los animales. El cuarto método consiste en el análisis del contenido ruminal, esta técnica debe ser hecha matando a los animales o utilizando animales recientemente muertos. Por último, se tiene el método de análisis fecal: Este método presenta una gran ventaja por el costo de su ejecución y facilidad de colección, por otro lado, la desventaja sería el tiempo requerido para procesar la muestra (Foppe, 1972).

3.2.5. Composición química

Respecto a la química, es conocida aquellas sustancias que están presentes en determinadas muestras y en el porcentaje en la que estas se encuentran (Bedford y Clarke, 1972).

3.2.5.1. Materia seca

La materia seca es una medida fundamental en la evaluación de la ingesta de forraje por parte de los animales en pastoreo, ya que representa la cantidad de biomasa vegetal consumida, excluyendo todo contenido de agua. En otras palabras, la materia seca es la fracción del forraje que permanece después de eliminar la humedad, lo que permite estimar de manera precisa la cantidad de nutrientes realmente disponibles para los animales. Este indicador puede ser aplicado de dos maneras: como materia seca absoluta y como materia seca al aire. La materia seca absoluta se refiere al peso del forraje completamente desprovisto de agua, obtenido mediante un secado completo en condiciones controladas de laboratorio, lo que garantiza una medición homogénea y precisa. En cambio, la materia seca al aire se calcula considerando el peso del forraje después de un secado parcial, bajo condiciones ambientales, lo que resulta en una medición más variable y dependiente de los niveles de humedad presentes en el entorno.

En el caso de la materia seca al aire, la heterogeneidad de los resultados obtenidos se debe principalmente a las fluctuaciones en la humedad relativa del aire en el lugar donde se realiza la medición. Esta variabilidad hace que la precisión de este método dependa en

gran medida de las condiciones climáticas, lo que puede afectar la exactitud de la información obtenida sobre el consumo real de forraje por parte de los animales. En ambientes con altos niveles de humedad, por ejemplo, la materia seca al aire puede contener más agua residual que en ambientes más secos, lo que conduce a una subestimación o sobreestimación del contenido de nutrientes disponible en el forraje.

Este aspecto es particularmente relevante en los ecosistemas altoandinos, donde las fluctuaciones en la humedad del aire y la temperatura pueden influir de manera significativa en la precisión de las mediciones de materia seca. Por tanto, es fundamental que, en estudios de pastoreo como el presente, se tomen en cuenta estas variaciones ambientales al interpretar los datos de ingesta, especialmente cuando se utilizan métodos indirectos como la medición de la materia seca al aire. Asimismo, es recomendable complementar estas mediciones con análisis de laboratorio de materia seca absoluta, que permiten obtener resultados más consistentes y comparables, independientemente de las condiciones ambientales al momento de la recolección de las muestras.

La evaluación de la materia seca constituye un componente clave en la comprensión de la calidad y cantidad de la ingesta en animales de pastoreo, como las alpacas. El uso adecuado de esta medida, teniendo en cuenta las limitaciones asociadas a la humedad ambiental, es crucial para obtener una representación más precisa de la disponibilidad de nutrientes y, en última instancia, para el desarrollo de estrategias de manejo sustentable en los sistemas de pastoreo altoandino (Segura, 1997).

3.2.5.2. Ceniza

Es el resultado de incinerar el alimento a 550° por lo tanto es inorgánico, lo que combustiona es la materia orgánica, de tal manera la $MS=MO+ \text{ cenizas}$. Esta fracción contiene los minerales y la Sílice (Ramírez, 2004).

3.2.5.3. Materia orgánica

Está compuesto por el material que tuvo vida en el suelo, se considera animales, plantas en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos de los suelos, en la mayoría se suelos contiene el 5 por ciento de materia seca como mínimo del volumen total, esto reportando como % total del suelo, el 95% de nitrógeno que contiene a nivel del porcentaje total (Farfán y Farfán, 2012).

3.2.5.4. Proteína

El contenido de proteína total (PT), también conocido como proteína cruda o proteína bruta (PB), se refiere al mismo concepto, ya que ambos términos son sinónimos en el contexto de la nutrición animal. Este valor se determina a partir del contenido total de nitrógeno (N) presente en el forraje, aplicando el factor de conversión estándar que establece que el porcentaje de proteína total es igual al porcentaje de nitrógeno multiplicado por 6.25 ($\% \text{ de PT} = \% \text{ de N} * 6.25$). Este cálculo permite estimar de manera general la cantidad de proteína disponible en los alimentos consumidos por los animales en pastoreo, como las alpacas, y es un indicador clave en la evaluación de la calidad nutricional de su dieta.

La proteína total en la dieta se subdivide en dos componentes principales: la proteína verdadera (PV) y el nitrógeno no proteico (NNP). La proteína verdadera se refiere a las moléculas de proteínas completas que contienen aminoácidos esenciales y que son necesarias para el crecimiento y la reparación de tejidos en los animales. Por otro lado, el nitrógeno no proteico incluye compuestos que contienen nitrógeno, pero que no forman parte de las proteínas completas, tales como los ácidos nucleicos, amoníaco y otros metabolitos. Aunque estos compuestos no son proteínas en sí, pueden ser utilizados por los microorganismos presentes en el rumen para sintetizar proteínas microbianas, que luego son aprovechadas por el animal.

Dentro de la fracción de proteína verdadera, se distinguen dos subcategorías basadas en su comportamiento durante la digestión en el rumen: la proteína degradable en el rumen (PD) y la proteína no degradable en el rumen (PND). La proteína degradable en el rumen es

aquella que es descompuesta y fermentada por los microorganismos ruminales, proporcionando fuentes de nitrógeno para la síntesis de proteínas microbianas. En contraste, la proteína no degradable en el rumen, también conocida como proteína “By-pass” o proteína sobrepasante, escapa a la fermentación ruminal y pasa directamente al intestino delgado, donde puede ser absorbida y utilizada por el animal de manera más eficiente. Este tipo de proteína es especialmente valiosa en dietas de alta calidad, ya que aporta aminoácidos esenciales que no han sido alterados durante la fermentación ruminal.

Es fundamental tener en cuenta estas fracciones de la proteína total al diseñar dietas balanceadas para animales de pastoreo, como las alpacas, con el fin de asegurar que se cubran todas sus necesidades nutricionales. La proporción adecuada entre proteína degradable y no degradable es crucial para maximizar la eficiencia del aprovechamiento de los nutrientes y, por ende, mejorar tanto la productividad como el bienestar del animal. Además, estos conceptos son de suma importancia en investigaciones que evalúan la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas, ya que permiten una comprensión más precisa del valor nutricional del forraje consumido (Farfán y Farfán, 2012).

3.2.5.5. Fibra detergente neutra

La fibra detergente neutro (FDN) se define como el material insoluble en una solución de detergente neutro, y está compuesta predominantemente por tres componentes estructurales principales: celulosa, hemicelulosa y lignina. Además de estos componentes primarios, la fibra detergente neutro también incluye, en menor proporción, otros residuos tales como almidón, cenizas y nitrógeno, los cuales pueden influir en su valor nutricional y digestibilidad (Van, 1982). Esta composición es crucial, ya que la cantidad y calidad de la fibra en la dieta de los animales rumiantes afectan su salud, bienestar y eficiencia en la conversión alimenticia.

Aunque la fibra detergente neutro es parcialmente digerible por la mayoría de las especies animales, su utilización y aprovechamiento varían significativamente entre los diferentes grupos. En particular, los rumiantes, como las alpacas, tienen una capacidad

excepcional para digerir la FDN, gracias a la acción de los microorganismos que residen en su sistema digestivo. Estos microorganismos desempeñan un papel fundamental en la fermentación de los componentes fibrosos, lo que permite que una mayor proporción de la fibra sea aprovechada y convertida en energía y nutrientes para el animal. Este proceso de digestión microbiana es vital, ya que permite a los rumiantes extraer energía de forrajes y otros alimentos ricos en fibra que, de otro modo, serían difíciles de digerir (Theander y Westerlund, 1986).

La cantidad de fibra detergente neutro que un animal puede digerir y utilizar efectivamente está influenciada por varios factores, entre ellos la composición de la dieta, la edad del animal, su estado de salud y la adaptación de su microbiota intestinal a los diferentes tipos de forraje disponibles en su hábitat. Por lo tanto, es esencial considerar la FDN no solo como un simple componente de la dieta, sino como un factor determinante que afecta la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas en animales bajo condiciones de pastoreo. La comprensión de estos aspectos se convierte en un elemento clave para la formulación de dietas equilibradas que optimicen la salud y productividad de las alpacas, así como para la implementación de estrategias de monitoreo automatizado que evalúen su comportamiento alimenticio y la calidad del forraje disponible.

En conclusión, la fibra detergente neutro, como componente estructural de los forrajes, desempeñó un papel crucial en la digestibilidad y en la eficiencia del aprovechamiento de nutrientes por parte de los rumiantes, siendo un aspecto a considerar en la evaluación de la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas bajo condiciones de pastoreo.

3.2.5.6. Fibra detergente acida

Viene a ser el material insoluble, está compuesta por celulosa y lignina, también está compuesta por nitrógeno y/o minerales, su importancia está relacionada directamente con la digestibilidad del forraje, también contiene ceniza y compuestos nitrogenados (Calsamiglia, 1997).

3.3. Marco conceptual

3.3.1. Selectividad alimentaria

La selectividad alimentaria en herbívoros hace referencia a la capacidad de los animales para escoger determinadas especies vegetales en su dieta, buscando optimizar su ingesta de nutrientes y, al mismo tiempo, evitar componentes menos digestibles o de bajo valor nutricional. Este comportamiento de selección es crucial para animales en condiciones de pastoreo natural, ya que les permite maximizar la eficiencia en la utilización de los recursos disponibles (Mamani y Cayo, 2023).

3.3.2. Calidad nutricional del forraje

La calidad nutricional del forraje se refiere a la composición de nutrientes esenciales como proteínas, fibras, minerales y vitaminas presentes en las plantas consumidas por los animales. En el contexto de pastoreo, la calidad del forraje determina el aporte nutricional y la capacidad de las alpacas para satisfacer sus necesidades energéticas y de mantenimiento (Provenza *et al.*, 2003).

3.3.3. Materia seca (MS)

La materia seca es el componente del alimento que permanece después de eliminar el contenido de agua. Este parámetro es fundamental en la alimentación de rumiantes, ya que la digestibilidad y el valor nutricional del forraje se calculan en función de su contenido de materia seca (Obregón, 2022).

3.3.4. Fibra detergente neutra (FDN)

La fibra detergente neutra es una medida de la pared celular de las plantas, que incluye componentes como celulosa, hemicelulosa y lignina. La FDN es un indicador clave para evaluar la digestibilidad del forraje, ya que una mayor concentración de fibra detergente neutra generalmente reduce la digestibilidad de los nutrientes (Obregón, 2022).

3.3.5. Digestibilidad de la materia orgánica (MO)

La materia orgánica incluye los componentes digeribles del forraje, como proteínas, carbohidratos y grasas. La digestibilidad de la MO es un indicador de la eficiencia con la cual los rumiantes pueden absorber nutrientes esenciales y representa un factor crucial en la formulación de dietas (Obregón, 2022).

3.3.6. Rumiación en alpacas

La rumiación es el proceso de regurgitación y re-masticación de los alimentos en los rumiantes, que permite una mayor fragmentación de las partículas y facilita la digestión microbiana. En alpacas, esta adaptación fisiológica optimiza la descomposición de los forrajes fibrosos y contribuye a la eficiencia en la absorción de nutrientes (Provenza *et al.*, 2003).

3.3.7. Pastizales altoandinos

Los pastizales altoandinos son ecosistemas de alta montaña caracterizados por una vegetación adaptada a condiciones climáticas extremas y suelos pobres en nutrientes. Estos pastizales proporcionan el alimento básico para la ganadería de camélidos en los Andes y presentan una variabilidad estacional que afecta la disponibilidad y calidad del forraje (Obregón, 2022).

3.3.8. Monitoreo automatizado en pastoreo

El monitoreo automatizado en pastoreo involucra el uso de dispositivos tecnológicos, como collares GPS, para rastrear la actividad de los animales y obtener datos precisos sobre sus patrones de movimiento y selección de forraje. Esta herramienta permite una gestión más eficiente de los recursos forrajeros y una mejora en la toma de decisiones para el manejo de los pastizales (Provenza *et al.*, 2003).

3.3.9. Manejo sostenible de pastizales

El manejo sostenible de pastizales implica prácticas de conservación que aseguren la disponibilidad de forraje de calidad en el largo plazo. Esto es esencial en ecosistemas de alta

montaña, donde la presión de pastoreo y los cambios climáticos pueden afectar la regeneración natural de las especies vegetales (Mamani y Cayo, 2023).

3.3.10. Comportamiento de pastoreo

El comportamiento de pastoreo en herbívoros describe los patrones y preferencias de los animales al seleccionar y consumir plantas en su entorno. Este comportamiento es un proceso adaptativo influenciado por factores como la disponibilidad de especies, la calidad del forraje y las características del animal, que optimiza la ingesta de nutrientes y reduce la exposición a toxinas (Mamani y Cayo, 2023).

CAPITULO IV

MATERIALES Y METODOLOGIA

4.1. Ámbito de estudio

4.1.1. Ubicación

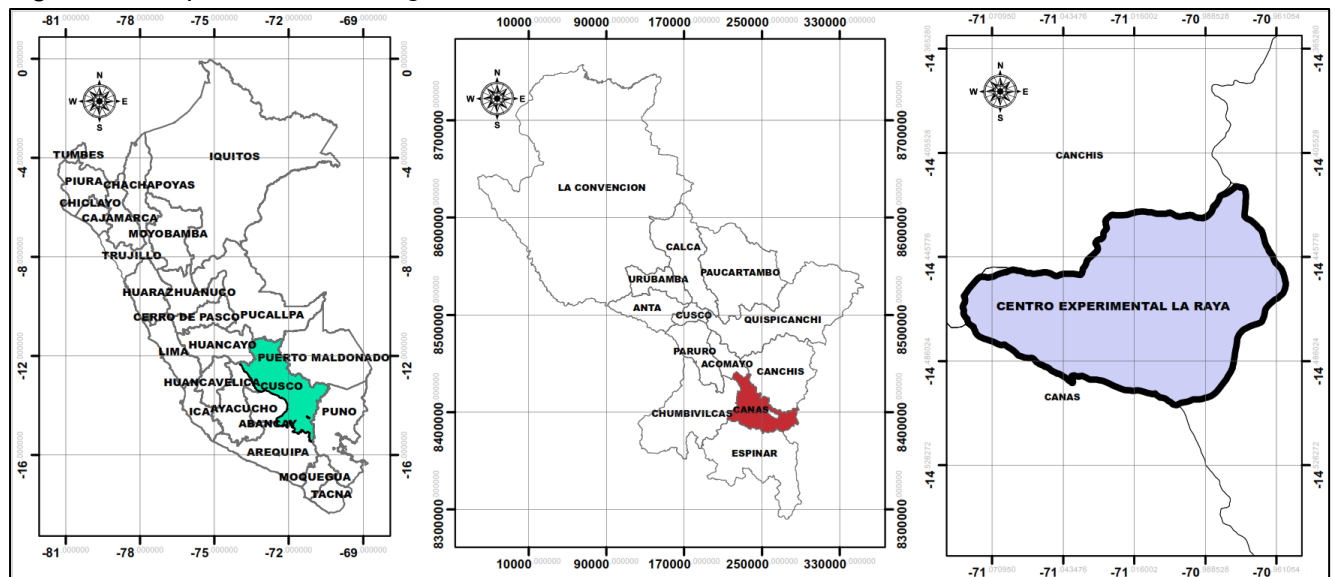
El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Centro de Investigación en Camélidos Sudamericanos (CICAS) - La Raya, que forma parte de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, específicamente en la Facultad de Agronomía y Zootecnia. Esta institución se localiza en el distrito de Marangani, en la provincia de Canas, dentro del departamento de Cusco. La zona en la que se encuentra el centro pertenece a un ecosistema caracterizado por un páramo muy húmedo, según la clasificación de Holdridge (1987), así como a la tundra pluvial y alpina subtropical. Estas características ecológicas son esenciales para el estudio y manejo de camélidos sudamericanos, como las alpacas, debido a su adaptación a tales condiciones.

El CICAS abarca un área total de 6,323.13 hectáreas, donde se registraron temperaturas máximas que oscilan entre 13 y 15 °C, siendo noviembre el mes con las temperaturas más elevadas. Por otro lado, las temperaturas mínimas varían entre -7 °C y 2.5 °C, alcanzando su punto más bajo en el mes de junio (Flórez, 2008). Estas variaciones térmicas tienen un impacto significativo en el desarrollo de la flora y fauna local, así como en los hábitos alimentarios de los animales que habitan en la región.

El tipo de pastizal predominante en la zona fue el bofedal, un ecosistema de alta montaña caracterizado por la presencia de especies herbáceas y gramíneas adaptadas a condiciones de humedad constante. Este tipo de pastizal es fundamental para la alimentación de los camélidos sudamericanos, ya que proporciona forraje con características particulares que influyen en la calidad y selectividad de su ingesta. Las principales especies vegetales observadas incluyeron *Carex sp.*, *Calamagrostis vicunarum*, y *Alchemilla pinnata*, reconocidas por su alto valor nutritivo (Mamani, 2020).

En cuanto al recurso hídrico, la zona no contaba con sistemas de riego artificial. La disponibilidad de agua dependía exclusivamente de las precipitaciones pluviales, concentradas mayoritariamente entre los meses de noviembre y marzo, con un promedio anual de 519 mm. Esta distribución estacional del agua influyó directamente en la disponibilidad y calidad del forraje, limitando el crecimiento de especies clave durante los meses más secos. Estas condiciones fueron determinantes para evaluar el comportamiento alimenticio de las alpacas bajo pastoreo extensivo, así como la selectividad de su dieta en función de la disponibilidad de recursos (Mamani, 2020).

Figura 13: *Mapa satelital del lugar de estudio*



a. Ubicación política

Región : Cusco

Departamento: Cusco

Provincia : Canas

Distrito : Marangani

b. Ubicación geográfica

Latitud sur : 14° 00' – 15° 45'

Latitud oeste : 14° 00' – 15° 45' UTM

Altitud	: 4200 m.s.n.m.
Superficie	: 6 323,13 ha
Promedio de precipitación pluvial	: 519 mm
Temperatura promedio anual	: 6°C – 15.5°C

c. Límites

Por el norte	: Canchis
Por el sur	: Canas
Por el este	: Canchis
Por el oeste	: Santa Rosa

d. Vías de acceso

Ferrocarril	: Cusco-Puno-Arequipa
Carretera	: Cusco-Puno-Arequipa

e. Descripción de área

De acuerdo al levantamiento topográfico del Centro Experimental La Raya cuenta con una extensión de 6 323,13 ha distribuidas de la siguiente forma Tabla 4.

Tabla 4: Áreas del CICAS La Raya

Áreas	Cantidad	Unidad
Pastos naturales	4 382,00	Ha
Pastos cultivados	30,00	Ha
Roquedales	1 905,73	Ha
Lagunas	5,40	Ha
Total	6 323,13	Ha

Fuente: Flórez, (2008)

f. Recurso hídrico

Se cuenta con una dotación de agua proveniente de los deshielos de los nevados de la zona tales como: Chimboya, Hatun Kuchu, así como de manantiales en el sector Pulpera,

Huanotiana, Micuyo-Qquisipata, las que forman el río Vilcanota, Yanamayo y finalmente Huchuy Kuchu, las que ofrecen y dan oportunidad de riego en la mayor parte de su trayectoria.

4.1.2. Duración y época de estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo a lo largo de un extenso período de tiempo, estructurado en diferentes etapas, con el objetivo de garantizar la precisión y validez de los resultados obtenidos. Este estudio se inició en abril de 2022 y se extendió hasta febrero de 2023, a incluir un riguroso proceso que incluyó la selección de los animales, su adaptación, la recolección de datos y el análisis en laboratorio, todo ello siguiendo un cronograma detallado y meticulosamente ejecutado.

Tabla 5: *Duración del tiempo del trabajo de investigación*

Periodos de trabajo	Actividades	Duración
Etapas de adaptación	Para esta actividad se seleccionó los animales a evaluar, 15 animales considerando, edad del animal, condición y signos vitales completos. Asimismo, se realizó la adaptación de los animales.	Abril, mayo, junio y julio del 2022
Etapas experimental	En este periodo se realizó la evaluación en campo, con el seguimiento respectivo de los animales	Agosto y septiembre del 2022
Análisis de laboratorio	En esta etapa se hizo la evaluación de la composición nutricional del pastizal consumido por las alpacas Huacaya, en el cual se evaluó el análisis NIRS, materia seca, materia orgánica	Noviembre y diciembre del 2022; y enero y febrero del 2023
Total		10 meses

La planificación meticulosa y la ejecución rigurosa de este estudio resultaron en una línea base sólida para el monitoreo automatizado de la selectividad y el valor nutricional de la dieta consumida por las alpacas bajo condiciones de pastoreo.

4.2. Materiales y equipos

❖ Material biológico

- 05 alpacas Huacaya Macho con una edad promedio de 2 años, tomando en cuenta que sean animales sin defectos y de buena condición corporal.

Tabla 6: *Material biológico*

Descripción	Arete	Edad	Peso (Kg)
Animal 2	H10815	2 años	43.3
Animal 3	H10685	2 años	38.7
Animal 4	H11113	2 años	38.2
Animal 6	H10888	2 años	33.9
Animal 12	H10922	2 años	47.5

❖ Materiales y equipos de campo

- Banderillas de metal color negro con cintas de color
- GPS de la marca GARMIN MONTANA® 650, con sistema GPS y GLONASS, 16 canales
- Cinta métrica de 50 metros de largo con 5 centímetros de ancho de la marca Kamasa, tipo horizontal.
- Bolsas de papel Kraft, número 4,6,8 Zeraus Pcking.
- Bolsas de plástico grande color blanco de la marca Fancor Perú
- Tijera profesional de podar color verde amarillo de la marca Tramontina
- Pesola de 300 gramos Prazionswaagen, con precisión en escala

❖ Material y equipo de trabajo

- Mameluco.
- Guantes Multiflex.
- Botas de jebe.

❖ Material y equipo de gabinete

- Lapiceros de color negro, azul y rojo.
- Impresora
- Cuadernillos y cuaderno A4.
- Plumones indelebles.
- USB.
- Hojas bond A4.
- Cámara fotográfica
- Laptop (con programas de Word, Excel, etc.)

❖ Material y equipo de laboratorio

- Papel toalla
- Bolsas herméticas
- Recipientes de plástico
- Tijeras
- Crisoles de porcelana
- Espátula
- Brocha
- Balanza de analítica de precisión (Sartorius Quintix 224-1S, Max: 220g, d=0.01mg)
- Mufla eléctrica de marca Protherm Furnaces, modelo ECO 110/9 y Nabertherm
- Estufa de secado de convección forzada de 720 L (Binder FED 720)
- Espectrómetro de Infrarrojo Cercano (NIRS) de marca Perten by Perkin Elmer.

4.3. Método de investigación

4.3.1. Tipo y nivel de la investigación

El presente trabajo de investigación se enmarca dentro del tipo de investigación no experimental, categorizado como un estudio básico (Carvajal, 2002), cuyo objetivo es evaluar

la selectividad y calidad nutricional de la ingesta en alpacas bajo condiciones de pastoreo. Se adoptó un diseño de investigación no experimental y transeccional correlacional.

El nivel descriptivo-explicativo es esencial para estudios de la ingesta en alpacas, ya que proporciona una comprensión completa de los factores que afectan el comportamiento alimenticio de estos animales bajo condiciones específicas de pastoreo, contribuyendo al desarrollo de estrategias de manejo más efectivas en la producción de alpacas.

4.3.1. Muestra

Se utilizó 5 animales reproductores machos de la especie *Vicugna pacos* con una edad promedio de 2 años.

Estos fueron seleccionados del registro de machos en reproducción del Centro Experimental La Raya-UNSAAC, se tuvo en cuenta que el animal presente:

- Buen estado de salud
- Buena condición corporal
- Sin infecciones ni parasitosis
- Sin defectos congénitos ni hereditarios (prognatismo, polidactilia y otros)
- Con peso promedio de 40.3 Kg (Anexo 01).

4.4. Método de trabajo

4.4.1. Etapa de adaptación

Diseño y adecuación de banderas de metal

Para esta actividad se utilizaron banderillas con base metálica de ¼ pulgadas de ancho y 1 m de largo, todas codificadas correctamente, asimismo en total fueron 100 banderillas para la evaluación y recolección de muestras que permitieron usar en cada toma de bocado de animal para de esa forma ver la selectividad del animal.

Selección de animales

Los animales utilizados para esta investigación fueron 5 alpacas Huacaya macho de la especie *Vicugna pacos*, teniendo en cuenta que se seleccionaron 15 alpacas con edad de

2 años, estos fueron seleccionados de plantel de reproductores del centro de investigación CICAS La Raya, las alpacas mostraron buen estado de salud y sin alteraciones congénitas.

Colocación de números

Una vez seleccionados se colocó números del 1 al 15 utilizando pintura que resista al agua y otras condiciones.

Acondicionamiento y amansamiento

Una vez marcado los animales se procedió el reconocimiento respectivo para ver su proceso de evaluación, cada animal se evaluó y se tuvo un acercamiento diario con masajes del cuerpo, apego hacia el animal; durante 3 meses, esto se hizo con el fin de tener cercanía.

También se utilizó cabestros de cuero y sogas de 6m. de largo de apoyo para colocar a cada animal y de esa manera permite facilidad en el amansamiento, cercanía. Esta actividad se realizó durante 2 horas en la mañana 8-10 am, medio día 12-2 pm, tarde 4-5pm; donde al colocar el cabestro y la soga se procedió a jalar a cada animal como para un juzgamiento.

Puesta de banderas de metal

Ya acostumbrados los animales, se procedió a colocar las banderas de metal en cada bocado o sitio donde el animal ingirió forraje, esta actividad se realizó durante 15 días consecutivos con una variación de animales por día y 3 horarios distintos los cuales son: 8-9am, 12-1pm, 3-4pm en el que se logró que el animal no tenga estrés o incomodidad para colocar las banderas.

4.4.2. Etapa experimental

4.4.2.1. Determinación de la condición y capacidad de carga del pastizal

Método de transección al paso

De campo: En el ámbito del estudio de campo, se llevó a cabo un censo de vegetación empleando el método de transección lineal permanente. Este procedimiento consistió en la realización de 100 observaciones distribuidas a lo largo de un transecto lineal. Las observaciones se efectuaron utilizando un anillo censador, el cual está diseñado como una

varilla de metal con una longitud que oscila entre 50 y 60 centímetros, y presenta un anillo de 1 pulgada de diámetro soldado en uno de sus extremos.

Para realizar la lectura de la vegetación presente, se midió cada metro a lo largo del transecto. En cada uno de estos puntos, se colocó el anillo censador y se registró cuidadosamente la composición del área contenida dentro del mismo. Las categorías que se tomaron en cuenta durante el registro incluyeron, entre otras, la vegetación, la roca, el suelo desnudo y el mantillo. Este método permitió obtener datos precisos y sistemáticos sobre la distribución y diversidad de la vegetación en la zona estudiada (Mamani *et al.*, 2013).

Se realizó un transecto lineal utilizando el método modificado de Parker, en el cual se tomó transectos de 100 metros y se colocó en forma de “Y” con 3 ejes, una vez colocada se procedió el respectivo censado utilizando el anillo censador, todas estas lecturas se anotaron en el formato, el muestreo se dio cada 10 metros por jalón en el cual se obtuvo 30 muestras de cuadrante.

Posterior a ello se sacó muestras de cada lado del transecto considerando la especie más dominante, en el cual se obtuvo quince datos, por último, se sacaron las muestras y posteriormente se envolvieron en manteles para conservar el estado y la condición del pastizal.

De gabinete: En esta fase se procedió a sistematizar los datos de campo, las muestras de cuadrante fueron oreadas y almacenadas en bolsas de papel para su posterior evaluación de composición nutricional en el Laboratorio de Nutrición, Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Evaluación de la condición del pastizal

Esta evaluación permitió determinar el estado de salud del pastizal, viendo el grado de deterioro desde su condición original, en el que se entiende como una vegetación clímax a la comunidad final en una serie sucesional, que presenta equilibrio con el ambiente físico y

químico. Mientras más porcentaje se la proporción de plantas deseables es mejor la condición del pastizal (Flores, 1996).

La condición forrajera se determinó de la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje (0 – 100)} = 0.5 (\text{D}\%) + 0.2 (\text{IF}\%) + 0.2 (\text{COB}\%) + 0.1 (\text{V}\%)$$

Dónde:

%D = Porcentaje de especies deseables para cada especie animal.

%IF = Índice forrajero (% Especies deseables + %especies poco deseables) para cada especie animal.

%V = Vigor a altura de la planta clave, expresado en porcentaje.

% COB = 100-IDRP suelo desnudo, pavimento de erosión, roca, mantillo y musgos.

Composición de especies decrecientes:

Es constituido por el porcentaje total de especies decrecientes que hay en un sitio por cada especie animal. Esto consiste en multiplicar el porcentaje de especies deseables por 0.5

Tabla 7: *Composición de especies decrecientes*

% de especies deseables	Puntaje (0.5 valor punto)
70-100	35.0 a 50.0
40-69	20.0 a 34.5
25-39	12.5 a 19.5
10-24	5.0 a 12.0
0-9	0.0 a 4.5

Fuente: Flores, (1992).

Índice forrajero

Esto resulta de la suma de los porcentajes de especies deseables y poco deseables encontrados.

Tabla 8: *Densidad forrajera*

% de Índice forrajero	Puntaje (0.2 valor por punto)
90-100	18.0 a 20.0
70-89	14.0 a 17.8
50-69	10.5 a 13.8
40-49	8.0 a 9.83
00-40	0.0 a 7.8

Fuente: Flores, (1992).

Índice de cobertura

El índice de cobertura es de la diferencia de índice de suelo desnudo, roca, pavimento de erosión, estos incluyendo la materia orgánica (MO), musgos, líquenes de total de los seres bióticos vegetales y abióticos que componen un ecosistema del pastizal.

El puntaje resulta de restar el porcentaje obtenido de la suma de BRP (área susceptible a erosionarse) de 100, multiplicando el resultado por 0.2, para obtener este índice.

Tabla 9: *Índice de cobertura o índice de BRP*

Índice cobertura= (100-BRP)	Puntaje (0.2 valor por punto)
10 a 0	18.0 - 20
30 a 11	14.0 -17.8
50 a 31	10.0 - 13.8
60 a 51	8.0 - 9.8
más a 60	0.0 - 7.8

Fuente: Flórez y Malpartida, (1987).

Índice de vigor

Es considerada a las especies vegetales indicadoras, tomándose la altura de una planta en una zona ausencia de pastoreo. El resultado es multiplicado por 0.1.

Tabla 10: *Índice de vigor*

Índice de vigor	Puntaje (0.1 valor por punto)
80 -100	8.0 - 10.0
60 -79	6.0 -7.9
40 – 59	4.0 - 5.9
20 -39	2.0 - 3.9
Menos de 20	0.0 - 1.0

Fuente: Flores, (1992).

Finalmente, la condición de la pradera se determinó con la sumatoria de puntajes de los primeros cuatro índices: deseables, índice forrajero, índice de cobertura (BRP) y el índice de vigor, estos resultados nos ayudaran a obtener la conclusión de tener la condición de pradera: excelente, bueno, pobre y muy pobre.

Tabla 11: *Determinación de la condición del pastizal*

Puntaje total	Condición del pastizal
81 a100	Excelente
61 a 80	Bueno
41 a 60	Regular
21 a 40	Pobre
01 a 20	Muy pobre

Fuente: Flores, (1992).

Tabla 12: *Carga recomendable para diferentes condiciones de pastizales por hectárea/año*

Condición	Ovinos	Vacunos	Alpacas	Llamas	Vicuñas
Excelente	4.00	1.00	2.70	3.00	4.44
Bueno	3.00	0.75	2.00	2.25	3.33
Regular	1.50	0.38	1.00	1.13	1.65
Pobre	0.50	0.13	0.33	0.38	0.55
Muy pobre	0.02	0.07	0.17	0.19	0.28

Fuente: Flórez y Malpartida, (1987).

4.4.2.2. Selectividad de la dieta de especies consumidas por las alpacas

Estación del pastoreo de las alpacas

Las estaciones alimentarias se definen como el cómo el semicírculo en frente del animal dentro del cual el animal cosecha el forraje cada vez que se detiene a comer (Flores, 1993), el procedimiento consiste en la simulación manual, en base a lo sugerido por Austin *et al.*, (1983) se hizo la observación lo más cerca posible al animal que permitió de esta manera identificar las especies del pastizal que consumen, a continuación, se procedió a simular manualmente la misma dieta en un área con las mismas características y dimensiones de pastos, este procedimiento se realizó hasta conseguir las 100 estaciones, por animal.

De campo: Una vez ya adiestrados y acondicionados los animales, se realizó el pastoreo, en el cual se trabajó con 100 banderas de metal enumeradas del 1 al 100 para no causar ningún tipo de equivocación.

Cada animal es seguido durante el día en un horario de 8- 10 de la mañana, en el cual se colocaron las banderillas en cada lugar que el animal agacha al cabeza para cosechar su alimento después de haber colocado las banderillas, se cosecha haciendo un cálculo y al conteo de cada bocado que hacía en animal, promedio de bocado que cogía el animal es 2 a 5 gramos y su cosecha punto por punto era durante el día, toda la actividad de selectividad fue apuntadas.

Primero: Se realizó una simulación manual de los bocados que cogió el animal, esto en la parte derecha de la bandera, en el cual se tomó la cantidad adecuada.

Segundo: Una vez tomada la muestra mediante la simulación se registró las especies que el animal consume, esto con la ayuda de un cuaderno de registros

Tercero: Una vez identificadas las especies, se utilizó una balanza manual de precisión Prazionswaagen, modelo de 300 gramos, con una desviación estándar de $\pm 0,3 \%$ de la carga, para registrar los pesos de las muestras. Posteriormente, los datos fueron

anotados en un registro correspondiente. Las muestras recolectadas se envolvieron en papel con el propósito de facilitar su oreado y posterior análisis en el laboratorio.

Cuarto: Teniendo los pesos se realizó la medición de la distancia entre banderilla para determinar el movimiento y desplazamiento del animal, para esta actividad se utilizó una Cinta métrica de 50 metros de largo con 5 centímetros de ancho de la marca Kamasa, tipo horizontal.

Quinto: Por último, se realizó la georreferenciación con puntos GPS, esto en cada banderilla donde el animal agacho la cabeza para cosechar su alimento.

Finalmente, este procedimiento se llevó a cabo con cinco animales, cada uno evaluado durante un periodo de cinco días consecutivos. El pastoreo se realizó de manera continua, desde las 8:00 a.m. hasta las 5:00 p.m., asegurando que los animales tuvieran acceso al área de estudio durante todo el día. El seguimiento se realizó por intervalos de dos horas, tiempo necesario para colocar las 100 banderas utilizadas para el monitoreo. Sin embargo, la recolección de muestras se extendió a lo largo de toda la jornada diaria, con el fin de garantizar la representatividad de los datos obtenidos.

4.4.2.3. Valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas

Análisis en el laboratorio

Las muestras de forraje seco se analizaron en el laboratorio de nutrición, ciencia y tecnología de alimentos de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, con la finalidad de completar el objetivo número 2 del presente trabajo, en el cual se determinó la composición química en el Espectrómetro de Infrarrojo Cercano (NIRS) de marca Perten by Perkin Elmer y la Materia seca (MS), Materia orgánica (MO) de acuerdo a los procedimientos de la AOAC (2019).

Proceso de preparación y secado de las muestras

Las muestras fueron secadas en bandejas con una codificación por animal, por día, para ello se utilizó una estufa de convección forzada, a una temperatura de 60 °C durante 48 horas, en el cual se realizó el registro de peso inicial y peso final de las muestras.

Posteriormente se realizó el picado de las muestras en un tamaño de 0.5 centímetros promedio, las muestras fueron almacenadas en bolsas herméticas para evitar ingreso de humedad y contaminación.

Determinación de la composición química mediante NIRS

La determinación de la composición química (proteína, materia grasa, fibra cruda, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente acida (FDA), Cenizas, calcio y fosforo), se realizó con un Espectrómetro Infrarrojo Cercano, con una calibración de rango de lectura de 950 a 1,650 nanómetros.

Determinación de materia seca

Para el análisis de materia seca se realizó mediante el protocolo de la Association of Official Analytical Chemist 930.50 (AOAC, 2019) de la siguiente manera: Se separaron muestras en recipientes de aluminio en una cantidad de 5 gramos utilizando la balanza analítica, para luego ser colocadas a la estufa de convección forzada a una temperatura de 105°C por 16 horas. Una vez concluido el tiempo se prosiguió a realizar el peso final. La fórmula de materia seca se dio de la siguiente manera.

$$\%MS = \frac{Peso\ final}{Peso\ inicial} \times 100$$

Determinación de materia orgánica

Para el análisis de materia orgánica se realizó mediante el protocolo 942.05 (AOAC, 2019), se separó en crisoles de porcelana muestras de 1.5 gramos utilizando la balanza analítica, para luego ser colocadas a la mufla. Ya colocadas las muestras dentro de la mufla se hace la programación a una temperatura de calcinación de 600°C por 8 horas, una vez terminada la calcinación las muestras fueron pesadas para conocer el peso de las cenizas y

por consiguiente obtener la materia orgánica y el porcentaje de la misma. La determinación de materia orgánica y el porcentaje se determinó con la siguiente formula:

$$\%MO = \frac{Peso\ inicial - Peso\ de\ ceniza}{Peso\ inicial} \times 100$$

4.5. Técnicas de análisis e interpretación de la información

4.5.1. Estadística descriptiva

Se utilizaron las tablas de frecuencias y porcentajes, así como el uso de estadísticas descriptiva e inferencial.

4.5.2. Análisis de datos

Los efectos de las interacciones entre las variables de selectividad y el valor nutricional de la dieta consumida por las alpacas, bajo condiciones de pastoreo fueron analizados de manera rigurosa utilizando herramientas estadísticas avanzadas. Se empleó el software estadístico MINITAB para realizar los análisis estadísticos pertinentes, complementado con el uso de Microsoft Excel, que facilitó la organización y gestión de la información recopilada.

El análisis incluyó la evaluación de la selectividad de las especies forrajeras consumidas por las alpacas, así como la calidad nutricional de dichas especies.

En cuanto al valor nutricional de la dieta de especies consumidas, se determinó que las especies preferidas presentaron un contenido elevado de fibra, proteína y energía metabolizable, lo que cumple con los requerimientos nutricionales de las alpacas bajo condiciones de pastoreo. Este análisis de calidad fue fundamental para corroborar que las alpacas optimizan su ingesta al seleccionar especies de alto valor nutricional, lo cual es crucial para el manejo eficiente de los recursos forrajeros. El uso de herramientas estadísticas como MINITAB permitio obtener una comprensión detallada de los patrones de selectividad y el valor nutricional de la dieta consumida por las alpacas.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. RESULTADOS

5.1.1. Condición y capacidad de carga del pastizal

5.1.1.1. Condición del pastizal para alpacas

Se presentan los puntajes asignados a cada uno de los transectos, los cuales fueron obtenidos tras la evaluación de los índices correspondientes para el pastoreo de alpacas. Como resultado de este análisis, se clasificaron los tres transectos en diferentes condiciones para el uso de los pastos por parte de las alpacas, encontrándose que el transecto I fue calificado con un puntaje de 60.75, el transecto II alcanzó un puntaje superior de 71.11 y el transecto III obtuvo un puntaje de 40.64. Esta clasificación indica que el transecto I se encuentra en condiciones consideradas buenas, el transecto II también se presenta en una condición buena, mientras que el transecto III fue clasificado en una condición regular para el pastoreo de alpacas (ver Anexo 02).

Estos puntajes reflejan las variaciones en la calidad y selectividad de la ingesta, lo que permite inferir la disponibilidad y aptitud del forraje en cada transecto. Los resultados indican que, si bien dos de los transectos poseen características favorables para el pastoreo, el transecto III presenta limitaciones que podrían afectar la alimentación y, por ende, el desempeño de las alpacas.

Tabla 13: *Condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo*

Transecto	Puntaje	Condición
Transecto I	60.75	Bueno
Transecto II	71.11	Bueno
Transecto III	40.64	Regular

5.1.1.2. Capacidad de carga del transecto I, transecto II y transecto III

La capacidad de Carga Animal anual para este sitio según su condición para las alpacas es de 2.00 UA por ha, 2.00 UA por ha y 1.00 UA por ha.

Tabla 14: *Capacidad de carga animal*

Transecto	Capacidad de carga (UA/ha/año)
Transecto I	2,00
Transecto II	2,00
Transecto III	1,00

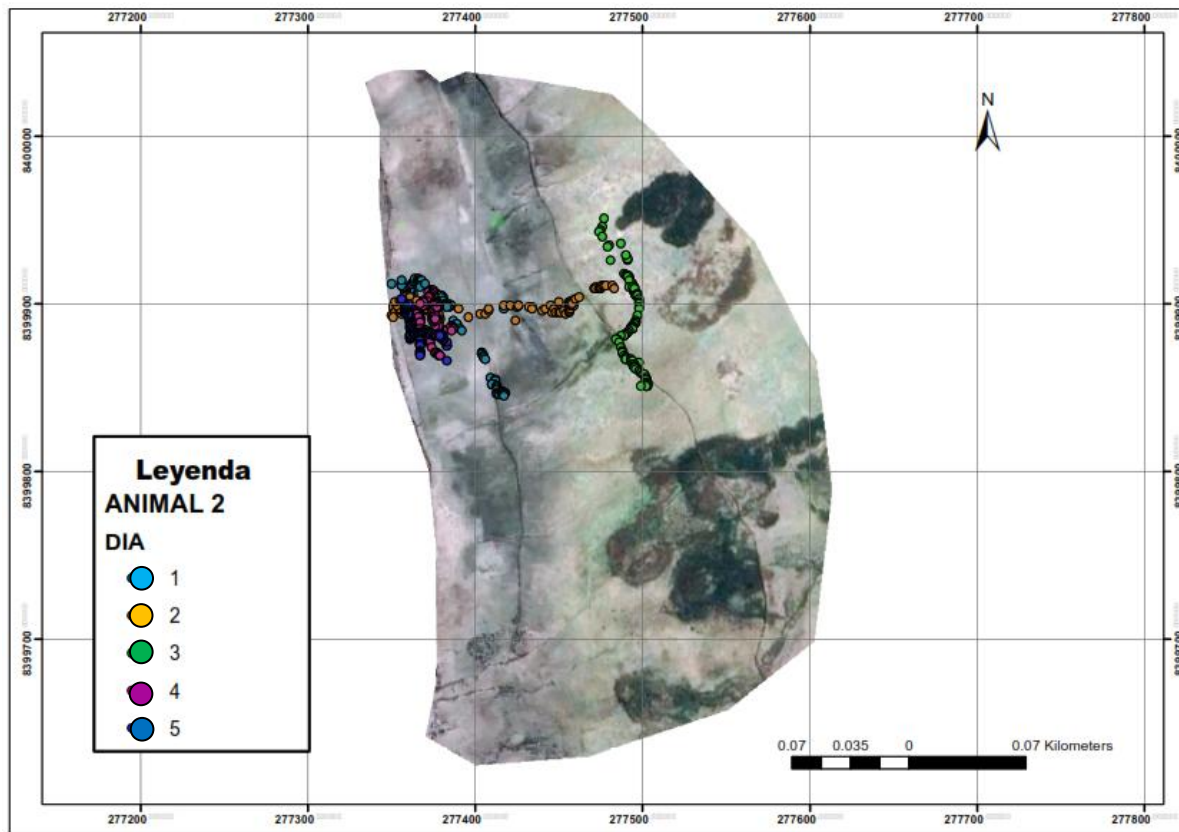
5.1.2. Selectividad de la dieta de especies consumidas por las alpacas Huacaya.

5.1.2.1. Recorrido del animal

Se muestra el recorrido del animal que han sido tomados con puntos GPS en un área de 8.581785 ha. Se ha realizado con el fin de determinar con precisión la zona de pastoreo de cinco alpacas Huacaya, como se aprecia en el siguiente mapa.

El análisis de datos correspondiente al Animal 2, realizado durante un periodo de 5 días, mostró un comportamiento de selectividad de especies forrajeras variado, de acuerdo con las condiciones del entorno. En el primer día, identificado con puntos GPS en color celeste, el animal permaneció en la misma zona que los demás, priorizando especies como *Carex sp.* y *Calamagrostis vicunarum*. En el segundo día, señalado con puntos GPS en color amarillo, se observó un desplazamiento hacia una zona con presencia de agua, lo que favoreció la selección de especies postradas y palatables, como *Alchemilla pinnata* y *Muhlenbergia fastigiata*. Durante el tercer día, el animal continuó en la misma área, mostrando una marcada preferencia por *Alchemilla pinnata* y *Muhlenbergia fastigiata*. En los días cuarto y quinto, el animal retornó a la zona seca y seleccionó especies como *Calamagrostis vicunarum*, *Muhlenbergia fastigiata* y *Carex sp.*

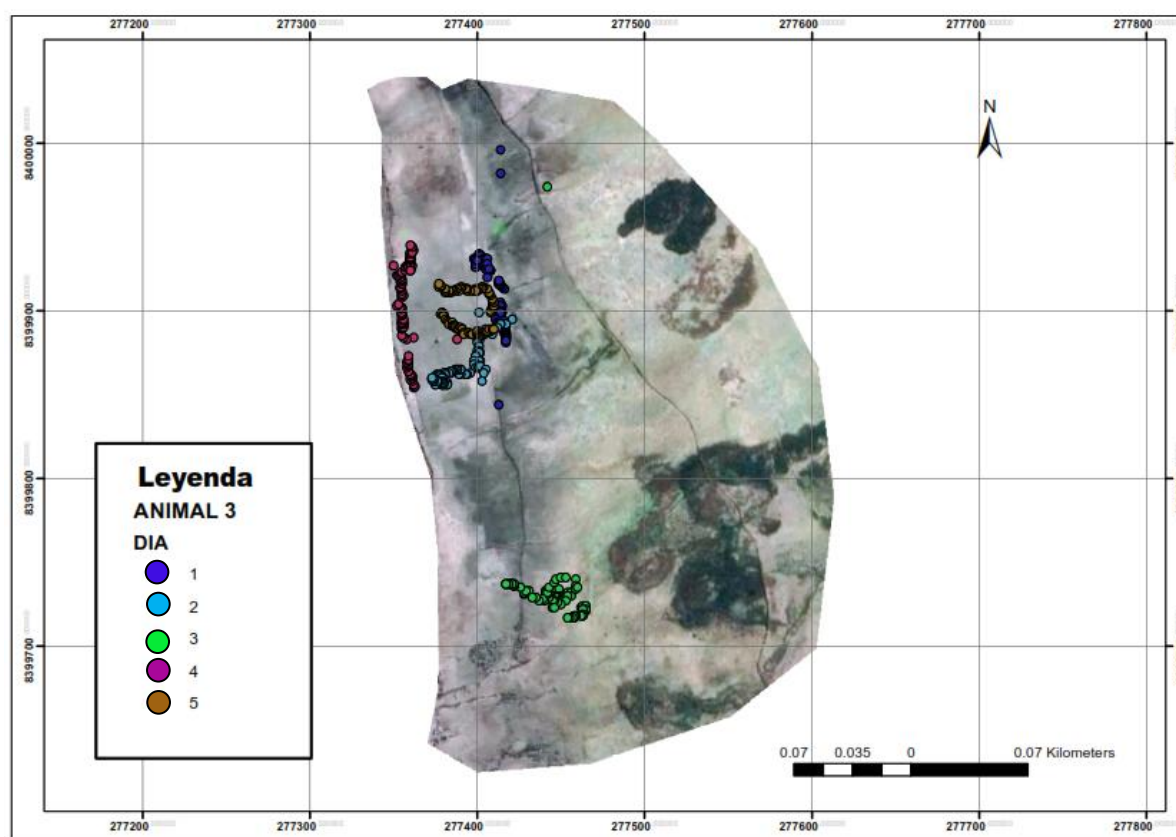
Figura 14: Mapa de recorrido del animal 2 por día en base a puntos GPS



El análisis de datos correspondiente al Animal 3, realizado durante un periodo de 5 días, mostró patrones de movimiento y selectividad de especies forrajeras influenciados por la disponibilidad de recursos en su entorno de pastoreo. En el primer día, identificado con puntos GPS en color morado, el animal permaneció en la zona inicial de pastoreo, seleccionando principalmente especies como *Festuca dolichophylla* y *Carex sp.*, en un área caracterizada por condiciones secas y con poca presencia de agua. Durante el segundo día, el animal continuó en la misma zona, manteniendo su preferencia por las mismas especies disponibles en el lugar.

En el tercer día, se observó un mayor desplazamiento del animal hacia otras áreas del pastizal, donde predominaban especies como *Alchemilla pinnata* y *Calamagrostis vicunarum*, aunque dicha zona carecía de fuentes de agua. En los días cuarto y quinto, el animal retornó a su punto inicial de consumo, seleccionando nuevamente una combinación de *Festuca dolichophylla*, *Alchemilla pinnata* y *Muhlenbergia fastigiata*.

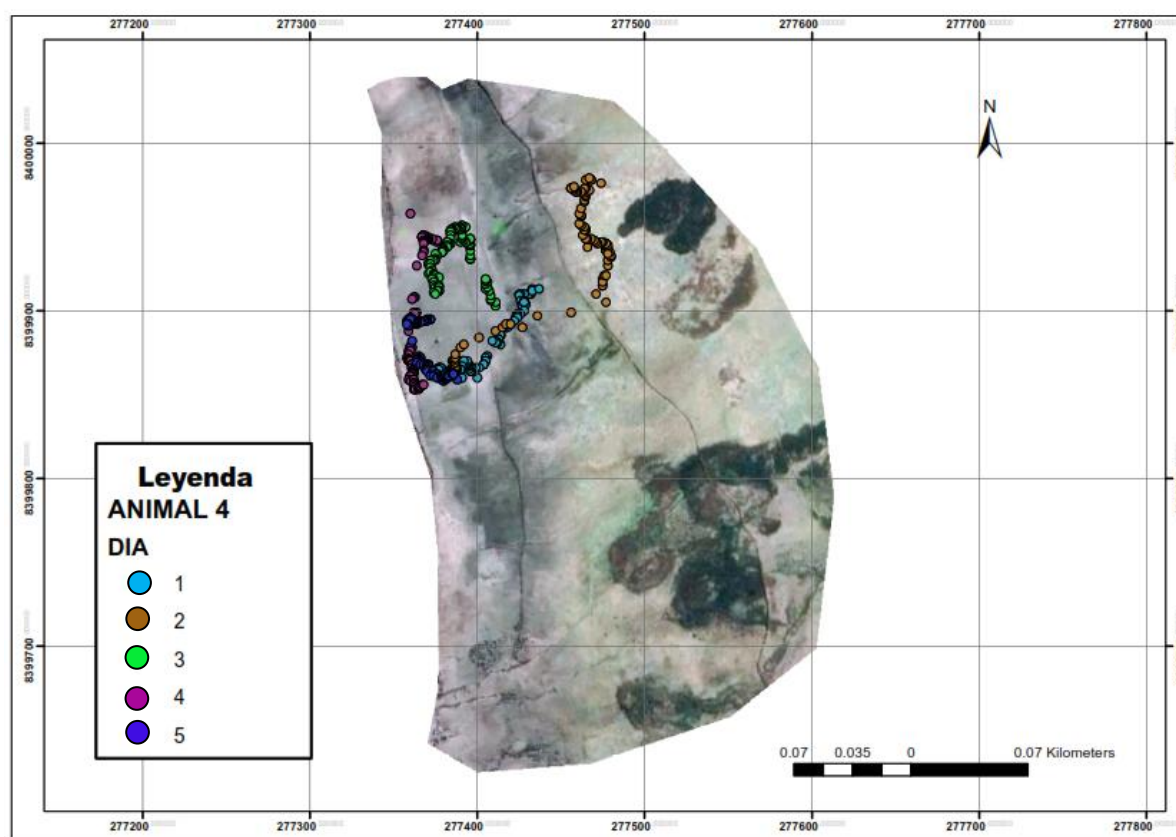
Figura 15: Mapa de recorrido del animal 3 por día en base a puntos GPS



El análisis de datos correspondiente al Animal 4, llevado a cabo durante un periodo de 5 días, se realizó mediante el seguimiento diario con 100 puntos GPS por día. En los días 1, 3, 4 y 5, identificados con colores celeste, verde, rosado oscuro y morado, respectivamente, el animal mostró una tendencia a permanecer en la misma área de pastoreo que otros animales del estudio. En esta zona, se observó una preferencia predominante por las especies *Carex sp.*, *Alchemilla pinnata* y *Calamagrostis vicunarum*, las cuales representaron un alto porcentaje en su dieta. La zona de pastoreo seleccionada estaba compuesta por una combinación de especies postradas y altas, ubicadas en un área donde no se registró la presencia de fuentes de agua.

En el segundo día de evaluación, el Animal 4 mostró mayor movilidad, desplazándose hacia otra área del pastizal donde predominaban especies en suelos con mayor humedad. En esta nueva ubicación, la selección forrajera estuvo compuesta principalmente por *Alchemilla pinnata*, *Calamagrostis vicunarum* y *Muhlenbergia fastigiata*.

Figura 16: Mapa de recorrido del animal 4 por día en base a puntos GPS



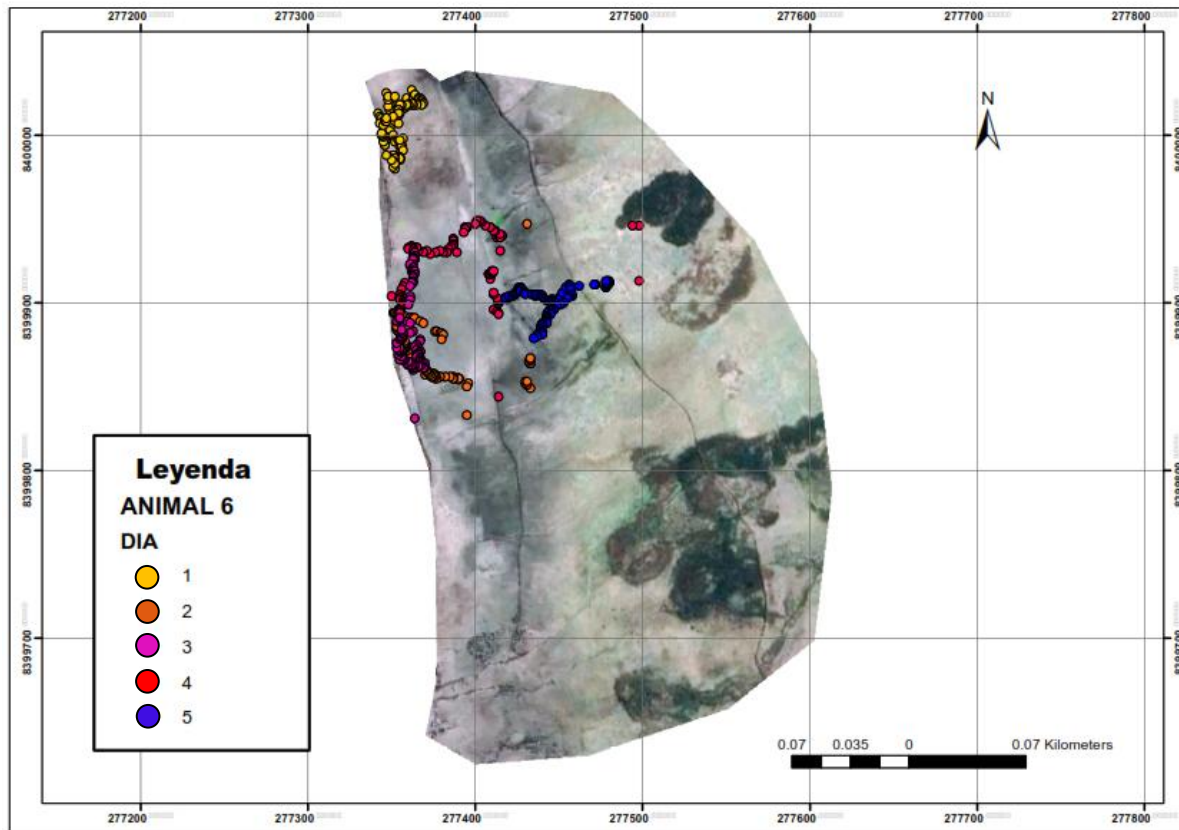
El análisis de datos correspondiente al Animal 6 se llevó a cabo durante un periodo de 5 días, utilizando un seguimiento diario basado en 100 puntos GPS por día. Durante el primer día de observación, identificado con el color amarillo, el animal permaneció en una sola ubicación sin desplazarse, mostrando una marcada preferencia por las especies *Festuca dolichophylla* y *Carex sp.*

En los días 2, 3 y 4, el Animal 6 cambió su patrón de pastoreo, desplazándose hacia otra zona donde consumió una variedad de especies, incluyendo *Calamagrostis vicunarum*, *Muhlenbergia fastigiata*, *Carex sp.* y *Alchemilla pinnata*. Se observó que, durante el segundo día, el animal recorrió una mayor distancia para acceder a estas especies, lo que sugiere una búsqueda activa de forraje de mejor calidad o en mayor cantidad. El cuarto día, el Animal 6 también realizó desplazamientos considerables, manteniendo su preferencia por las mismas especies previamente seleccionadas, que se encontraban en la nueva área.

Finalmente, en el quinto día, el Animal 6 cambió nuevamente de zona en busca de alimento, con una preferencia renovada por especies como *Carex sp.* y *Festuca dolichophylla*.

Este comportamiento indicó que la disponibilidad de dichas especies en la zona previamente utilizada había disminuido, lo que obligó al animal a explorar nuevas áreas para satisfacer sus necesidades alimenticias.

Figura 17: Mapa de recorrido del animal 6 por día en base a puntos GPS



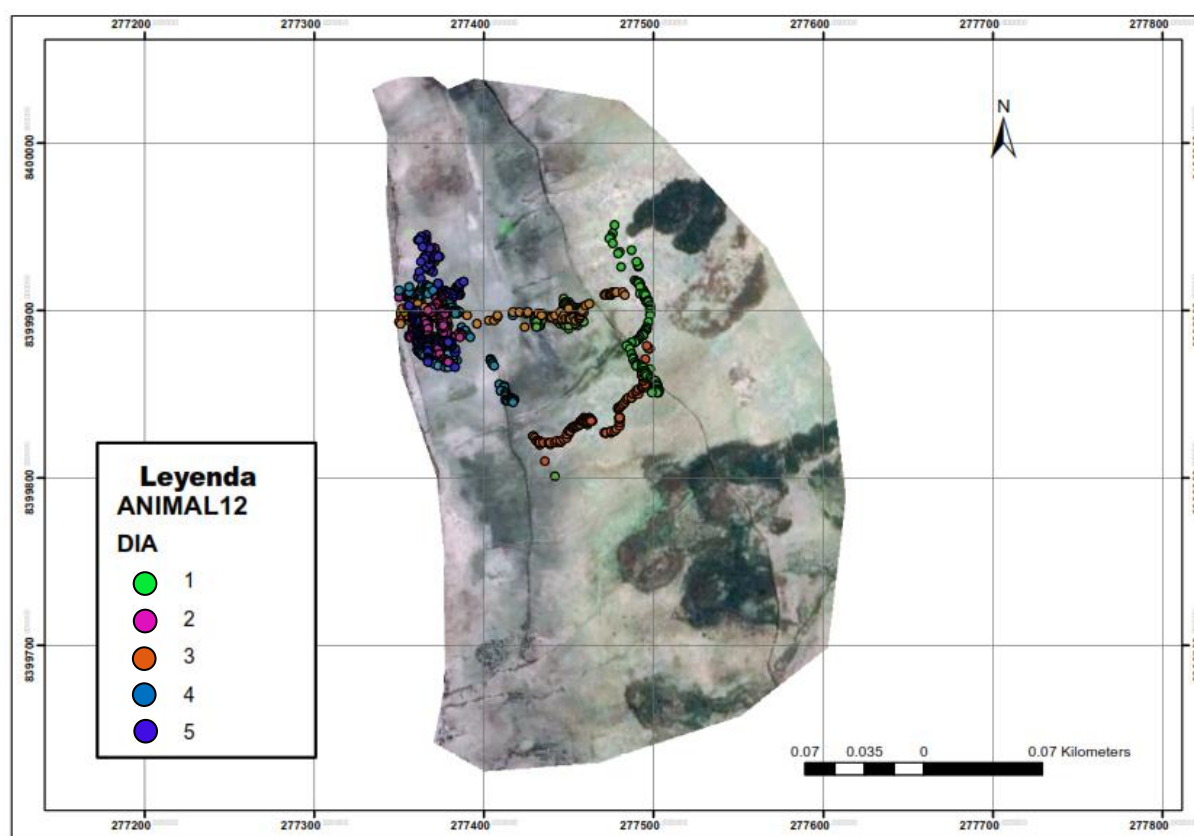
El análisis de los datos correspondientes al Animal 12 se realizó durante un periodo de 5 días, utilizando un seguimiento diario con 100 puntos GPS por día. Durante el primer día de observación, representado en color verde, el animal permaneció en la misma zona, mostrando una clara preferencia por las especies *Alchemilla pinnata* y *Carex sp.*, ambas características de áreas húmedas o bofedales. Estas especies son conocidas por ser postradas y de fácil acceso para las alpacas en estas condiciones.

En el segundo día, identificado con el color rosado oscuro, el Animal 12 cambió de ubicación, seleccionando especies como *Muhlenbergia fastigiata* y *Festuca dolichophylla*, ambas propias de pastizales de estrato alto. Este cambio en la preferencia alimenticia sugiere una búsqueda activa de diversidad en la dieta.

El tercer día, representado en color naranja, se observó un mayor desplazamiento del animal en busca de alimento, posiblemente debido a que en los días anteriores había permanecido en la misma área. Durante este día, el Animal 12 seleccionó especies como *Alchemilla pinnata* y *Festuca dolichophylla*, las cuales se encuentran en zonas más secas.

Durante los días 4 y 5, el Animal 12 permaneció nuevamente en la misma zona, mostrando una mayor preferencia por especies presentes en ese entorno. Según las observaciones, estas especies incluían tanto pastos de estrato alto como bajo, tales como *Carex sp.*, *Calamagrostis vicunarium* y *Festuca dolichophylla*.

Figura 18: Mapa de recorrido del animal 12 por día en base a puntos GPS

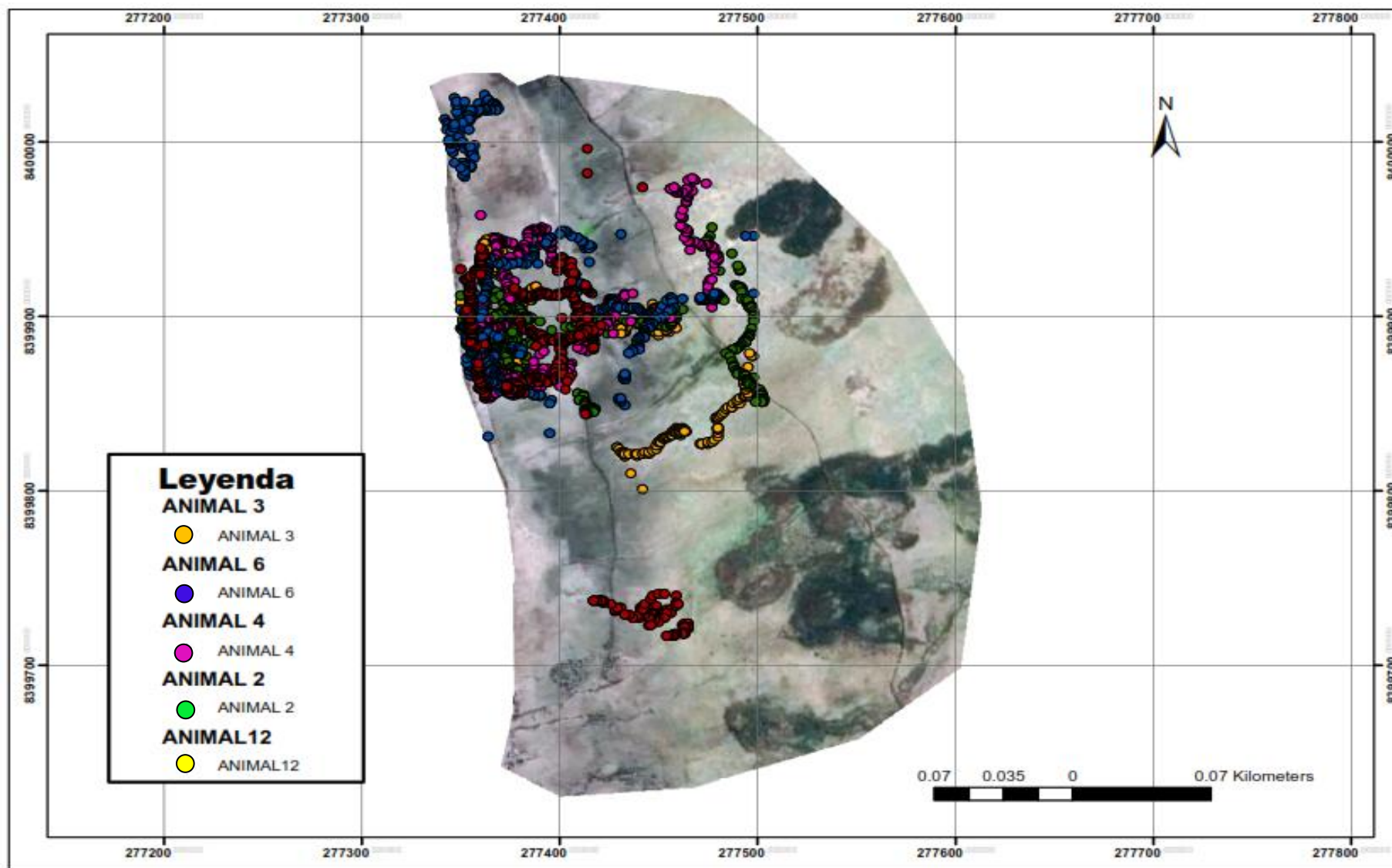


El comportamiento de selección de especies vegetales por parte de los animales observados durante el estudio mostró variaciones importantes en términos de movimiento y preferencia alimentaria. Los animales 2, 3, 4, 6 y 12 permanecieron en la misma zona de estudio, aunque exhibieron algunas variaciones en sus movimientos mientras buscaban las especies más apetecibles según sus preferencias individuales. A continuación, se detalla el comportamiento específico de cada animal durante los cinco días de observación:

- **Animal 2:** Durante los cinco días de observación, este animal recorrió la zona de estudio enfocándose principalmente en la selección de especies de estrato bajo. Se observó una preferencia significativa por *Alchemilla pinnata*, lo que sugiere que este individuo priorizó la ingesta de especies con características morfológicas y nutricionales específicas.
- **Animal 3:** Este animal mostró un patrón de movimiento más extenso en comparación con los otros, recorriendo áreas más distantes dentro de la zona de estudio. La especie preferida fue *Festuca dolichophylla*, que presentó el mayor porcentaje de selección durante el período de observación. Este comportamiento sugiere una estrategia de búsqueda activa en función de la disponibilidad y calidad del forraje.
- **Animal 4:** A lo largo de los cinco días, este animal cubrió toda la zona de estudio en su búsqueda de alimento. Su preferencia se inclinó hacia la especie *Carex sp.*, una elección recurrente que indica la importancia de esta especie en su dieta. El patrón de movimiento sugiere un comportamiento más disperso, probablemente relacionado con la distribución espacial de esta especie vegetal.
- **Animal 6:** Aunque el recorrido de este animal varió a lo largo de los cinco días, se observó una consistencia en la selección de especies, coincidiendo con el animal 4 en la preferencia por *Carex sp.* Este hallazgo refuerza la idea de que ciertos individuos muestran patrones de selección similares, posiblemente debido a la disponibilidad o la calidad nutricional percibida de la especie en cuestión.
- **Animal 12:** Este animal también presentó un patrón de movimiento constante dentro de la zona de estudio, manteniéndose en movimiento continuo mientras buscaba su alimento. Al igual que los animales 4 y 6, el animal 12 mostró una clara preferencia por *Carex sp.*, con el mayor porcentaje de selección registrado durante el estudio. Esta tendencia refleja una posible dependencia de dicha especie para satisfacer sus necesidades nutricionales.

Se observó que los patrones de movimiento y selección de especies entre los animales fueron diversos, pero con algunas coincidencias en cuanto a la preferencia por ciertas especies clave, como *Carex sp.* y *Festuca dolichophylla*. Estos comportamientos reflejan la importancia de considerar tanto la variabilidad individual como las preferencias comunes en la gestión de los recursos forrajeros. Estos resultados proporcionan información crucial para la planificación de estrategias de manejo adaptativas y la implementación de sistemas de monitoreo automatizado en sistemas de producción extensiva de alpacas.

Figura 19: Mapa de recorrido de todos los animales en base a puntos GPS



5.1.2.2. Selectividad por especie y por animal

La Tabla 22 muestra la selectividad de las especies por cada animal, permite observar patrones específicos en las preferencias de ingesta bajo condiciones de pastoreo. Cada especie fue seleccionada por los animales en diferentes proporciones, lo que evidencia la variabilidad en la calidad y disponibilidad del forraje en los distintos hábitats evaluados.

Los animales 3 y 12 mostraron la mayor selectividad por *Festuca dolichophylla*, con promedios de 23.48% y 15.86%, respectivamente. El rango de selectividad osciló entre un mínimo de 0.00% y un máximo de 37.45%, evidenciando que no todos los animales priorizaron esta especie en su ingesta, pero aquellos que sí lo hicieron, lo hicieron en proporciones significativas.

Alchemilla pinnata fue consistentemente seleccionada por todos los animales, destacando el Animal 2 con un promedio de selectividad del 22.23%. El rango varió desde un mínimo de 4.18% hasta un máximo de 36.21%, lo que sugiere que esta especie estuvo ampliamente disponible y fue atractiva para los animales debido a sus características nutricionales, probablemente en zonas con mayor presencia de agua.

La selectividad por *Muhlenbergia fastigiata* también fue variable, con el Animal 6 mostrando la mayor selectividad (19.21%) y el Animal 12 la menor (13.92%). Este comportamiento reflejó la distribución de esta especie en el pastizal y la preferencia individual de los animales, la cual puede estar influenciada por la disponibilidad relativa de otras especies.

Carex sp. se presentó como una de las especies más seleccionadas, con promedios de selectividad elevados en todos los animales, destacando el Animal 4 con un 24.63%. El rango de selectividad varió entre 11.04% y 33.91%, lo que sugiere que esta especie fue abundante y preferida en los sitios de pastoreo observados.

La especie *Calamagrostis vicunarum* también fue preferida por los animales, con promedios de selectividad que oscilaron entre 18.20% y 23.18%. El Animal 2 presentó la

mayor preferencia por esta especie, lo cual pudo deberse a su alta disponibilidad y a la calidad de forraje que ofrece en las áreas pastoreadas.

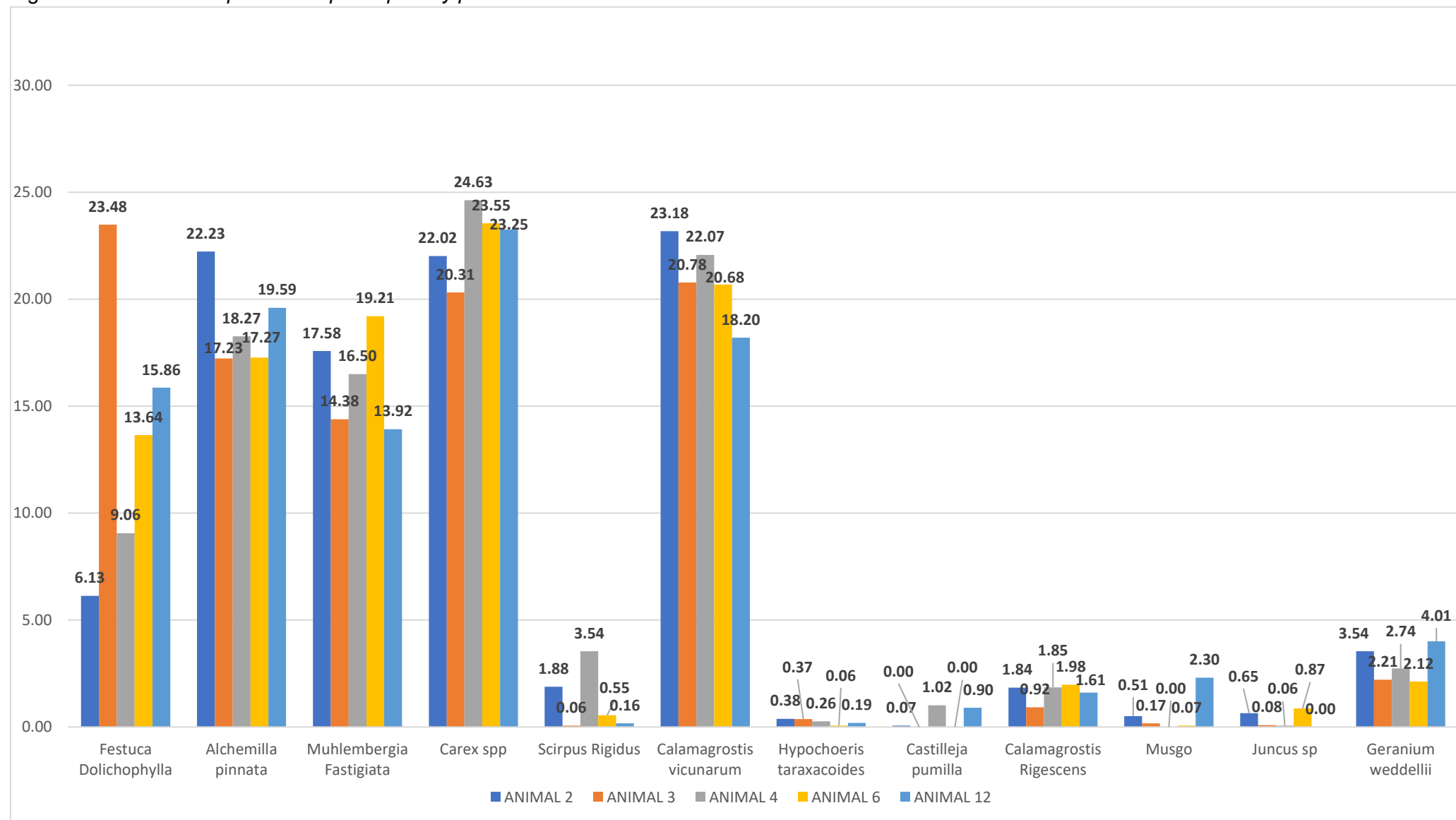
Otras especies como *Scirpus rigidus*, *Hypochoeris taraxacoides*, y *Castilleja pumilla* fueron seleccionadas en menores proporciones. Por ejemplo, *Scirpus rigidus* mostró una baja selectividad, con promedios que no superaron el 3.54%.

Tabla 15: *Selectividad porcentual por especie y por animal*

Descripción	Animal	Promedio de selectividad	Promedios	Mínimo	Máximo
<i>Festuca dolichophylla</i>	Animal 2	6.13	13.64	0.00	13.40
	Animal 3	23.48		14.07	37.45
	Animal 4	9.06		0.00	19.18
	Animal 6	13.64		0.00	27.08
	Animal 12	15.86		0.00	23.00
<i>Alchemilla pinnata</i>	Animal 2	22.23	18.92	15.03	30.80
	Animal 3	17.23		5.76	31.09
	Animal 4	18.27		9.43	32.40
	Animal 6	17.27		10.42	26.01
	Animal 12	19.59		4.18	36.21
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	Animal 2	17.58	16.32	9.69	20.07
	Animal 3	14.38		5.76	25.38
	Animal 4	16.50		14.29	19.66
	Animal 6	19.21		14.54	24.00
	Animal 12	13.92		2.47	26.13
<i>Carex sp</i>	Animal 2	22.02	22.75	11.04	33.91
	Animal 3	20.31		15.97	25.69
	Animal 4	24.63		17.65	31.03
	Animal 6	23.55		18.58	25.89
	Animal 12	23.25		15.52	30.00
<i>Scirpus rigidus</i>	Animal 2	1.88	1.24	0.00	6.86
	Animal 3	0.06		0.00	0.31
	Animal 4	3.54		0.00	15.86
	Animal 6	0.55		0.00	1.74
	Animal 12	0.17		0.00	0.82
<i>Calamagrosti vicunarum</i>	Animal 2	23.18	20.98	15.22	30.77
	Animal 3	20.78		14.68	25.10
	Animal 4	22.07		16.90	27.04
	Animal 6	20.68		13.19	30.03
	Animal 12	18.20		12.19	27.74
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	Animal 2	0.39	0.25	0.00	1.58
	Animal 3	0.37		0.00	1.26
	Animal 4	0.26		0.00	0.69

	Animal 6	0.06		0.00	0.31
	Animal 12	0.19		0.00	0.94
<i>Castilleja pumilla</i>	Animal 2	0.07		0.00	0.33
	Animal 3	0.0		0.00	0.00
	Animal 4	1.02	0.40	0.00	3.18
	Animal 6	0.00		0.00	0.00
	Animal 12	0.90		0.00	1.81
<i>Calamagrostis rigescens</i>	Animal 2	1.84		0.00	7.89
	Animal 3	0.92		0.00	3.36
	Animal 4	1.85	1.64	0.34	4.95
	Animal 6	1.98		0.31	4.00
	Animal 12	1.61		0.00	3.83
Musgo	Animal 2	0.51		0.00	2.21
	Animal 3	0.17		0.00	0.84
	Animal 4	0.00	0.61	0.00	0.00
	Animal 6	0.07		0.00	0.33
	Animal 12	2.30		0.00	11.52
<i>Juncus sp.</i>	Animal 2	0.65		0.00	2.61
	Animal 3	0.08		0.00	0.42
	Animal 4	0.06	0.33	0.00	0.31
	Animal 6	0.87		0.00	4.35
	Animal 12	0.00		0.00	0.00
<i>Geranium weddellii</i>	Animal 2	3.54		0.00	9.69
	Animal 3	2.21		0.41	4.20
	Animal 4	2.74	2.92	0.00	5.57
	Animal 6	2.12		0.35	4.35
	Animal 12	4.01		0.65	10.11

Figura 20: Selectividad porcentual por especie y por animal



La Figura 10 presenta los promedios de selectividad de las alpacas hacia diferentes especies vegetales en su área de pastoreo. Los resultados reflejaron una clara preferencia por ciertas especies, lo que sugiere que las alpacas Huacaya fueron selectivas en su ingesta de forraje.

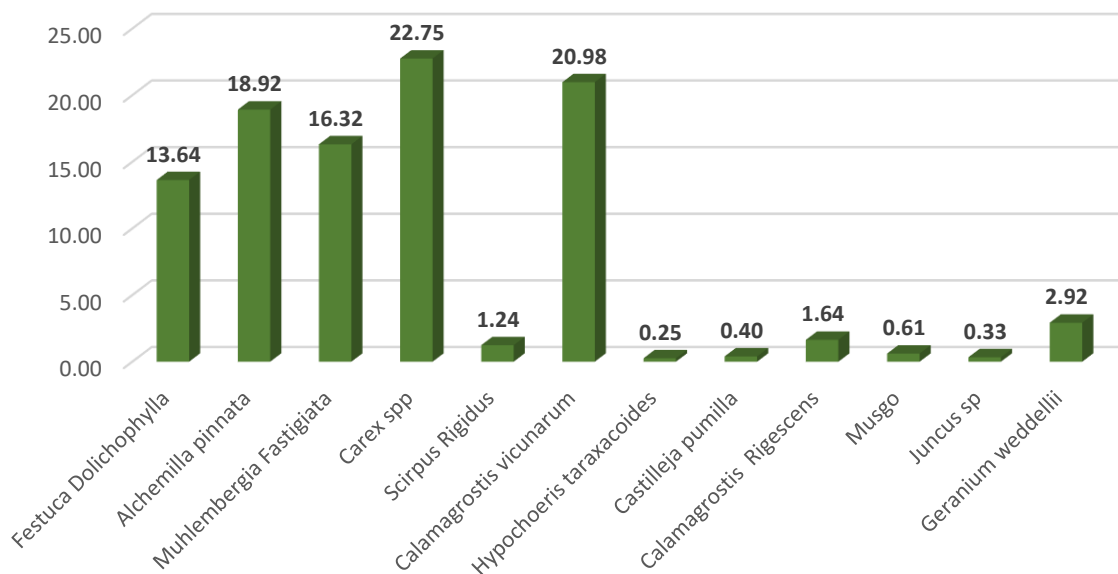
Entre las especies evaluadas, *Carex sp.* mostró el promedio más alto de selectividad, con un 22.75%, lo que la posición como una de las especies más consumidas. Le siguieron *Alchemilla pinnata* y *Calamagrostis vicunarum*, con promedios de 18.92% y 20.98%, respectivamente, lo que indica que estas especies también fueron significativamente seleccionadas por los animales.

Muhlenbergia fastigiata y *Festuca dolichophylla*, con promedios de 16.32% y 13.64%, respectivamente, completan el grupo de especies más consumidas, lo que demuestra la preferencia por vegetación de mayor valor forrajero en términos nutricionales.

Por otro lado, especies como *Hypochoeris taraxacoides* (0,25%), *Castilleja pumilla* (0,4%) y *Juncus sp.* (0.33%) registraron promedios considerablemente bajos de selectividad, sugiriendo un bajo consumo o una posible evitación por parte de las alpacas.

En términos de especies menos preferidas, *Scirpus rigidus* (1.24%), *Calamagrostis rigescens* (1.64%), *Geranium weddellii* (2.92%) y Musgo (0.61%) también mostraron bajos niveles de ingesta.

Figura 21: *Selectividad porcentual por especie*



5.1.3. Valor nutricional de la dieta de especies consumidas por las alpacas Huacaya.

El análisis del valor nutricional de la dieta de las alpacas Huacaya, basado en la evaluación de materia seca y contenido de cenizas, proporciona una comprensión integral de la calidad y selectividad de su ingesta. Utilizando métodos como el análisis de NIRS, se identificaron patrones de selectividad en función de diversos parámetros nutricionales, como materia orgánica, proteína, fibra cruda y minerales. Los resultados mostraron que la materia orgánica presentó una selectividad consistente, con valores que oscilaron entre 90.34% y 96.19%, destacando el Animal 4 con un promedio de 93.91%. En contraste, la materia seca mostró mayor variabilidad, especialmente en el Animal 4, sugiriendo un comportamiento selectivo variable. La proteína también reveló diferencias significativas, con el Animal 4 priorizando alimentos más ricos en este componente, mientras que la materia grasa mostró poca variabilidad entre los animales.

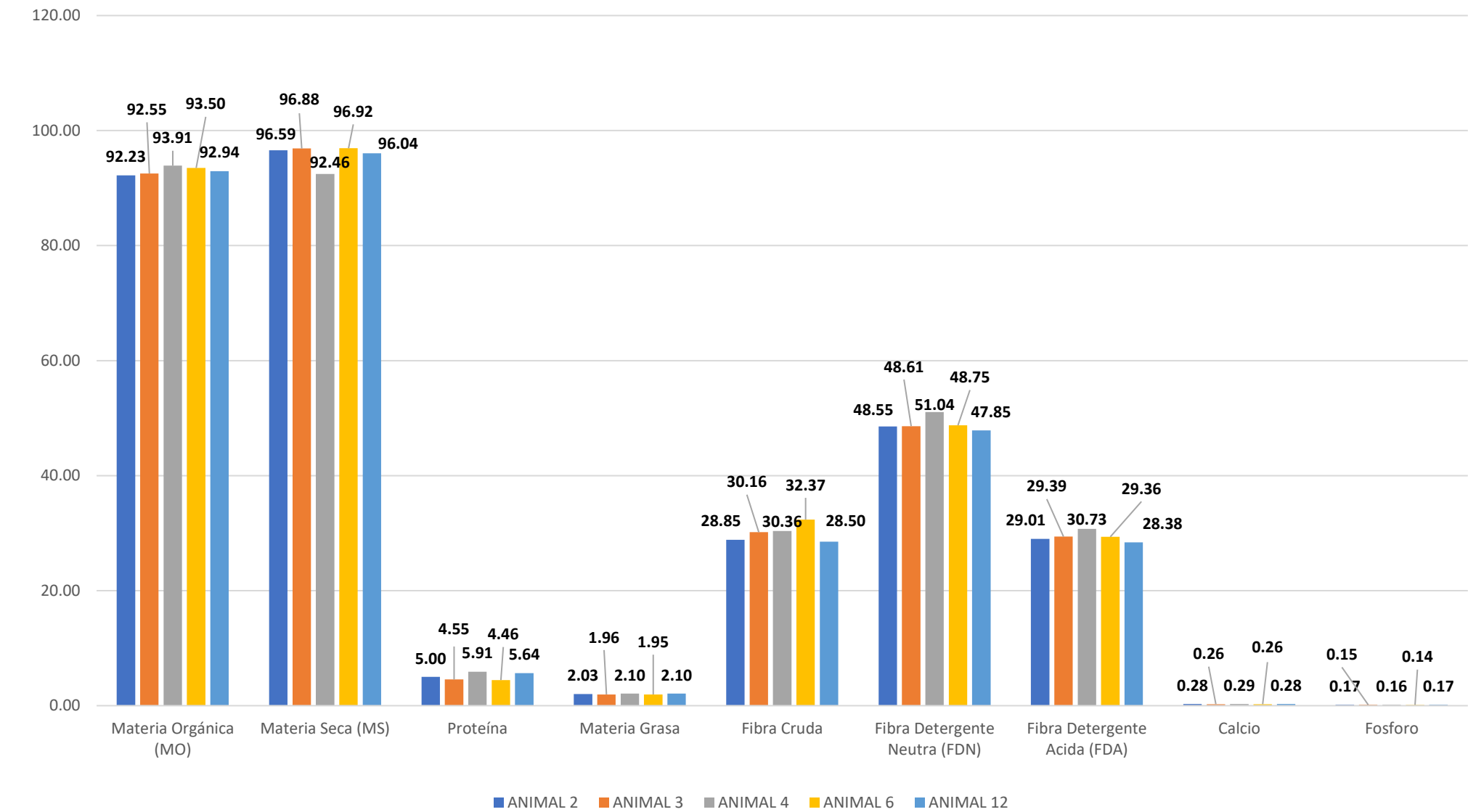
Los análisis de fibra cruda y fibra detergente neutra (FDN) evidenciaron una mayor variabilidad en la selectividad, lo que sugiere diferencias en las preferencias alimenticias basadas en necesidades individuales o disponibilidad de recursos. En general, los resultados indican que, aunque algunos componentes nutricionales como la materia orgánica y la

materia seca son más estables en la dieta, otros, como la fibra cruda y la FDN, presentan una selectividad más diferenciada.

Tabla 16: *Valor nutricional porcentual de la dieta de las alpacas Huacaya, por animal*

Descripción	Animal	Promedio de dieta	Promedios	Mínimo	Máximo
Materia Orgánica (MO)	Animal 2	92.23	93.02	90.34	93.40
	Animal 3	92.55		91.28	93.48
	Animal 4	93.91		91.93	96.19
	Animal 6	93.50		91.93	95.47
	Animal 12	92.94		92.27	93.58
Materia Seca (MS)	Animal 2	96,59	95,78	95,06	97,39
	Animal 3	96,88		94,64	97,79
	Animal 4	92,46		73,18	97,74
	Animal 6	96,92		94,83	97,74
	Animal 12	96,04		94,49	97,17
Proteína	Animal 2	5.00	5.11	3.87	6.76
	Animal 3	4.55		3.93	5.70
	Animal 4	5.91		4.34	8.91
	Animal 6	4.46		1.80	6.78
	Animal 12	5.64		3.24	10.54
Materia Grasa	Animal 2	2.03	2.03	1.86	2.21
	Animal 3	1.96		1.82	2.05
	Animal 4	2.10		1.86	2.80
	Animal 6	1.95		1.76	2.10
	Animal 12	2.10		1.87	2.54
Fibra Cruda	Animal 2	28.85	30.05	24.62	34.03
	Animal 3	30.16		25.99	34.39
	Animal 4	30.36		21.46	35.98
	Animal 6	32.37		23.23	45.56
	Animal 12	28.50		18.40	33.07
Fibra Detergente Neutra (FDN)	Animal 2	48.55	48.96	45.53	50.93
	Animal 3	48.61		46.63	50.65
	Animal 4	51.04		47.03	62.14
	Animal 6	48.75		46.01	53.89
	Animal 12	47.85		41.28	51.25
Fibra Detergente Ácida (FDA)	Animal 2	29.01	29.37	26.33	31.01
	Animal 3	29.39		28.04	30.98
	Animal 4	30.73		28.72	36.89
	Animal 6	29.36		26.95	33.20
	Animal 12	28.38		23.33	31.36
Calcio	Animal 2	0.28	0.27	0.27	0.29
	Animal 3	0.26		0.25	0.27
	Animal 4	0.29		0.25	0.37
	Animal 6	0.26		0.22	0.28
	Animal 12	0.28		0.26	0.31
Fosforo	Animal 2	0.17	0.16	0.20	0.14
	Animal 3	0.15		0.17	0.14
	Animal 4	0.16		0.23	0.13
	Animal 6	0.14		0.17	0.09
	Animal 12	0.17		0.20	0.14

Figura 22: Valor nutricional porcentual de la dieta de las alpacas Huacaya, por animal



La Figura 12 refleja el análisis del valor nutricional de la dieta de las alpacas Huacaya, lo que permitió determinar la calidad de los componentes ingeridos bajo condiciones de pastoreo. Los promedios obtenidos evidenciaron la composición de la dieta y su capacidad para satisfacer las necesidades alimenticias de los animales.

La Materia Orgánica (MO) presentó un promedio elevado de 93.02%, lo cual indica que la mayor parte del forraje consumido estaba compuesto por nutrientes digeribles, siendo una característica relevante para la salud y eficiencia alimentaria de las alpacas. De manera similar, la Materia Seca (MS) alcanzó un promedio de 95.78%, lo que revela que el contenido de humedad en los alimentos fue bajo, favoreciendo una mayor concentración de nutrientes y optimizando el consumo de materia seca por parte de los animales.

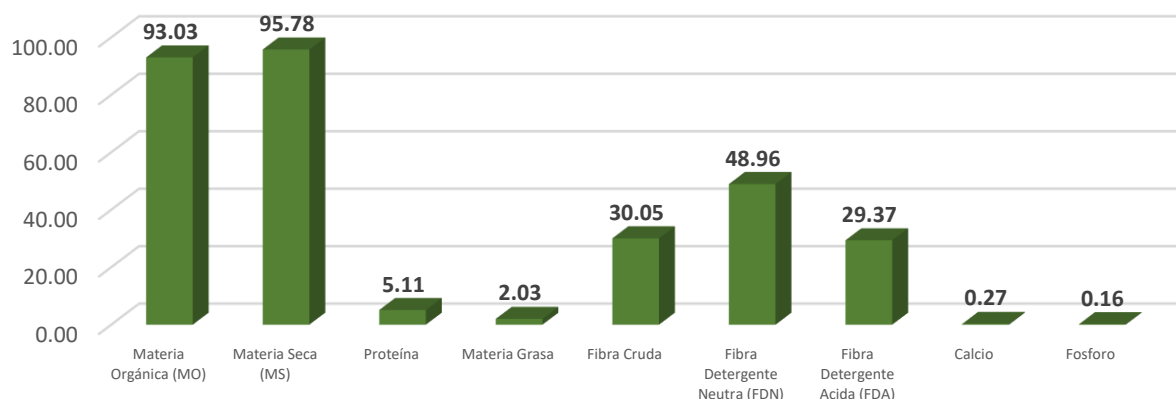
En cuanto al contenido proteico, se registró un promedio de 5.11% de proteína, lo que, aunque moderado, fue suficiente para cubrir las necesidades básicas de mantenimiento de las alpacas, especialmente en pastoreo extensivo.

Los resultados también revelaron un alto contenido de fibra cruda (30.05%) y Fibra Detergente Neutra (FDN) con un 48.96%, ambos componentes fundamentales para la función digestiva de los rumiantes. La alta presencia de fibra es indicativa de la naturaleza forrajera del pastoreo, esencial para mantener la salud ruminal y prevenir trastornos digestivos. La Fibra Detergente Ácida (FDA), con un promedio de 29.37%, mostró que las alpacas seleccionaron forraje con una cantidad moderada de componentes menos digestibles, como lignina y celulosa, lo que es típico de las especies vegetales disponibles en áreas de pastoreo.

Los niveles de materia grasa fueron bajos, con un promedio de 2.03%, lo cual es común en dietas basadas en forrajes. Esto sugiere que las alpacas dependieron de una fuente de energía más orientada hacia carbohidratos y fibra que hacía grasas. Los valores de calcio (0.27%) y fósforo (0.16%) también fueron relativamente bajos, lo que podría indicar la necesidad de suplementación mineral en caso de requerimientos específicos, aunque no es raro en pastos de alta montaña.

Los resultados obtenidos mostraron una dieta balanceada para las alpacas, con un adecuado contenido de fibra y un nivel aceptable de proteínas y otros nutrientes.

Figura 23: *Valor nutricional porcentual de la dieta de las alpacas Huacaya*



Este comportamiento selectivo de las alpacas hacia especies con alto valor nutricional subraya la importancia de la composición específica de la vegetación en el manejo de pastizales. Además, estos hallazgos resultan cruciales para el diseño de sistemas de monitoreo automatizado, los cuales podrían optimizar la gestión de los recursos forrajeros en sistemas de producción extensiva, asegurando una mayor eficiencia en la alimentación y sostenibilidad en el manejo de las áreas de pastoreo.

El análisis realizado permitió determinar de manera precisa el valor nutricional de las especies vegetales seleccionadas y consumidas por las alpacas Huacaya bajo condiciones de pastoreo. Las especies preferidas presentaron un perfil nutricional adecuado para satisfacer las necesidades alimenticias de los animales.

5.2. DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación proporcionaron evidencia relevante sobre el comportamiento selectivo y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas alimentaria en alpacas Huacaya bajo condiciones de pastoreo, al establecer un

perfil específico de preferencias alimenticias y contenido nutricional. Estos hallazgos, además de generar una base de referencia para el monitoreo automatizado, ofrecen una perspectiva novedosa en el manejo de los recursos forrajeros en los sistemas altoandinos de producción.

En comparación con estudios previos, como el de Quispe *et al.* (2021), quien también investigó la selectividad alimentaria en alpacas durante la época seca en bofedales, este trabajo contribuye a un enfoque más detallado y adaptado a la realidad de los pastizales altoandinos, planteando el potencial de un monitoreo automatizado en este contexto.

Al igual que en la investigación de Quispe *et al.* (2021), donde se observó una preferencia marcada por seis especies específicas de un total de 36 disponibles, este estudio también encontró una fuerte selectividad en las alpacas. Especies como *Carex sp.* (22.75%) y *Calamagrostis vicunarum* (20.98%) fueron altamente preferidas, lo cual coincide con los patrones de selectividad reportados en el estudio de Quispe *et al.* Dichas especies mostraron un perfil nutricional favorable, similar a los valores de fibra y proteína reportados en el estudio de Quispe, aunque aquí se observó un contenido ligeramente más alto de materia seca (95.78%) y materia orgánica (93.02%). Estos resultados refuerzan la idea de que las alpacas poseen una alta capacidad de discriminación en su dieta, priorizando especies que les aporten la fibra y proteínas necesarias para su rendimiento óptimo en sistemas de pastoreo.

La composición de fibra y proteína en las especies seleccionadas fue consistente con los valores reportados en estudios previos. En este análisis, la Fibra Detergente Neutra (FDN) promedió un 48.96%, lo que resalta el papel fundamental de la fibra en el proceso digestivo de los rumiantes adaptados a ambientes de alta montaña. Este resultado concuerda con la naturaleza de los pastos altoandinos, los cuales están diseñados para mantener la funcionalidad digestiva en condiciones adversas. Esto es similar a lo señalado por Quispe *et al.*, quienes destacaron la adaptación de las alpacas a forrajes con alta fibrosidad.

Por otro lado, la Fibra Cruda alcanzó un promedio de 30.05%, mientras que la concentración de proteína se mantuvo baja, con un valor promedio de 5.11%. Estos resultados sugieren que, aunque la calidad nutricional de los pastos es adecuada para el mantenimiento básico de las alpacas, podría resultar insuficiente en periodos de alta demanda nutricional. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar prácticas de manejo sostenible que promuevan la conservación y la disponibilidad de especies clave en los pastizales altoandinos.

Otro aspecto importante que refuerza la comparación crítica es el rol de las especies menos preferidas, como *Hypochoeris taraxacoides* (0.25%) y *Castilleja pumilla* (0.40%), que también fueron marginalmente consumidas en el estudio de Quispe *et al.* (2021). Esta baja preferencia podría asociarse con características físicas poco atractivas, baja digestibilidad, o un contenido nutritivo limitado, factores que ambos estudios reconocen como influyentes en la selectividad de las alpacas. Estos hallazgos, además, sugieren que las especies vegetales con perfiles nutricionales subóptimos pueden contribuir de manera limitada a la dieta de los animales, lo que podría agravar el problema de la sostenibilidad de los pastizales ante un manejo inadecuado.

El presente estudio confirma que las alpacas Huacaya demuestran un comportamiento alimentario selectivo y que esta selectividad favorece especies de alto valor nutricional, coherente con hallazgos previos de estudios similares. Sin embargo, la contribución de este trabajo radica en el establecimiento de una línea base para el monitoreo automatizado, la cual permite no solo un manejo más efectivo de los recursos forrajeros, sino también el desarrollo de estrategias de conservación que se alineen con las necesidades alimentarias de los camélidos en entornos de alta montaña. Este enfoque innovador no solo complementa estudios anteriores, sino que también proporciona herramientas prácticas para mejorar la gestión de los ecosistemas de pastoreo, promoviendo tanto el bienestar animal como la productividad en condiciones de pastoreo extensivo.

Robles (2022), quien también exploró aspectos relacionados con la composición nutricional y parámetros fermentativos de la dieta de alpacas en condiciones naturales de pastoreo, aunque en una temporada climática diferente. A través de este ejercicio comparativo, es posible identificar patrones de comportamiento alimentario y de adaptación digestiva en las alpacas que reflejan su capacidad para optimizar el uso de forrajes fibrosos y de composición variable, en respuesta a las condiciones ambientales y de disponibilidad de recursos en diferentes épocas del año.

En primer lugar, la marcada selectividad observada en las alpacas Huacaya hacia especies vegetales como *Carex sp.* (22.75%), *Calamagrostis vicunarum* (20.98%) y *Alchemilla pinnata* (18.92%) indica una tendencia de preferencia por especies que, según los resultados del análisis, poseen un perfil nutricional favorable, particularmente en términos de alto contenido de materia seca (95.78%) y materia orgánica (93.02%). Estos hallazgos son consistentes con lo descrito por Robles (2022), quien reportó una selectividad similar en la dieta de alpacas durante la época de lluvias, con valores elevados de fibra detergente neutra (FDN) y proteína en especies forrajeras que, aunque de naturaleza intermedia en proteína (9.38%), presentaban una proporción de fibra suficientemente alta como para satisfacer los requerimientos digestivos en sistemas de alta montaña. La presencia de estas características nutricionales parece ser una constante en la dieta de alpacas, independientemente de la estación, lo cual resalta la importancia de la fibra en el metabolismo de estos camélidos.

La comparación entre la época seca en el presente estudio y la época de lluvias abordada en el estudio de Robles revela variaciones importantes en la composición de la dieta, especialmente en la fibra y la proteína. En este trabajo, los niveles de proteína en las especies preferidas fueron relativamente bajos (5.11%), lo cual fue suficiente para cubrir los requerimientos mínimos de las alpacas en pastoreo extensivo, aunque notablemente menor que los valores reportados por Robles en época de lluvias (9.38%). Esta diferencia podría explicarse por la variabilidad estacional en la calidad de los forrajes, lo cual indica que las

alpacas podrían beneficiarse de estrategias de suplementación en periodos de menor disponibilidad proteica, especialmente en estaciones secas, cuando los pastos son menos nutritivos.

Otro aspecto relevante en la comparación crítica es la composición de los ácidos grasos volátiles (AGV) y los parámetros fermentativos de la dieta. Robles observó una predominancia del ácido acético, lo que es característico de dietas ricas en fibra, y una producción moderada de metano, sugiriendo un sistema digestivo eficiente en la fermentación de forrajes fibrosos. Aunque el presente estudio no evaluó directamente los AGV, la alta proporción de fibra detergente neutra (48.96%) y fibra cruda (30.05%) en la dieta preferida por las alpacas sugiere que un perfil fermentativo similar podría estar presente, favoreciendo la producción de ácido acético y una fermentación eficiente de los pastos de alta montaña. Este perfil de fermentación es coherente con la adaptación de las alpacas a dietas fibrosas, las cuales promueven la producción de energía a partir de la fibra en lugar de depender de carbohidratos fácilmente fermentables.

Obregón (2022), quien analizó la influencia de diferentes niveles de fibra en la dieta sobre el consumo y digestibilidad en alpacas, concluyendo que las dietas menos fibrosas promueven un mayor consumo y eficiencia digestiva. Ambas investigaciones subrayan la relación crítica entre la composición de la dieta y el rendimiento alimentario en alpacas, ya que tanto la selección de forraje con altos niveles de nutrientes digestibles como el ajuste de la fibrosidad en raciones específicas puede optimizar la absorción de nutrientes esenciales para el desarrollo de los animales.

En el presente estudio, se observó una preferencia clara de las alpacas por especies como *Carex sp.* (22.75%) y *Calamagrostis vicunarum* (20.98%), lo que se puede interpretar como un comportamiento orientado a maximizar la ingesta de nutrientes. Este comportamiento es congruente con los hallazgos de Obregón (2022), quien demostró que una menor proporción de fibra en la dieta, como en el tratamiento T1 (40.3% de FDN),

favoreció un mayor consumo de materia seca y de nutrientes digestibles. La selectividad por plantas con un perfil nutricional superior en el pastoreo natural sugiere que, en ausencia de control humano directo sobre la dieta, las alpacas son capaces de discernir y optar por forrajes que cubran mejor sus necesidades. Esta capacidad tiene implicaciones prácticas para el manejo de los pastizales, ya que sugiere que las prácticas de conservación deberían enfocarse en preservar y fomentar las especies más valoradas por los camélidos.

Por otro lado, la baja preferencia observada por especies como *Hypochoeris taraxacoides* (0.25%) y *Castilleja pumilla* (0.40%) podría estar relacionada con su baja palatabilidad o menor digestibilidad, aspectos también presentes en la investigación de Obregón (2022), donde las raciones con un contenido más alto de fibra resultaron en un menor consumo de alimento. Así, la selección natural por parte de las alpacas indica que la fibrosidad y otras características nutricionales de los forrajes son factores determinantes en su ingesta. Esto respalda la idea de que la gestión sostenible de los pastizales altoandinos debe centrarse en incrementar la disponibilidad de especies de alto valor nutricional, optimizando así el rendimiento alimentario de las alpacas en sistemas de pastoreo extensivo.

El análisis de la composición nutricional en el presente estudio, con un alto contenido de materia seca (95.78%) y materia orgánica (93.02%) en las especies seleccionadas, complementa los resultados de Obregón (2022) respecto a la digestibilidad de los nutrientes en dietas menos fibrosas. La fibra detergente neutra (FDN), un componente esencial para el proceso digestivo, fue significativa tanto en este estudio (48.96%) como en el de Obregón, quien señaló que un contenido controlado de fibra mejora la digestión y absorción de nutrientes. Estos resultados coinciden en que las alpacas tienen una digestibilidad óptima cuando consumen alimentos con un perfil nutricional adecuado que balancea los niveles de FDN, garantizando una ingesta eficiente y minimizando el desgaste digestivo. Además, la presencia de fibra detergente ácida (FDA) en niveles manejables es crucial para mantener la

salud digestiva en rumiantes, lo que sugiere que un enfoque más detallado sobre el balance de fibras específicas en la dieta podría incrementar la eficiencia productiva en camélidos.

Tanto el presente estudio como el de Obregón (2022) destacan la importancia de la calidad del forraje en la dieta de las alpacas y el impacto positivo que tiene sobre el consumo y la digestión. Sin embargo, mientras Obregón se enfocó en raciones controladas y suplementación para manipular los niveles de fibra, este estudio aporta una visión desde la selectividad natural de las alpacas en un contexto de pastoreo libre. La combinación de ambas perspectivas sugiere que, aunque las alpacas muestran una adaptabilidad a condiciones variables, la suplementación estratégica durante temporadas de escasez forrajera y el monitoreo continuo de las especies preferidas en su dieta pueden mejorar significativamente su rendimiento.

Las alpacas Huacaya presentan un comportamiento alimenticio selectivo que favorece especies de alto valor nutricional, lo cual maximiza el aprovechamiento de los nutrientes y optimiza su rendimiento fisiológico en condiciones de pastoreo. Estos hallazgos sugieren que, para mantener la salud y productividad de las alpacas en sistemas de producción extensiva, es fundamental diseñar estrategias de manejo basadas en la regeneración de especies forrajeras preferidas y en el monitoreo de los patrones de pastoreo. Asimismo, el uso de herramientas tecnológicas como el GPS en la gestión de pastizales representa una innovación práctica para el desarrollo de prácticas de manejo sostenibles y adaptativas en ecosistemas altoandinos.

Los resultados del presente estudio revelaron que las alpacas Huacaya presentan una marcada selectividad por ciertas especies vegetales, como *Carex sp.* (22.75%) y *Calamagrostis vicunarum* (20.98%), que destacan por su valor nutricional y alta palatabilidad. Este comportamiento selectivo coincide con los hallazgos de Mendoza (2022), quien también reportó una tendencia de las alpacas a preferir especies que optimicen la digestibilidad, especialmente en períodos críticos como la temporada de sequía, cuando los recursos

forrajeros son limitados. Esta preferencia podría estar relacionada con la capacidad de las alpacas para seleccionar forrajes que maximicen su rendimiento nutricional, adaptándose a las variaciones estacionales en la disponibilidad de nutrientes.

Además, el presente estudio mostró que algunas especies menos palatables, como *Hypochoeris taraxacoides* y *Juncus sp.*, presentaron una baja preferencia de consumo, lo cual puede estar influido por su menor contenido en nutrientes digestibles y sus características físicas. Estos hallazgos son consistentes con los resultados de Mendoza (2022), quien también encontró que la calidad media de los recursos forrajeros en épocas de escasez se reflejaba en una mayor producción de compuestos de fermentación menos deseables, como el amoníaco y el metano. En conjunto, ambos estudios sugieren que las alpacas ajustan su comportamiento alimenticio de manera flexible, optando por forrajes de mayor calidad cuando están disponibles, lo cual es crucial para mantener la eficiencia metabólica en sistemas extensivos de pastoreo.

La elevada proporción de materia seca (95.78%) y materia orgánica (93.02%) observada en las especies preferidas en este estudio indica una dieta rica en nutrientes digeribles. Esto subraya la importancia de la fibra y la calidad de los nutrientes en la selección de la dieta, similar a lo reportado por Mendoza (2022), quien observó que la digestibilidad in vitro (58.13%) y la producción de gases (93.87 ml/g MS) fueron parámetros clave en la evaluación de la calidad del forraje consumido durante la época seca. Sin embargo, los valores de digestibilidad y producción de gases registrados por Mendoza fueron ligeramente inferiores a los observados en el presente estudio, lo cual podría explicarse por la variabilidad estacional y la diferencia en la composición de especies entre ambas épocas.

Este contraste sugiere que la calidad de los pastizales es un factor determinante en la eficiencia digestiva de las alpacas, y que una selección adecuada de especies durante el pastoreo contribuye a mejorar la absorción de nutrientes. Ambos estudios coinciden en que la calidad nutricional del forraje tiene un impacto directo en los parámetros de fermentación,

como la producción de ácido acético y propiónico, componentes esenciales para el metabolismo energético de los rumiantes.

Ambos estudios sugieren que una gestión del pastizal que promueva el crecimiento de especies preferidas, ricas en fibra y nutrientes digeribles, puede mejorar la productividad de los sistemas de producción de alpacas. Además, el monitoreo automatizado del comportamiento alimenticio, propuesto en el presente estudio, podría permitir ajustes oportunos en la rotación de pastizales, evitando la sobreexplotación y promoviendo la sostenibilidad de los ecosistemas altoandinos.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. El pastizal evaluado presenta una capacidad moderada para sustentar el pastoreo de alpacas Huacaya. Sin embargo, requiere prácticas sostenibles, como la rotación de uso, para preservar las especies clave y garantizar la regeneración a largo plazo.
2. Las alpacas mostraron un comportamiento alimentario altamente selectivo, orientado a consumir especies vegetales con mayor valor nutricional. Las especies preferidas incluyeron *Carex sp.* (22.75%), *Calamagrostis vicunarum* (20.98%), y *Alchemilla pinnata* (18.92%). En menor grado, también fueron seleccionadas *Muhlenbergia fastigiata* (16.32%) y *Festuca dolichophylla* (13.64%). Especies con Baja Preferencia: Algunas especies, como *Hypochoeris taraxacoides* (0.25%), *Castilleja pumilla* (0.40%) y *Juncus sp.* (0.33%).
3. Composición Nutricional del Forraje: La Materia Seca (MS) alcanzó un promedio de 95.78%, lo que facilitó el aprovechamiento de los nutrientes por las alpacas. La Materia Orgánica (MO) fue de 93.02%, evidenciando una dieta rica en nutrientes digeribles. La Fibra Detergente Neutra (FDN) promedió 48.96%, mientras que la Fibra Cruda alcanzó 30.05%. Los niveles de Fósforo (0.16%) y Calcio (0.27%) fueron bajos y podrían requerir suplementación. La Materia Grasa promedio fue de 2.03%, indicando que los carbohidratos y fibras representaron las principales fuentes de energía. La Proteína (5.11%) fue suficiente para los requisitos mínimos en pastoreo extensivo.

RECOMENDACIONES

Basándome en los hallazgos y conclusiones del estudio, aquí algunas recomendaciones que podrían considerarse:

1. Se recomienda a los futuros trabajos de investigación realizar estudios en diferentes estados fisiológicos, sexo y edad de las alpacas.
2. Se recomienda a los futuros trabajos expandir la investigación a diferentes altitudes y tipos de ecosistemas, lo que permitirá entender mejor cómo las variaciones en el clima y la topografía afectan la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas.
3. Se recomienda realizar investigaciones evaluando la variación de la selectividad y el valor nutricional de la dieta de especies consumidas a lo largo de las diferentes estaciones del año. Esto permitirá ajustar las estrategias de manejo en función de las variaciones estacionales en la disponibilidad y calidad del forraje.
4. Se recomienda desarrollar e implementar sistemas de monitoreo automatizado que permitan un seguimiento continuo y preciso de la dieta de las alpacas en tiempo real. Estos sistemas podrían incluir el uso de sensores y tecnologías de GPS para identificar patrones de selectividad y optimizar la gestión del pastoreo.
5. Se recomienda utilizar esta información para planificar la rotación de pastizales y asegurar la sostenibilidad de las especies preferidas. Esta estrategia ayudará a mantener la calidad del forraje disponible y evitará la sobreexplotación de recursos clave.
6. Se recomienda investigar el impacto ambiental de los patrones de pastoreo identificados, considerando cómo la preferencia por ciertas especies vegetales podría influir en la biodiversidad y la sostenibilidad a largo plazo de los pastizales.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. B. (2018). *Musgo en un entorno natural* [Fotografía]. En Musgo: características, tipos, hábitat, reproducción. Valencia, España: Lifeder.
<https://www.lifeder.com/musgo/>
- Alvarez, J., Quiroz, R., y Gomez, I. (1996). *Composición botánica y valor nutricional de la dieta de alpacas, llamas y ovinos al pastoreo libre, durante el periodo de secano en puna seca*. Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- AOAC. (2019). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International. 21st Edition.
- Astete, D. (2012). *Manejo de praderas nativas y pasturas*. Cusco - Perú: Centro De Investigación y Promoción del Campesino.
- Austin, D., Urness, P., y Fierro, L. (1983). Spring Livestock grazing affect crested wheatgrass Regrowth and winter use by Mule deer. *Journal of range management*, 36, 589-593. doi: <http://dx.doi.org/10.2307/3898347>
- Baldelomar, Z., Rojas, E., y Cortéz, M. (2008). *Producción y análisis bromatológico de tres gramíneas tropicales (B. decumbens, panicum maximum, cv tanzania y cv Gratton)*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U. A. G. R. M Bolivia, Santa Cruz, Bolivia. Obtenido de <https://studylib.es/doc/3270716/produccion-y-analisis-bromatologico-de-tres-gramineas-tro>
- Bedford, B., y Clarke, M. (1972). Experimental benzoic acid poisoning in the cat. *The Veterinary Record*, 53-58. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/4672555/>
- Bustinza, C. (1986). Los camélidos sudamericanos domésticos y el desarrollo andino. *Rev. Camélidos Sudamericanos CICCIS-IVITA*.
- Bustinza, V. (1986). *Razas de alpacas del altiplano: suri y wacaya*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú: IIDSA.
- Calsamiglia, S. (1997). *Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas para rumiantes*. Madrid, España: Universidad Autónoma de Barcelona.

- Canchila, E., Soca, M., Ojeda, F., y Machado, R. (2009). Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Pastos y forrajes redalyc.org*, 1-9.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942009000400002
- Carreón, P. (1993). *Estudio de los suelos Pastizales Alto Andinos del Centro Experimental La Raya*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Carvajal, C. (2002). *Metodología de la Investigación*. Colombia: Faid Editores.
- Corbett, R. W. (2011). *Carex* sp. [Fotografía]. Vascular Plant Image Gallery, Texas, Estados Unidos: Texas A&M University. <https://oaktrust.library.tamu.edu/items/1ec62ee4-e653-4be5-81f2-529dd4362a74>
- Cruz, L. (2018). *Parámetros genéticos de caracteres funcionales y secundarios en alpacas*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/id/eprint/46351/1/T39566.pdf>
- De León, M. (2003). *El manejo de los pastizales Naturales (Primera parte). Proyecto Regional de Ganadería. Producción de Carne Bovina*. Obtenido de <http://www.inta.gov.ar/manfredi/info/boletines/proanima/pasanimal.htm>.
- Instituto Nacional de Estadística e informática. (2012). *Resultados Definitivos IV Censo Nacional Agropecuario*. Lima, Perú: INEI. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/documentospublicos/resultadosfinalesivcenagro.pdf>
- Farfán, R., y Farfán, E. (2012). *Producción de Pasturas Cultivadas y Manejo de Pastos Naturales Altoandinos*. Moquegua, Perú: I. N. INIA, Ed.
- Field Museum of Natural History. (1982). *Geranium weddellii* [Fotografía]. Chicago, Illinois, Estados Unidos: Rapid Reference Collection.
<https://plantidtools.fieldmuseum.org/es/rrc/catalogue/291854>
- Flores, E. (1992). *Manejo y Evaluación de Pastizales*. Folleto de divulgación. Lima, Perú: Publifor.
- Flores, E. (1993). Applying the concept of feeding stations to the behavior of cattle grazing variable amount of available e forage. *Utah State University*.

- Flores, E. (1996). *Asignatura del Curso de Utilización de Pastizales en la Producción Animal*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Flórez, A., y Malpartida, E. (1987). *Manejo de Praderas Nativas y Pasturas en la Región Altoandina del Perú*. Perú: B. Agrario, Ed.
- Flórez, A. (2005). *Manual de pastos y forrajes altoandinos*. Lima, Perú: ITDGAL.
- Flórez, S. (2008). *Evaluación del Estado Nutricional de Llamas Q'ara y Ch'aku (Madres y Crías) y calidad nutricional de Patizales en el CICAS La Raya*. Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Foppe, T. (1972). Determining animal diets in rangeland. *Colorado State University*.
- Gómez, G. (2012). *Determinacion de selectividad de los pastos naturales por alpacas en la localidad de Ccarhuaccpampa*. Perú: Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga.
- Hodgson, J. (1982). *Ingestive behavior*. En: J.D. Leaver ed. *Herbage intake handbook*. Scielo, 113-138.
- Hodgson, J. (1990). *Grazing management: Science into practice*. Reino unido: Longman Group Limited.
- Holdridge, L. (1987). *Ecología basada en zonas de vida* (No. 83). IICA Biblioteca Venezuela.
- Holgado, D. (1985). *Lluvias y temperatura en los andes del sur del Perú*. IVITA La Raya. Cusco, Perú: Boletín extraordinario.
- Huisa, T. (1990). *Avances en la evaluación de pastizales altoandinos. In tecnología y cultura en la producción alpaquera*. Cusco, Perú: CISA PAL. (CISAPAL, Ed.).
- Launchbaugh, K. L., & Provenza, F. D. (1994). The role of experience in diet selection by domestic herbivores. *Journal of Animal Science*, 72(9), 2335-2345.
- Maldonado, M. S., Alegría, J. J., y Peña, N. (2019). *Plantas comunes de los bofedales de Tanta, Huachipampa y Tomas*. Lima, Perú: CORBIDI.
- Mamani, G., García, A., y Durand, F. (2013). *Manejo y utilización de praderas naturales en la zona altoandina*. Ayacucho, Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

- Mamani, L., y Cayo, F. (2023). *Efecto de suplementación con concentrado sobre el comportamiento de pastoreo y social de llamas (Lama glama) jóvenes en Altiplano boliviano*. Bolivia: Journal of the Selva Andina Animal Science. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2311-25812023000100030&script=sci_arttext
- Mamani, S. (2020). *Comparativo de dos métodos de determinación de la condición de un pastizal tipo bofedal en el Centro Experimental La Raya - UNSAAC*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Zootecnia.
- Mendoza, E. (2022). *Calidad nutricional y parámetros fermentativos in vitro de la dieta de alpacas en pastoreo durante la época de seca*. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mostacero, J., Mejía, F., y Gamarra, O. (2002). *Taxonomía de los Fanerógamas Útiles del Perú*. Trujillo, Perú: Concytec.
- Obregón, A. (2022). *Consumo y digestibilidad de cuatro raciones con diferente contenido de fibra en alpacas (vicugna pacos)*. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Provenza, F. D. (1995). Foraging behavior as a self-organizational process: Expanding the conceptual framework of foraging theory and applications. *Grazing behavior of livestock and wildlife*, 97-112.
- Quispe, R., Chirinos, D., y Contreras, J. (2021). *Evaluación de especies de pastizales consumidos por alpacas madres y tuis (Vicugna pacos) en época seca en bofedales de Yauyos*. Perú: Revista de Investigaciones Altoandinas, 103-110. doi: <https://doi.org/10.18271/ria.2021.219>
- Raggi, L. (1989). *Fisiología digestiva y aspectos nutricionales en camélidos*. Chile: Universidad de Chile.
- Ramírez, G. (2004). *Nutrición en rumiantes: sistema extensivo*. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado el 07 de Marzo de 2023, de <https://www.redalyc.org/pdf/402/40270219.pdf>

- Robles, D. (2022). *Parámetros fermentativos in vitro y calidad de la dieta de alpacas en pastoreo durante la época de lluvia*. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Roca, A., Ferris, C., Vance, E., y Ginzález, A. (2009). Comportamiento animal de vacas Holstein-Friesian en dos sistemas: pastero y estabulacion. *Reunión Ibérica de Pastos y Forraje*.
- San Martín, F. (1987). *Comparative forage selectivity and nutrition of South American camelids and sheep*. Texas, USA. <https://ttdl.org/server/api/core/bitstreams/394be805-e8b2-4a49-9d3c-24b9f574a714/content>
- San Martín, F., y Bryant, F. (1987). *Nutrición de los CSA, estado actual de nuestro conocimiento*. College of Agricultura Sciencie, 67.
- Segura, M. (1997). *Informe final sobre forrajes*. La Paz, Bolivia: Informe Final.
- SERFOR. (2022). *Guía para la identificación de especies de pastos con palatabilidad para vicuñas*. Lima, Perú: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Sotomayor, M. (2015). *Principales pastos alpaqueros del sur*. Puno, Perú: INIA
- SRM. (1991). *Glosario estructurado de terminos sobre pasturas y producción animal*. Montevideo, Uruguay: SRM.
- Tarazona, A., Ceballos, M., Naranjo, J., y Cuartas, C. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25, 473-474.
- Theander, O., y Westeylund, E. (1896). *The Uppsala method for rapid analysis of total dietary fiber*. In: *New Developments in Dietary Fiber*. Furda I, Brine CJ, eds. New York, Plenum Press, 1990: 273-281.
- Tovar, O., y Oscanoa, L. (2002). *Guía para la identificación de pastos naturales alto andinos de mayor importancia ganadera*. Huaraz, Perú: The Mountain Institute.
- Van, P. (1982). *Ecología nutricional de los rumiantes*. New York, Estados Unidos: C.U.P.
- Vega, E., y Torres, D. (2013). *Manejo y conservación de pasturas naturales y cultivo temporales*. Lima- Perú: DESCO - MINSUR.

- Ventura, O. (2003). *Ponencia: Valoración económica de los bienes y servicios ambientales de las praderas altoandinas en el Perú – políticas para el manejo sostenible*. Arequipa, Perú: III Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas.
- Vivanco, H. (2007). *Situación y proyección de la Ganadería Peruana*. Perú: [http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos\(se59\).pdf](http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos(se59).pdf)
- Yaranga, R. (2009). *Alimentación de Camélidos Sudamericanos y Manejo de Patizales*. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla del diseño de la etapa de adaptación (total de animales en estudio)

Detalle	Arete	Edad	Peso (Kg)	Promedio
Animal 1	H11237	2 años	43.6	
Animal 2	H10815	2 años	43.3	
Animal 3	H10685	2 años	38.7	
Animal 4	H11113	2 años	38.2	
Animal 5	H10699	2 años	40.6	
Animal 6	H10888	2 años	33.9	
Animal 7	H10998	2 años	50.4	
Animal 8	H10848	2 años	43.3	
Animal 9	H10837	2 años	41.2	
Animal 10	H10677	2 años	48.5	
Animal 11	H10655	2 años	43.0	
Animal 12	H10922	2 años	47.5	
Animal 13	H10687	2 años	54.6	
Animal 14	H11178	2 años	37.7	
Animal 15	H10727	2 años	49.0	43.6

Anexo 2: Tablas de datos de la condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo por transecto

Resultados porcentuales de la recopilación de datos de la condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo del transecto I

Especie	Cantidad	Porcentaje	Deseabilidad	Deseabilidad Final	% Deseabilidad
<i>Alchemilla pinnata</i>	26	26%	D	D	36
<i>Juncus sp</i>	3	3%	D	PD	58
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	4	4%	D	IF	94
<i>Carex sp</i>	1	1%	D	COB	100
<i>Geranium weddellii</i>	1	1%	D	ISRP	0
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	1	1%	D		
<i>Festuca orthophylla</i>	1	1%	I		
<i>Festuca dolichophylla</i>	27	27%	PD		
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	31	31%	PD		
Agua	5	5%			
Suma	100				

Condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo del transecto I

Condición del Pastizal	
% D	18
% IF	18.8
% COB	20
% V	3.95
Condición	60.75

Donde:

D=Deseabilidad

IF= Índice Forrajero

COB= Cobertura

V= Vigor

*Resultados porcentuales de la recopilación de datos de la condición del pastizal para
alpacas-Tambo bajo del transecto II*

Especie	Cantidad	Porcentaje	Deseabilidad	Deseabilidad Final	% Deseabilidad
<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	23	23%	D	D	57
<i>Juncus sp</i>	7	7%	D	PD	34
<i>Scirpus rigidus</i>	2	2%	D	IF	91
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	1	1%	D	COB	100
<i>Alchemilla pinnata</i>	20	20%	D	ISRP	0
<i>Alchemilla diplophylla</i>	1	1%	D		
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	3	3%	D		
<i>Lepechinia meyeri</i>	4	4%	I		
<i>Stipa ichu</i>	2	2%	I		
<i>Festuca dolichophylla</i>	11	11%	PD		
<i>Oxalis sp</i>	3	3%	PD		
<i>Gnaphalium capitatum</i>	2	2%	PD		
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	18	18%	PD		
Agua	2	2%			
Mantillo	1	1%			
Suma	100				

Condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo del transecto II

Condición del Pastizal	
% D	28.5
% IF	18.2
% COB	20
% V	3.95
Condición	71.11

Donde:

D=Deseabilidad

IF= Índice Forrajero

COB= Cobertura

V= Vigor

*Resultados porcentuales de la recopilación de datos de la condición del pastizal para
alpacas-Tambo bajo del transecto III*

Especie	Cantidad	Porcentaje	Deseabilidad	Deseabilidad Final	% Deseabilidad
<i>Alchemilla pinnata</i>	21	21%	D	D	44
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	2	2%	D	PD	25
<i>Muhlenbergia Fastigiata</i>	5	5%	D	IF	69
<i>Eleocharis albibracteata</i>	3	3%	D	COB	89
<i>Juncus sp</i>	12	12%	D	ISRP	11
<i>Muhlenbergia ligularis</i>	1	1%	D		
<i>Stipa ichu</i>	11	11%	I		
<i>Festuca dolichophylla</i>	12	12%	PD		
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	8	8%	PD		
<i>Gnaphalium capitatum</i>	1	1%	PD		
<i>Lepechinia meyeri</i>	4	4%	PD		
Musgo	1	1%			
Mantillo	8	8%			
Suelo desnudo	11	11%			
Suma	100				

Condición del pastizal para alpacas-Tambo bajo del transecto III

Condición del Pastizal	
% D	22
% IF	13.8
% COB	1.1
% V	3.74
Condición	40.64

Donde:

D=Deseabilidad

IF= Índice Forrajero

COB= Cobertura

V= Vigor

Anexo 3: Resumen de selectividad por especie vegetal, por día y por animal

CODIGO	DIA	<i>Festuca Dolichophylla</i>	<i>Alchemilla pinnata</i>	<i>Muhlenbergia Fastigiata</i>	<i>Carex sp</i>	<i>Scirpus Rigidus</i>	<i>Calamagrostis vicunarium</i>	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	<i>Castilleja pumilla</i>	<i>Calamagrostis Rigescens</i>	Musgo	<i>Juncus sp.</i>	<i>Geranium weddellii</i>
ANIMAL 2	1	2.61	15.03	19.61	29.74	6.86	21.24	0.00	0.33	0.00	0.00	2.61	1.96
	2	6.62	23.66	19.56	11.04	2.52	19.56	1.58	0.00	7.89	2.21	0.63	4.73
	3	0.00	30.80	9.69	33.91	0.00	15.22	0.35	0.00	0.00	0.35	0.00	9.69
	4	8.03	20.74	20.07	18.39	0.00	30.77	0.00	0.00	0.67	0.00	0.00	1.34
	5	13.40	20.92	18.95	16.99	0.00	29.08	0.00	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00
ANIMAL 3	1	6.13	22.23	17.58	22.02	1.88	23.18	0.38	0.07	1.84	0.51	0.65	3.54
	2	23.48	17.23	14.38	20.31	0.06	20.78	0.37	0.00	0.92	0.17	0.08	2.21
	3	9.06	18.27	16.50	24.63	3.54	22.07	0.26	1.02	1.85	0.00	0.06	2.74
	4	13.64	17.27	19.21	23.55	0.55	20.68	0.06	0.00	1.98	0.07	0.87	2.12
	5	15.86	19.59	13.92	23.25	0.16	18.20	0.19	0.90	1.61	2.30	0.00	4.01
ANIMAL 4	1	0.00	12.41	19.66	31.03	15.86	16.90	0.69	0.34	0.34	0.00	0.00	2.76
	2	6.81	20.12	18.89	17.65	1.86	23.22	0.62	0.93	4.95	0.00	0.31	4.64
	3	8.36	32.40	14.29	19.51	0.00	19.51	0.00	0.00	0.35	0.00	0.00	5.57
	4	10.95	16.96	15.19	27.92	0.00	23.67	0.00	3.18	1.41	0.00	0.00	0.71
	5	19.18	9.43	14.47	27.04	0.00	27.04	0.00	0.63	2.20	0.00	0.00	0.00
ANIMAL 6	1	27.08	10.42	20.14	24.31	1.74	13.19	0.00	0.00	2.78	0.00	0.00	0.35
	2	3.69	10.77	24.00	25.23	0.31	29.23	0.00	0.00	4.00	0.00	0.00	2.77
	3	0.00	26.01	21.98	18.58	0.00	30.03	0.31	0.00	0.31	0.00	0.00	2.79
	4	14.38	20.74	15.38	23.75	0.33	15.72	0.00	0.00	0.67	0.33	4.35	4.35
	5	23.05	18.44	14.54	25.89	0.35	15.25	0.00	0.00	2.13	0.00	0.00	0.35
ANIMAL 12	1	7.82	36.21	2.47	20.58	0.82	14.40	0.00	0.82	0.00	11.52	0.00	5.35
	2	23.00	4.18	26.13	28.92	0.00	12.20	0.00	0.00	3.83	0.00	0.00	1.74
	3	22.38	27.44	10.11	15.52	0.00	12.27	0.00	1.81	0.36	0.00	0.00	10.11
	4	5.16	14.19	18.71	30.00	0.00	27.74	0.00	0.32	3.23	0.00	0.00	0.65
	5	20.94	15.94	12.19	21.25	0.00	24.38	0.94	1.56	0.63	0.00	0.00	2.19

Anexo 4: Resumen del valor *nutricional*, por día y por animal

CODIGO	DIA	HUMEDAD (%)	MS (%)	PROTEINA (%)	MAT.GRASA (%)	FIBRA CRUDA (%)	FDN (%)	FDA (%)	CENIZAS (%)	CALCIO (%)	FOSFORO (%)	HUMEDAD (%)
Animal 2	1	61.7964	95.0597	6.43	1.90	23.97	46.55	28.27	5.01	0.28	0.16	4.88
	2	64.6364	96.8872	4.82	2.08	25.75	46.60	27.70	4.26	0.28	0.17	5.23
	3	57.0567	96.3160	5.20	2.13	23.72	43.85	25.36	4.82	0.26	0.19	5.27
	4	53.3813	97.3936	3.89	1.81	33.15	49.60	30.20	4.46	0.27	0.15	3.97
	5	52.7463	97.3206	3.76	1.89	32.90	47.93	28.58	4.11	0.27	0.14	5.18
Animal 3	1	37.3403	97.4624	4.10	1.78	33.02	49.36	30.20	4.62	0.26	0.14	3.79
	2	50.7840	97.7915	3.85	2.01	27.81	45.61	27.42	3.51	0.25	0.14	3.89
	3	60.3610	97.1958	5.54	1.89	25.26	46.02	27.87	5.11	0.26	0.16	3.91
	4	64.0500	97.3266	4.58	2.00	27.33	46.68	27.93	4.75	0.26	0.17	5.03
	5	52.7073	94.6442	3.98	1.84	32.55	47.77	28.94	4.31	0.24	0.14	4.04
Animal 4	1	61.3191	73.1816	6.52	2.05	26.33	45.48	27.00	5.16	0.27	0.17	4.70
	2	55.5428	97.5383	4.23	1.91	33.19	47.26	28.30	4.14	0.25	0.12	4.62
	3	55.2949	97.6477	5.96	1.82	20.96	45.92	28.04	4.89	0.27	0.16	5.61
	4	57.7398	96.2424	4.41	1.92	29.32	47.03	27.94	4.62	0.27	0.16	5.90
	5	52.5658	97.7386	5.48	1.82	29.19	47.60	29.34	4.45	0.25	0.13	3.14
Animal 6	1	16.3586	94.8268	1.70	1.67	43.20	51.10	31.49	3.27	0.21	0.08	2.77
	2	43.9522	97.4417	3.96	1.82	33.51	48.30	29.38	4.34	0.24	0.13	3.77
	3	61.9443	97.5525	6.61	2.01	22.66	44.89	26.97	4.97	0.27	0.17	4.39
	4	64.0850	97.0499	4.54	2.03	28.75	45.13	26.15	4.36	0.27	0.16	5.87
	5	46.4189	97.7445	4.87	1.92	28.42	46.69	28.22	4.56	0.25	0.15	4.26
Animal 12	1	70.6280	96.7906	10.21	2.46	17.81	39.95	22.58	4.65	0.30	0.20	5.63
	2	42.7209	94.6263	4.57	1.81	31.06	48.49	29.68	4.53	0.25	0.14	4.22
	3	68.6919	97.1718	5.05	2.01	26.49	45.97	27.00	4.94	0.27	0.18	5.90
	4	33.8585	94.4944	4.14	1.97	29.26	46.74	27.78	4.37	0.26	0.16	5.27
	5	52.6638	97.1568	3.15	1.82	32.13	48.51	29.16	4.23	0.25	0.14	5.54

Anexo 5: Resultados descriptivos de selectividad de especies en la dieta de las alpacas Huacaya.

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
<i>Festuca Dolichophylla</i>	25	0	27.08	116,652	828,279
<i>Alchemilla pinnata</i>	25	4.18	36.21	192,560	745,151
<i>Muhlenbergia Fastigiata</i>	25	2.47	26.13	167,048	494,843
<i>Carex sp</i>	25	11.04	33.91	232,404	541,799
<i>Scirpus Rigidus</i>	25	0	15.86	14,736	338,223
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	25	12.2	30.77	210,212	578,432
<i>Hypochoeris taraxacoides</i>	25	0	1.58	0.23	0.38325
<i>Castilleja pumilla</i>	25	0	3.18	0.4764	0.77095
<i>Calamagrostis Rigescens</i>	25	0	7.89	17,840	186,784
Musgo	25	0	11.52	0.6984	233,823
<i>Juncus sp.</i>	25	0	4.35	0.3824	0.99501
<i>Geranium weddellii</i>	25	0	10.11	30,668	263,513
N válido (por lista)	25				

Anexo 6: Resultados descriptivos del valor nutricional de la dieta consumida por las alpacas bajo condiciones de pastoreo

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
ANIMAL	25	2,00	12,00	54,000	362,859
MAT.GRASA (%)	25	1.67	2.46	19,350	0.15395
FIBRA CRUDA (%)	25	17.81	43.2	287,080	515,926
FDN (%)	25	39.95	51.1	467,616	215,514
FDA (%)	25	22.58	31.49	280,595	175,987
CENIZAS (%)	25	3.27	5.16	44,982	0.45053
CALCIO (%)	25	0.21	0.3	0.2601	0.01681
FOSFORO (%)	25	0.08	0.2	0.1513	0.02374
MO (%)	25	90.34	96.19	930,242	130,229
HUMEDAD (%)	25	16.36	70.63	535,458	1,199,287
PROTEINA (%)	25	1.7	10.21	48,583	156,158
MS (%)	25	73.18	97.79	957,841	483,481

Anexo 7: Selección de animales



Anexo 8: Capacitación en el reconocimiento de pastizales altoandinos



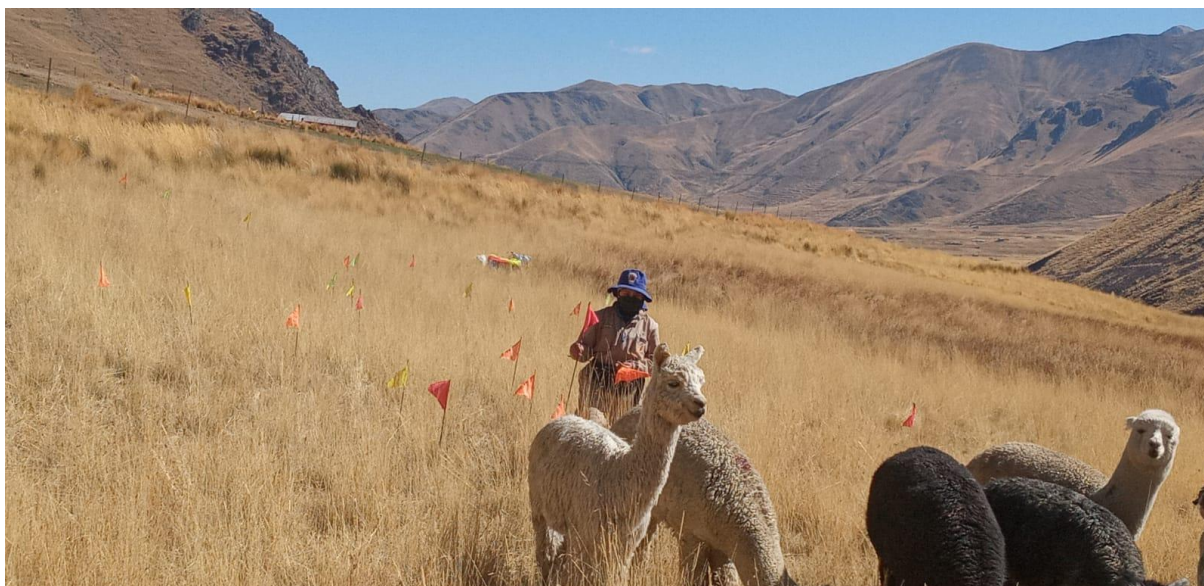
Anexo 9: Corte y trabajo con los animales



Anexo 10: Censado y toma de registros



Anexo 11: Seguimiento de aminaes



Anexo 12: Equipo NIRS (Espectrómetro de infrarrojo cercano)

