

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**



**“COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LAS VICUÑAS (*Vicugna vicugna*)  
USANDO TÉCNICAS DE MICROHISTOLOGÍA DE HECESES”**

Presentada por:

**KATHERINE SUSANA CAPUÑAY SANCHEZ**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**LIMA - PERÚ**

**2022**

---

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación  
(Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)**

## Document Information

<b>Analyzed document</b>	CAPUÑAY_TESIS_ACTUALIZADA.pdf (D150832359)
<b>Submitted</b>	11/24/2022 4:19:00 PM
<b>Submitted by</b>	Javier Ñaupari
<b>Submitter email</b>	jnaupariv@lamolina.edu.pe
<b>Similarity</b>	1%
<b>Analysis address</b>	jnaupariv.unalm@analysis.urkund.com

## Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>tesis 10-05-19 (1).docx</b> Document tesis 10-05-19 (1).docx (D52048927)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS CARLA JULIÁN IBARRA - 01.10.20.docx</b> Document TESIS CARLA JULIÁN IBARRA - 01.10.20.docx (D80441209)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>MALDONADO_FONKEN_MONICA_COMPORTEAMIENTO.pdf</b> Document MALDONADO_FONKEN_MONICA_COMPORTEAMIENTO.pdf (D26122520)		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>TESIS ANGELA BALDOCEDA (2).docx</b> Document TESIS ANGELA BALDOCEDA (2).docx (D80574249)		<b>4</b>
<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2940/L01-M33-T.pdf?sequence=...">https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2940/L01-M33-T.pdf?sequence=...</a> Fetched: 11/24/2022 4:22:00 PM		<b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Tesis Katherine Kelyn Lino Leyva.08.11.2020.docx</b> Document Tesis Katherine Kelyn Lino Leyva.08.11.2020.docx (D84340216)		<b>3</b>

## Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE ZOOTECNIA "COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LAS VICUÑAS (Vicugna vicugna) USANDO TÉCNICAS DE MICROHISTOLOGÍA EN HECES" Presentada por: KATHERINE SUSANA CAPUÑAY SANCHEZ Tesis para Optar el Título Profesional de: INGENIERO ZOOTECNISTA LIMA - PERÚ 2022

\_\_\_\_\_ La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación (Art. 24 – Reglamento de Propiedad Intelectual)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE ZOOTECNIA "COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LAS VICUÑAS (Vicugna vicugna) USANDO TÉCNICAS DE MICROHISTOLOGÍA EN HECES" Presentada por: KATHERINE SUSANA CAPUÑAY SANCHEZ Tesis para Optar el Título Profesional de: INGENIERO ZOOTECNISTA

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado: Ph.D. Carlos Gómez Bravo Presidente

\_\_\_\_\_ Mg.Sc. Pedro Vásquez Ruesta Ing.

Jorge Gamarra Bojórquez Miembro Miembro \_\_\_\_\_ Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**LA MOLINA**

**FACULTAD DE ZOOTECNIA**

**“COMPOSICIÓN DE LA DIETA DE LAS VICUÑAS (*Vicugna vicugna*)  
USANDO TÉCNICAS DE MICROHISTOLOGÍA DE HECESES”**

Presentada por:

**KATHERINE SUSANA CAPUÑAY SANCHEZ**

Tesis para Optar el Título Profesional de:

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

Sustentada y aprobada por el siguiente jurado:

---

Ph.D. Carlos Gómez Bravo  
Presidente

---

Mg.Sc. Pedro Vásquez Ruesta  
Miembro

---

Ing. Jorge Gamarra Bojórquez  
Miembro

---

Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez  
Asesor

## **DEDICATORIA**

*Gracias Dios por brindarme salud y sabiduría para poder terminar esta investigación.*

*Con todo mi corazón para mi madre Tania Sanchez, mi padre Jose Luis Capuñay y mi hermanito Kevin Capuñay por apoyarme en cada decisión que tomo. Ustedes son mi principal motivación para cada día esforzarme.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al PhD Javier Arturo Ñaupari Vasquez, por brindarme la oportunidad de realizar esta investigación, por sus valiosas sugerencias; así como también por haberme tenido muchísima paciencia durante todo este proceso.

Al Mg. Sc Samuel Edwin Pizarro Carcausto por su ayuda incondicional durante cada etapa del desarrollo de la tesis, mucha paciencia, motivación constante y sobre todo por brindarme su amistad.

Al PhD Enrique Flores Mariazza y PhD Lucrecia Aguirre Terrazas por brindarme sus sabios consejos para estructurar mejor la investigación y facilitarme material bibliográfico.

Al Doctor John Malecheck, a quién tuve el honor de conocer, agradezco sus apreciaciones y su apoyo mediante el Fondo JKM.

Al Botánico Juan José Alegría Olivera por su ayuda en la identificación de las plantas altoandinas.

Al Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales (LEUP) por prestarme las instalaciones y equipos de laboratorio para poder llevar a cabo mi tesis.

A la Ing. Laura Borrelli y Mario Pastorino por su hospitalidad durante mi estadía en Argentina y su apoyo en el entrenamiento de la técnica de microhistología fecal en INTA-BARILOCHE.

A la Comunidad San Cristóbal de Lucanas - Ayacucho por brindarme las facilidades para realizar el presente estudio.

A mi Alma Mater, Universidad Nacional Agraria La Molina, por haberme permitido formarme en sus salones de clases compartiendo ilusiones y anhelos.

A todos los que conforman el Círculo de Investigación de Ovinos y Camélidos Americanos (CIOCA) por brindarme muchas experiencias académicas y amicales.

A mis mejores amigas Liz Marroquin, Molly Salazar y Liliana Blas por estar siempre ahí, dándome ánimos sobre todo en mis crisis microhistológicas. También, a mis compañeras de laboratorio Karen Z. y Marjorie L.; y de viaje Kerry M., Milagros L., Anthony H., Jorge S. y el Ing. Mg.Sc Bill Yalli por su apoyo en la recolección de muestras en campo, siempre con muchas ganas a trabajar

## ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA .....	13
2.1. Ecosistema de pastizal .....	13
2.2. Manejo y conservación de la vicuña .....	14
2.3. Grupos sociales .....	16
2.4. Composición botánica de la dieta .....	18
2.5. Diversidad de dieta .....	20
2.6. Selectividad de dieta .....	21
2.7. Técnicas para estudiar dieta .....	23
2.7.1. Microhistología de heces .....	23
2.7.2. Otros procedimientos.....	28
III. METODOLOGÍA .....	30
3.1. Área de estudio .....	30
3.2. Atlas de epidermis vegetales.....	31
3.2.1. Fase campo .....	31
3.2.2. Fase laboratorio .....	32
3.3. Composición botánica de la dieta .....	41
3.3.1. Fase campo .....	41
3.3.2. Fase laboratorio .....	41
3.4. Diversidad de pastizal y dieta .....	44
3.5. Selectividad de dieta .....	45
3.6. Análisis de datos .....	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47
4.1. Atlas de epidermis vegetales.....	47
4.2. Composición botánica de la dieta .....	52
4.2.1. Por tipo de vegetación .....	52
4.2.2. Por especies vegetales .....	55
4.3. Diversidad de pastizal y dieta .....	60
4.4. Selectividad de dieta .....	61

V. CONCLUSIONES .....	65
VI. RECOMENDACIONES.....	66
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	67
VIII. ANEXOS .....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de grupos sociales de la vicuña (Franklin, 1976).....	17
Tabla 2: Estudios de dieta de la vicuña en distintas áreas de su distribución (Adaptado de Torres, 2010) .....	19
Tabla 3: Comparación de las etapas de preparación del material vegetal y de heces .....	25
Tabla 4: Características de vegetación, topográfica y de suelo de los lugares de estudio...	31
Tabla 5: Características histológicas de la epidermis foliar de gramíneas y graminoides ..	35
Tabla 6:Características histológicas de epidermis foliares de herbáceas y arbustivas .....	39
Tabla 7: Especies de pastizales Altoandinas, de las cuales se reporta por primera vez su epidermis vegetal.....	51
Tabla 8: Composición botánica promedio (%) y desviación estándar (valores entre paréntesis) de la dieta de vicuñas en los tipos de vegetación de la Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho .....	52
Tabla 9:Porcentajes promedio (%) de las especies de plantas presentes en la dieta de vicuñas en los tipos de vegetación de la Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho.....	56
Tabla 10:Índices de diversidad (Shannon-Wiener) promedios obtenidos del análisis de la vegetación de la Comunidad San Cristóbal de Lucanas -Ayacucho y de la dieta de la vicuña. ....	61
Tabla 11: Índice de Selectividad de Ivlev de las principales plantas encontradas en la dieta de las vicuñas.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio .....	30
Figura 2: Plantilla metálica para montaje .....	34
Figura 3: a). Resultado de rellenar los orificios de la placa metálica con material vegetal., b). Placas listas para ser observadas al microscopio. ....	34
Figura 4: Demarcación del área de estudio. Se indican los sitios muestreados estercoleros y censo de vegetación en la reserva de San Cristóbal, Lucanas. ....	42
Figura 5: Diagrama de muestreo para obtención de submuestras. ....	42
Figura 6: Esquema de la ubicación de 20 campos microscópicos en un preparado. ....	44
Figura 7: Porcentaje de aparición de familias de plantas en la dieta de la vicuña.....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Composición florística de los pastizales de La Comunidad San Cristóbal de Lucanas - Ayacucho en el mes de noviembre del año 2019.....	83
Anexo 2: Especies vegetales colectadas en La Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho en el mes de noviembre del año 2019 .....	85
Anexo 3: Formato de plantillas de lecturas de placas microhistológicas del Laboratorio de Microhistología INTA-EAA Bariloche - Argentina.....	86
Anexo 4: Microfotografías de epidermis de plantas encontradas en La Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho en el mes de noviembre del año 2019.....	87
Anexo 5: Clave de reconocimiento de gramíneas encontradas en la comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho durante el mes de noviembre del 2019.....	125
Anexo 6: Clave de reconocimiento de graminoides encontradas en la comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho durante el mes de noviembre del 2019 .....	127
Anexo 7: Clave de reconocimiento de herbáceas y arbustivas encontradas en la comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho durante el mes de noviembre del 2019 .....	128
Anexo 8: Composición (%) de la dieta de la vicuña en los cuatro tipos de vegetación...	131
Anexo 9: Análisis estadístico de la composición botánica de la dieta de la vicuña .....	133
Anexo 10: Análisis estadístico de la diversidad dietaria de la vicuña.....	137
Anexo 11: Número de especies presentes en la composición de la dieta de la vicuña ....	138

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la composición de la dieta de la vicuña (*V. vicugna mensalis*) al final del período de sequía (noviembre 2019) en la Comunidad San Cristóbal de Lucanas, en el departamento de Ayacucho, Perú. Se eligieron 8 lugares donde se observaron vicuñas pastoreando en pajonal, césped, pajonal-césped y tolar-césped. Se realizó el inventario de la vegetación en transectos de 120 metros y se colectaron 38 especies de plantas, que fueron preparadas para la obtención de sus epidermis y posteriormente la elaboración de un atlas de epidermis vegetales. Para la composición botánica de la dieta, se colectaron muestras de heces en 80 estercoleros, las cuales fueron preparadas para análisis microhistológico y determinar las plantas utilizadas en la dieta de la vicuña. Se comparó la composición botánica de las dietas en los diferentes tipos de vegetación mediante la prueba Sumas de rangos de Wilcoxon. La diversidad de la dieta se determinó mediante el índice de Shannon - Wiener ( $H'$ ) mientras que la selectividad de la dieta se analizó por medio del índice de Ivlev (E). Los resultados mostraron que el principal componente de la dieta de la vicuña son las gramíneas (63%-77%), en tanto las herbáceas, graminoides y arbustivas presentaron participación variable en los tipos de vegetación. La diversidad dietaria de la vicuña fue moderada ( $H' = 2.30 - 2.44$ ) y la selectividad fue mayor para *Distichia muscoides* (E=1), *Eleocharis albibracteata* (E=1) y *Ephedra americana* (E=0.8); y menor para *Aciachne sp.* (E=-0.63), *Carex sp.* (E=-0.7) y *Pycnophyllum molle* (E=-0.37). Se concluye que la dieta de la vicuña está dominada por las gramíneas, mientras que los otros grupos funcionales resultaron un complemento importante.

**Palabras clave:** vicuña, análisis microhistológico, dieta, diversidad, selectividad.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to determine the diet composition of the vicuña (*V. vicugna mensalis*) at the end of the drought period (November 2019) in San Cristóbal de Lucanas Community, in the department of Ayacucho, Peru. Eight places were chosen where vicuñas were observed grazing in Pajonal, Césped, Pajonal-césped y Tolar-Césped. The inventory of the vegetation was carried out in transects of 120 meters and 38 species of plants were collected, which were prepared to obtain their epidermis and then the elaboration of an atlas of plant epidermis. For the diet's botanical composition, fecal samples were collected in 80 dung piles, which were prepared for microhistological analysis and to determine the plants used in the vicuña diet. The diets botanical composition in the different types of vegetation was compared using the Wilcoxon Rank Sums test. The diet diversity was determined using the Shannon-Wiener index ( $H'$ ) while the selectivity of the diet was analyzed using the Ivlev index ( $E$ ). The results showed that the main component of the vicuña's diet are grasses (63%-77%), while forbs, graminoids and shrubs presented variable participation in the types of vegetation. The diet diversity of the vicuña was moderate ( $H' = 2.30 - 2.44$ ) and the selectivity was higher for *Distichia muscoides* ( $E=1$ ), *Eleocharis albibracteata* ( $E=1$ ) and *Ephedra americana* ( $E=0.8$ ); and less for *Aciachne sp.* ( $E=-0.63$ ), *Carex sp.* ( $E=-0.7$ ) and *Pycnophyllum molle* ( $E=-0.37$ ). It is concluded that the diet of the vicuña is dominated by grasses, while the other functional groups were an important complement.

Key words: vicuña, microhistological analysis, diet, diversity, selectivity.

## I. INTRODUCCIÓN

La vicuña (*Vicugna vicugna*) es el camélido silvestre representativo de la puna peruana, cuyo hábitat se encuentra localizado entre los 3700 a 4800 m s.n.m. Esta región presenta un clima variable, siendo la gradiente de climas más secos cuando se aleja de la Línea Ecuatorial; presentando dos temporadas marcadas influenciada por la Cordillera de los Andes, lo cual sumado a factores locales define la distribución de los tipos de vegetación donde habita la vicuña. Este herbívoro puede adaptar su dieta en función a estas variaciones.

Las políticas de protección internacional de la vicuña y gobierno peruano permiten el aprovechamiento sustentable de la fibra de la vicuña por los usuarios autorizados; quienes tienen la responsabilidad de su manejo mas no del control de sus poblaciones (CONACS, 2006). La población de vicuñas ha incrementado en los últimos años (DGFFS, 2014) sin embargo, los métodos para estimar la condición de los pastizales basados en deseabilidad de plantas, cuentan con pocas referencias sobre relación de especies deseables (Mitma, 2008), en este aspecto se han realizado trabajos para estimar la capacidad de carga (Macurí, 2017) de pastizales dentro de áreas de protección vicuñas, por métodos indirectos, tomando como base la información de indicadores ecológicos y productivos del pastizal, siendo una de ellas las especies palatables para la vicuña, un indicador en particular poco estudiado.

Entonces, documentar la deseabilidad de especies por vicuñas a través de métodos indirectos se vuelve importante en el proceso de caracterización de la dieta de la vicuña, el contenido nutricional que sustenta su desarrollo, y contribuye en gran medida la optimización de los métodos de estimación de la condición, capacidad de carga de pastizales y el monitoreo de la calidad de poblaciones de vicuñas como parte de los planes de manejo y conservación de la especie.

La presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un atlas de epidermis vegetales de especies de pastizales Altoandinos y evaluar la composición botánica de la dieta de la vicuña a través de técnica de microhistología en heces colectadas en los sitios de pastoreo durante la época seca en la Comunidad Campesina San Cristóbal - Lucanas.

A partir de los datos obtenidos se analizó la diversidad y selectividad de las dietas de vicuñas para contribuir al conocimiento de los aspectos ecológicos nutricionales de la vicuña y generar un marco referencial para investigaciones en este campo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Ecosistema de pastizal

El ecosistema de pastizal de puna es el tipo de hábitat actual de la vicuña en el Perú (Macurí, 2017). Los camélidos habitan las formaciones ecológicas de Puna que van desde el Norte del Perú hasta el Norte de Argentina, incluyendo áreas Altoandinas de Bolivia y Chile (FAO, 1989).

La Puna es heterogénea ya que es más húmeda en el Norte y hacia el Este por las abundantes precipitaciones, y desde el centro del Perú hacia el Sur y en la porción Oeste es más seca; por ello se distinguen puna seca y puna húmeda (Brack & Mendiola, 2010). La puna seca forma el hábitat principal de la vicuña, ya que gran parte de la puna húmeda y las vertientes de los valles interandinos son utilizados para la agricultura y la ganadería (Hofmann *et al.*, 1983).

La vegetación que predomina en la puna son fenotipos adaptados a condiciones extremas de sequía, frío, alta diafanidad y viento (Hofmann *et al.*, 1983). Además, son duros y secos con alto contenido de sílice, permitiendo que las vicuñas contrarresten el desgaste de los incisivos (Brack & Mendiola, 2010).

Flores (2000) identificó cinco tipos de pastizales en función al color, altura y composición florística de la vegetación:

- a. Pajonales: Son densas agrupaciones de gramíneas de hojas duras, en algunos casos punzantes, conocidas vulgarmente como “ichu” o “paja” en el territorio Altoandino. Los géneros que destacan son los siguientes: *Festuca*, *Calamagrostis* y *Jarava* (antes *Stipa*).
- b. Césped de Puna: Predomina la presencia de plantas de porte de almohadillado y arrosetado. Los géneros que se encuentran son los siguientes: *Aciachne*, *Nototriche*, *Perezia*, *Azorella*, *Paranephelium*, *Opuntia*, *Pycnophyllum* y *Werneria*.

- c. Bofedales: Formado por plantas propias de ambientes húmedos. Son fuente de alimento durante la época de ausencia de lluvias. *Distichia muscoides*, *Plantago rigida* y *Oxychloe sp.* son parte de la composición florística.
- d. Tolares: Conformada por arbustos de baja palatabilidad, propios de ambientes secos como *Parastrephia quadrangularis* y *Diplostephium*.
- e. Canllares: Constituido por especies de bajo valor forrajero. Dominado casi enteramente por las rosáceas espinosas *Margyricarpus pinnatus* y *Tetraglochin cristata*.

Mitma (2008), indica que no sólo es importante conocer las características del hábitat de la vicuña, sino que también, es importante conocer los aspectos como su hábito alimenticio para mejorar el aporte en el manejo de esta especie.

## **2.2. Manejo y conservación de la vicuña**

A nivel nacional, según el último censo realizado por DGFFS y MINAGRI en el 2012, se tuvo 208,899 vicuñas. Alrededor del 70 por ciento de la población mundial se encuentra en Perú seguido de Argentina y Chile; el 30 por ciento de la población se ubica en la región Ayacucho.

En 1975, se incluyó a la vicuña en el Apéndice I de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre). Esto implicó la prohibición del comercio internacional de sus productos y subproductos, y promovió el desarrollo de políticas y normas de protección de la especie, así que luego de esta medida se recuperó sustancialmente en todos los países andinos (Quispe *et al.*, 2009).

En 1987, con la recuperación de las poblaciones de vicuña CITES reubicó a las vicuñas de Ayacucho, Junín y Puno en el Apéndice II, permitiendo así el comercio de su fibra. Años más tarde, en 1994, todas las vicuñas peruanas pasaron al Apéndice II de CITES (Liechtenstein *et al.*, 2002).

Los sistemas actuales de manejo de la Vicuña practicados en el Perú son:

- a. Silvestría:

Las vicuñas viven en condiciones naturales manteniendo sus patrones naturales de dispersión y movimiento siendo sólo capturadas para la esquila y liberadas posteriormente al medio natural (Liechtenstein *et al.*, 2002). Este sistema aparece como una alternativa con menos riesgos de perder a las vicuñas valiosas (Vilá, 2002). Es el más indicado desde el punto de

vista de la viabilidad biológica de la población y se lleva a cabo en Bolivia, Chile y en algunas comunidades de Perú; como: Comunidad de San Cristóbal y aledañas a Lucanas (Liechtenstein *et al.*, 2002). Según el Censo Poblacional de vicuñas del año 2012, se reportan 145.959 vicuñas en estado silvestre representando el 69.9 por ciento del total de la población. Genera un recurso potencial para el desarrollo sustentable de los campesinos locales sin los costos de infraestructura que son necesarios para los encierros (Vilá, 2002).

b. Semicautiverio

El manejo es en Módulos de Uso Sostenible que consiste en la instalación de cercos permanentes semicerrados de 1000 ha de superficie destinados a albergar un mínimo de 250 y un máximo de 1000 vicuñas ubicados en tierras de comunidades campesinas por encima de 3.800 m.s.n.m (Liechtenstein *et al.*, 2002). La semicautividad deja algunas entradas estratégicas para el flujo natural de los grupos de vicuñas desde fuera y dentro del cerco (Hoces citado por Mitma 2008). Dentro de los módulos hay un embudo, el cual termina en un pequeño corral donde se llevan las actividades de captura, clasificación, control sanitario y esquila de las vicuñas (Lichtenstein *et al.*, 2002).

La mayoría de los cercos están abandonados y sólo se acuerdan de ellos cuando se organiza la captura de vicuñas, sin embargo, el mantenimiento de estos debe realizarse diariamente asegurándose en que las mallas metálicas tengan buen temple y los postes deben estar fijos al ras del suelo (Zúñiga, 2007).

Este tipo de manejo representa una inversión para las comunidades con altas probabilidades de que no se vea justificada en su rentabilidad (Liechtenstein *et al.*, 2002). Si la comunidad tiene menos de 250 vicuñas, la venta de la fibra no podría cubrir la inversión de la instalación de un corral (Lichtenstein *et al.*, 2002).

c. Cautiverio

Este modelo es similar al semicautiverio, solo que el cercado aquí es totalmente cerrado, esto podría tener consecuencias importantes desde el punto de vista ecológico poblacional de la vicuña interfiriendo en sus movimientos en busca de recursos alimenticios, aislando genéticamente a sus poblaciones por limitar el flujo génico (Vilá, 1999).

Hay que diferenciar los dos tipos de cautividad en encierros grandes como los cercos peruanos de 1000 Ha o en pequeños corrales de aproximadamente 10 Ha como los de Argentina. Los zocriaderos son muy comunes en las provincias argentinas de Jujuy y Catamarca, comprenden la confinación de la especie en un área pequeña donde hay que

proveer alimento adicional (Liechtenstein *et al.*, 2002). Según varios dueños de criaderos en Argentina, afirman que es necesario contar con un mínimo de 120 animales para que el negocio sea rentable (Liechtenstein, 2004).

La condición del pastizal dentro del encierro de vicuñas es superior a aquella encontrada afuera de los cercos, sugiriendo que esta especie ejerce menor presión de pastoreo que las especies domésticas, pero se tiene que tener en cuenta la capacidad de carga, además las plantas dentro de los cercos son más vigorosas que fuera de los mismos, entendiéndose que las mejores condiciones de hábitat y manejo están dentro del encierro (Mitma, 2008).

### **2.3. Grupos sociales**

Las vicuñas no presentan dimorfismo sexual, su identificación en el campo es posible a través de las diferencias de conducta según el sexo. Presentan vida gregaria y se reúnen en dos tipos básicos: grupos familiares y tropillas. Un grupo familiar típico está compuesto por un macho adulto y varias hembras con sus crías del año, los machos que no son miembros del grupo se reúnen en tropas sin líderes que consiste en muchos machos individuales de varios años y dos años (Koford, 1957)

Cuando las crías machos alcanzan una edad de 6 a 8 meses son expulsados de la familia, por el macho líder, este puede tener un papel importante en el mantenimiento de una adecuada carga sobre el recurso forrajero ya que evitaría una superpoblación por que al menos deben pasar un mínimo de dos años en tropillas en el que no contribuirán a incrementar la población siendo maduros sexuales (Hofmann *et al.*, 1983)

Franklin (1976), propone cinco principales tipos de grupos sociales en vicuñas, los cuales son explicados en la Tabla 1. El grupo familiar asegura la perpetuación de la especie, mientras que la tropilla de machos es la que asegura el vigor de la población (Hofmann *et al.*, 1983).

Los grupos familiares usualmente mantienen un territorio permanente durante todo el año y este usualmente contiene un dormitorio en la parte más alta, un lugar de alimentación y una fuente de agua (Wheeler, 2006). Esta territorialidad, desempeña un papel importante de proporcionar a las hembras adultas, de grupos familiares, un lugar seguro y favorable para criar con éxito a sus crías (Franklin 1976). Su forma de defensa principalmente radica en una marcada conducta de dominio, aunque también se llegan a presentar luchas con mordiscos y persecuciones (Hofmann & Otte, 1977).

Todos los camélidos tienen la costumbre de defecar sólo en ciertos lugares dando lugar a los denominados estercoleros fácilmente distinguibles (Hofmann *et al.*, 1983). La ubicación de estos montículos no concuerda en su mayoría con los límites territoriales que varían poco durante las estaciones del año (Hofmann & Otte, 1977).

**Tabla 1:** Tipos de grupos sociales de la vicuña (Franklin, 1976)

Tipo	Descripción
Grupos de Familia Territoriales Permanentes (GFTP)	Compuesto por un macho adulto y hembras con o sin crías, menores a un año de edad, con un territorio de alimentación donde el grupo pasa el mayor tiempo y un lugar donde duermen. Los territorios son usados exclusivamente por el grupo y defendidos por el macho.
Grupos de Familia Territoriales Marginales (GFTM)	Presentan hábitats rodeando los territorios de GFTP, puede estar constituido por un grupo de 7 animales que incluye un macho adulto, tres hembras adultas, una hembra de un año y dos crías. Realizan movimientos diarios breves no más de dos km durante la estación seca y permanecen menos tiempo en su territorio de alimentación.
Grupos de Familia Móviles	Compuesto por dos a cinco animales y a menudo incluía hembras de un año, al parecer son grupos temporales de hembras asociadas a un macho que no tiene establecido un territorio. Cuando entran a zonas ocupadas por PTFG y MTFG son expulsados por los machos territoriales.
Grupos de Machos (GM)	Conformado entre dos a 100 animales, pero más a menudo tiene 15 a 25. Viven en tipos de hábitat desocupados y no preferidos por los frecuentes ataques a ellos por parte de los machos territoriales. Se mueven largas distancias en busca de áreas para alimentarse sin perturbaciones.
Machos Solos	Está conformado por machos sexualmente y físicamente maduros que han abandonado el GM y están listos para establecer un territorio propio.

## 2.4. Composición botánica de la dieta

El conocimiento de la composición botánica de la dieta de los herbívoros domésticos y silvestres ayuda a comprender relaciones entre productores, consumidores primarios y secundarios, pero no es suficiente para la descripción e interpretación de la dinámica y manejo de los pastizales por ello debe vincularse con datos de densidad poblacional, comportamiento, hábito de pastoreo, consumo, etc., de los animales (Pelliza de Sbriller, 1993).

Los estudios de dieta son importantes para identificar qué especies componen el forraje consumido por el ganado y aporta información para programas de suplementación alimenticia para animales durante periodos críticos además de ser una herramienta para identificar especies tóxicas ingeridas por el ganado (Chávez et al., 1979 citado por Peña, 1980).

El primer estudio sobre la dieta de la vicuña lo realizó Koford (1957) en la Reserva Nacional Pampas Galeras- Perú. Basado en observaciones, reporta que el principal alimento de la vicuña son las gramíneas. Las especies más buscadas son las siguientes: *Calamagrostis brevifolia*, *Calamagrostis vicunarium* lejos de los arroyos; sin embargo, comúnmente las vicuñas se alimentan de la vegetación que crece cerca de los arroyos y los principales géneros son *Festuca*, *Calamagrostis*, *Poa* y *Jarava* (antes *Stipa*).

Ménard (1984) incorporó el análisis microhistológico para describir el régimen alimentario de un harem de vicuñas en periodo de sequía. Señala que las vicuñas varían poco su dieta para aprovechar al máximo los recursos disponibles y las partes de las plantas consumidas son las más ricas en nutrientes.

Se han realizado estudios de dietas de vicuñas en zonas áridas o semiáridas de Argentina; sin embargo, en Perú hay pocos estudios en el tema. En la Tabla 2, se presenta una lista de los estudios realizados en dietas en vicuñas. Mosca (2010), trabajando con vicuñas en Reserva Los Andes, Salta (Argentina), señala que la vicuña podría ser descrita como un herbívoro generalista con selectividad por los pastos principalmente para *Poa sp.*, *Stipa sp.* y *Calamagrostis chrysostachya* (bajo *Deyeuxia chrysostachya*) mientras que el graminoide *Eleocharis albibracteata* aparece como un recurso suplementario durante el verano; cuando disminuye la disponibilidad de recursos, la vicuña incluye proporciones de arbustos particularmente *Junellia seriphioides* en su dieta.

**Tabla 2:** Estudios de dieta de la vicuña en distintas áreas de su distribución (Adaptado de Mosca, 2010)

Área de estudio	Título	Autores
Reserva Nacional Pampas Galeras (Perú)	La Vicuña y la Puna.	Koford (1957)
Reserva Nacional Pampas Galeras (Perú)	Estudio de la selectividad y consumo de la vicuña en Pampas Galeras.	Malpartida y Florez (1980)
Reserva Nacional de Pampas Galeras (Perú)	La dieta de las vicuñas ( <i>Lama vicugna</i> ) durante el periodo de sequía.	Menard (1979-1980)
Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos, Jujuy (Argentina)	Estudios etoecológicos de vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en relación a su manejo sostenido en silvestría en manejo sostenido en silvestría en la Reserva de la Biosfera.	Arzamendia (2008)
Estación experimental Abrapampa, Jujuy (Argentina)	Estimación de composición botánica en la dieta de la vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ) en la Puna Jujeña.	Aguilar <i>et al.</i> , (1995)
Reserva Laguna Blanca, Catamarca (Argentina)	Ecología nutricional de la vicuña ( <i>Vicugna vicugna</i> ).	Benitez <i>et al.</i> , (2006)
Reserva Los Andes, Salta Catamarca (Argentina)	Dieta estacional de las vicuñas en el área protegida de los Andes (Salta, Argentina).	Mosca (2010)
Reserva Laguna Blanca, Catamarca (Argentina)	Ecología nutricional de Vicuña, Vicugna, en Puna Seca de Argentina.	Borgnia <i>et al.</i> , (2010)
Asociación de Productores alpaqueros y camélidos sudamericanos Lachocc lote I (Perú).	Composición botánica de la dieta seleccionada por vicuñas ( <i>Vicugna vicugna</i> ) y especies domésticas ( <i>Vicugna pacos</i> , <i>Lama glama</i> y <i>Ovis aries</i> ) en simpatria durante la época húmeda.	Manrique y Riveros (2015)

## Continuación de Tabla 2

---

Sierra de Parinacota (Chile)	Composición botánica y calidad de la dieta de las vicuñas ( <i>Vicugna</i> Mol.).	Castellaro <i>et al.</i> , (2020)
---------------------------------	--	-----------------------------------

---

Borgnia *et al.*, (2009), investigaron la composición botánica y la calidad nutricional de la dieta de la vicuña al pastoreo libre en la Puna seca de Argentina. Este estudio se determinó mediante la técnica microhistología utilizando como unidad muestral un grupo mixto de 100 heces frescas de tres pilas de estiércol de cada sitio evaluado. Las vicuñas consumieron gran proporción de pastos (59-72%) siendo *Panicum chloroleucum* y *Distichlis sp.* casi el 50% de la dieta, y los arbustos representaron el 16–19% de la dieta general de vicuña.

Manrique y Riveros (2015) determinaron la composición botánica de la dieta seleccionada por vicuñas (*Vicugna vicugna*) y especies domésticas: alpaca (*Vicugna pacos*), llama (*Lama glama*) y ovino (*Ovis aries*) que pastorean en simpatria durante la época húmeda. Evaluaron la dieta mediante el análisis de microhistología fecal, encontrando que los camélidos y los ovinos consumen gramíneas. Además, se reportó que hay un alto solapamiento de dieta entre alpacas y vicuñas; los ovinos presentan cierta similitud de ítems dietarios seleccionados por alpacas y vicuñas.

### 2.5. Diversidad de dieta

El factor climático es uno de los aspectos principales que determinan la diversidad de los pastizales (Orellana *et al.*, 2007), sin embargo, otro factor como, el pastoreo del ganado produce cambios importantes en la composición vegetal de los pastizales (West, 1993; Borrelli & Oliva, 2001). Si bien el pastoreo continuo intenso del ganado reduce la presencia de especies palatables, el efecto indirecto más importante se ve reflejado en la variedad y abundancia de animales nativos (West, 1993). No siempre el pastoreo del ganado producirá efectos negativos sobre la diversidad, esto va depender de la intensidad, como por ejemplo en un pastoreo moderado se puede mejorar la diversidad a nivel de comunidad y paisaje (West, 1993).

La cantidad y calidad de las especies vegetales que componen el recurso forrajero se ven reflejados en la dieta y alteran su comportamiento de selectividad de los herbívoros (Orellana *et al.*, 2007). Estos consumen gran diversidad de forrajes que incluyen plantas de distintas

concentraciones de nutrientes y toxinas, permitiendo cubrir los requerimientos nutricionales y evitar intoxicaciones o trastornos metabólicos (Distal & Villalba, 2007). La variedad de plantas en la dieta de los herbívoros ofrece alimentarse en diferentes lugares, satisfacer sus necesidades de nutrientes y regular la ingesta de nutrientes secundarios mezclando alimentos de manera que funcionen para cada individuo (Provenza *et al.*, 2009).

Las vicuñas consumen un amplio rango de especies vegetales, sin embargo, muestran patrones definidos de selección en su dieta, ya que no utilizan sus recursos alimenticios en proporción a su cobertura (Borgnia, 2008). Mosca (2010) reporta que la vicuña tiene mayor amplitud dietaria durante la época de menor disponibilidad de pastos que durante la época de máxima disponibilidad.

Investigaciones en la Reserva de Biósfera San Guillermo - Argentina (Cajal, 1989), señalan que la diversidad dietaria de la vicuña fue menor en comparación a la del guanaco, utilizando el método microhistológico de heces y rúmenes. En Perú, Manrique y Riveros (2015), informan que, en pastoreo mixto de alpacas, ovejas, llamas y vicuñas; los ovinos poseen una dieta más diversa. La disminución de la diversidad de alimento debido a la introducción de especies exóticas puede llevar a solapar dietas entre ellos incrementando la competencia interespecífica.

Zonas pastoreadas por grupos familiares durante la época seca, presentan la mayor diversidad disponible, de donde se desprende que las familias escogen comunidades vegetales con alta diversidad que se mantiene constante durante todo el año, teniendo así la posibilidad de seleccionar mayor variedad de especies de plantas a pesar de la disminución estacional en la cobertura vegetal (Mosca, 2010). Durante la época lluviosa, los grupos familiares presentan menor diversidad dietaria en comparación con las vicuñas no territoriales (Mosca, 2010).

## **2.6. Selectividad de dieta**

La selectividad es una estrategia fundamental en la dinámica de consumo de alimento y es un proceso que determina la dinámica de las plantas en ecosistemas de composición botánica variada, definida por Tarazona *et al.*, (2012).

La selección de la dieta es el medio por el que el animal en pastoreo, busca cubrir sus requerimientos nutricionales desde una pastura heterogénea, y puede ser considerada como

una adaptación del comportamiento frente a variaciones en el medio ambiente nutricional (Hardoy & Danelon, 1989).

En condiciones de pastoreo extensivo el ganado usa el espacio disponible en forma no uniforme y diversa lo que provee la oportunidad de seleccionar su dieta (Haro, 2002; Hardoy & Danelon, 1989). Este comportamiento se explica con varias teorías como: la capacidad de detectar a través de los sentidos (gusto y olfato) nutrientes específicos y compuestos tóxicos en plantas, el aprendizaje y asociación y características morfofisiológicas (Safigueroa *et al.*, 1996).

Otros factores que también afectan la selectividad de dieta son: *factores del hábitat*: estructura de la pastura, densidad de plantas, facilidad del acceso al forraje, estacionalidad de la producción de la producción vegetal, características de las plantas, metabolitos secundarios de las plantas y palatibilidad, *factores propios de cada animal*: especie, edad, estado fisiológico, raza, sexo, salud, tamaño y peso) y *factores sociales*: comportamiento aprendido, densidad animal y jerarquías sociales (Tarazona *et al.*, 2012).

La información previa sobre selectividad al pastoreo libre en vicuñas es limitada, tanto en el número de investigaciones como en la diversidad de ambientes estudiados (Mosca, 2010). Borgia *et al.*, (2009) reportaron que la vicuña puede consumir gran variedad de especies de plantas, pero no consumen todo el forraje en proporción, mostrando patrones claros de selectividad. Las vicuñas seleccionaron plantas de estrato bajo y medio lo que confirma la capacidad para tomar ventaja de los parches relativamente pequeños de vegetación corta y verde de la puna.

Mosca (2010), realizó estudios acerca de selección de alimento y hábitat por las vicuñas de Unquillal, en la Reserva Provincial “Los Andes” condicionado por la disponibilidad de recursos forrajeros y por la marcada estructura social. La selectividad dietaria no fue mayor al disminuir la disponibilidad de recursos alimenticios, presentan selectividad por gramíneas, tanto en las épocas de máxima como mínima disponibilidad de recursos. Las vicuñas familiares (territoriales) fueron más selectivas que los grupos de solteros (sin territorio) y se concentraron en el consumo de las especies con mayor calidad nutritiva durante el verano y expandieron su nicho trófico durante el invierno.

## 2.7. Técnicas para estudiar dieta

### 2.7.1. Microhistología de heces

Las plantas están recubiertas exteriormente por un tejido epidérmico que se compone de células cuyas paredes están constituidas principalmente por celulosa sobre la cual pueden depositarse otros compuestos como lignina y sílice. Las paredes externas de las células epidérmicas están recubiertas a su vez por la cutícula, que es una capa más o menos gruesa de una sustancia grasa llamada cutina (Esau, 1972), que reproduce la morfología externa de la epidermis. Todos los compuestos mencionados anteriormente aportan rigidez a las células epidérmicas y son los que le dan resistencia a la masticación y a la digestión. Aún en el caso de los herbívoros poligástricos, que poseen estómago complejo en el que habitan bacterias y protozoos con mayor capacidad de digestión de las paredes celulares vegetales, pueden identificarse en sus heces, los fragmentos epidérmicos de las plantas que consumieron (Borrelli & Pelliza de Sbriller, 2014).

El uso de las fecas es el más utilizado actualmente por los investigadores para evaluar hábitos alimenticios en herbívoros. Se utiliza cuando se desea evitar el sacrificio de animales especialmente cuando están en peligro de extinción o protegida por leyes (Holecheck *et al.*, 1982). Presenta algunas ventajas entre las cuales tenemos:

- No interfiere con los hábitos normales de los animales ni en su manejo
- Compara dietas de dos o más animales al mismo tiempo.
- No hay restricción de lugar por el movimiento de animales.
- Requiere poco equipo y mínimo tiempo de trabajo en el campo
- Permite muestreo ilimitado.

La aplicación de la técnica supone un previo conocimiento de los caracteres epidérmicos de las especies vegetales presentes en el área, por ello la fase de laboratorio requiere personal capacitado (Sanders *et al.*, 1990). Además, una de las limitaciones que presenta es la precisión porque las especies de forraje que pasan en las heces a menudo no son proporcionales a los consumidos (Holecheck *et al.*, 1982); también las diferencias en la degradación del tejido epidérmico durante la masticación y digestión especialmente en tejidos jóvenes en crecimiento y hierbas hace que muchos fragmentos se vuelvan

irreconocibles, este es un factor que genera parte de error en la estimación del método (Bartolomé *et al.*, 1995). Para mejorar el reconocimiento y la exactitud en la cuantificación varios autores proponen utilizar criterios de cuantificación o factores de corrección (Catán *et al.*, 2007). Se pueden utilizar métodos como la digestibilidad in vitro y digestibilidad in situ para determinar factores de corrección por diferencias de digestibilidad entre las plantas. Welch *et al.*, (1983) estudiaron digestibilidad in vitro de 24 mezclas de forrajes con inóculos de bovinos, caprinos, ovinos y no se encontraron diferencias significativas entre los animales, pero las digestibilidades fueron muy distintas con los forrajes.

Para el empleo de la técnica microhistológica, diversos investigadores han propuesto modificaciones al método tradicional de procesamiento de plantas para obtener los “tejidos patrones” y de muestras de heces (Sparks & Malecheck, 1968) teniendo como propósito reducción del tiempo en la preparación del material a analizar, menor costo, fácil acceso de reactivos empleados y mejora de la calidad en las observaciones al microscopio (Tabla 3).

**Tabla 3:** Comparación de las etapas de preparación del material vegetal y de heces

Protocolos de procesamiento de muestras	Etapas							
	Secado	Molido	Depuración	Lavado	Clarificación	Coloración	Montaje	Etiquetado
Modificación de la técnica microhistológica de Peña Neira (Catán <i>et al.</i> , 2013)			Con hipoclorito al 60%, en agua durante 2 horas.	Con tamiz de 100 micrones. Lavado con agua corriente	Dos minutos en hidrato de cloral y posterior lavado con agua a presión.	No se realiza	Utilizando una placa metálica. Se utiliza como medio de montaje la solución de gelatina glicerina	
Laboratorio de Microhistología de INTA EEA Bariloche -Argentina (Borrelli y Pelliza de Sbriller, 2014)	Estufa a 60°C.	Molino con tamiz malla 1mm.	Con alcohol etílico al 70% diluido en agua durante 24 horas.	Hervido y lavado en tamiz grueso y fino con agua corriente caliente.	Con hipoclorito de sodio comercial 2 a 3 minutos y enjuague con agua corriente fría	Coloración con safranina alcohólica al 50% por 24 horas	Uso de plantilla metálica con 5 orificios. Medio de montaje, gelatina glicerina Cubreobjetos (24x40 mm)	Para la correcta identificación de la muestra
Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma de Chiapas – México (UNACH) (Arellano <i>et al.</i> , 2019)			Con hidróxido de sodio al 40%, alcohol al 96% en un microdigestor a 100°C por 5 minutos.	Tamiz de 100 mesh. Lavado con agua corriente.	Hipoclorito de sodio comercial por 5 minutos y lavado con agua a presión.	No se realiza	Utilizando como medio de montaje la solución gelatina glicerina	

Para aplicar la técnica de microhistología se requiere obtener patrones epidérmicos de referencia de las plantas en la zona de estudio. El tejido epidérmico presenta características morfológicas (forma y tamaño de las células epidérmicas, forma y tamaño de estomas, presencia/ausencia y forma de pelos y tricomas, etc.) propias de cada planta (Metcalf & Chalk, 1957), y estas permiten diferenciar las especies vegetales y clasificarlas taxonómicamente (Pelliza de Sbriller, 1993).

La epidermis está compuesta principalmente por células epidérmicas, aparato estomático, gran variedad de apéndices como tricomas o estructuras más complejas.

#### a. Células epidérmicas

Las células varían en cuanto a forma, tamaño y distribución, sin embargo, siempre están unidas formando un manto compacto sin espacios.

Las paredes superficiales de las células epidérmicas contienen cutina, sustancia lipídica, la cual se impregna como una capa llamada cutícula (Esau, 1972). Esta capa presenta un grosor variable, usualmente es más gruesa en plantas que viven en ambientes áridos.

También encontramos a las células cortas, dentro de este grupo se encuentran las células síliceas y células de súber o corcho. Las primeras contienen  $\text{SiO}_2$  que se solidifican adoptando distintas formas. En las gramíneas se acumula la sílice en altas cantidades comparado con otro elemento inorgánico (Aguirre *et al.*, 2007). Por otro lado, las células suberosas tienen paredes suberificadas y usualmente contienen material orgánico y altas concentraciones de sales (López, 2003).

#### b. Estomas

La epidermis está interrumpida por pequeñas aperturas llamadas complejo o aparato estomático, los cuales tienen como función el intercambio de gases y agua con el exterior (Silveira, 2004). Presentan dos tipos de células; células subsidiarias o anexas y células oclusivas o guardianas.

Las células oclusivas de las gramíneas y ciperáceas tienen forma de hueso. Los extremos son bulbosos y en medio rectos. La hinchazón de las porciones bulbosas y la separación de las partes de medio lo condiciona el aumento de la turgencia (Esau, 1972). Las células anexas

se distribuyen en torno al estoma, usualmente tienen delgadas paredes externas (Ramírez & Goyes, 2004)

c. Tricomas

Se trata de prolongaciones de origen epidérmico que se encuentran cubriendo ciertas superficies como tallos, hojas y órganos florales (Ramírez & Goyes, 2004). Los tricomas varían en su estructura dentro de familias y grupos pequeños de plantas y han sido utilizados durante mucho tiempo con fines taxonómicos (Evert, 2006). Presentan las siguientes funciones:

- El aumento de pubescencia en las hojas reduce la tasa de transpiración, incrementando la reflexión de la radiación solar lo que reduce la temperatura de las hojas.
- Proporcionar a la planta una defensa contra los insectos.
- Los tricomas glandulares proporcionan una defensa química. Por ejemplo, algunos insectos mueren por envenenamiento, otros presentan inmovilización por las secreciones.

d. Microquímicos

➤ Cristales

Son depósitos de oxalato de calcio en muchas formas (Metcalf & Chalk, 1957). Las funciones más importantes son; el secuestro y mantenimiento de los niveles de calcio en la planta, mecanismos de defensa contra herbívoros y detoxificación de metales pesados como Zn, Cd, Sr, Pb y Al (Jauregui & Abel, 2004).

➤ Almidón

Granos de almidón en diversos tamaños, formas, y otros caracteres como luz polarizada son altamente distintivos y de valor taxonómico (Metcalf & Chalk, 1957).

➤ Cistolitos

Secreciones de sílice, carbonato de calcio entre otras que tienen forma de concreciones llamados cistolitos (Metcalf & Chalk, 1957).

## ➤ Elementos secretores

Aceites, resinas, mucílagos y sustancias taníferas se depositan en sacos alargados y canales. Estos son a menudo muy distintivos por su morfología, distribución dentro de la planta y naturaleza química (Metcalf & Chalk, 1957).

### **2.7.2. Otros procedimientos**

Entre los métodos para determinar las especies de vegetales que consumen o seleccionan los herbívoros se encuentra la observación directa o de campo durante el forrajeo, el análisis estomacal, el análisis fecal y las técnicas de fistulado esofágico y ruminal, utilizándose el análisis de microhistología con los cuatro últimos (Holecheck *et al.*, 1982).

#### a. Observación directa

Esta técnica ha sido utilizada principalmente para conocer los hábitos alimentarios de grandes herbívoros, se utilizan binoculares o telescopios registrando el tipo y frecuencia de las especies de plantas consumidas (Gallina, 2011).

Esta metodología presenta dos variantes: Preferencia libre en áreas acondicionadas y observación en el agostadero. La primera se efectúa bajo condiciones simuladas, se pueden coleccionar distintas plantas forrajeras y administrarlas separadamente al ejemplar con libertad de consumo y la otra manera consiste en sembrar especies forrajeras en lotes dentro de potreros de 1-2 ha donde el animal pueda ser observado desde un mismo punto, las ventajas son que la preferencia relativa por cada especie es evaluada fácilmente y todas las especies presentan el mismo grado de disponibilidad sin embargo el número de especies está limitado por el tamaño del recinto y las especies deben crecer en forma pura (Peña, 1980).

La observación agostadero consiste en realizar 4 procedimientos: Cronometrar el tiempo de pastoreo de cada planta, identificar la planta que consume cada determinado tiempo, coleccionar manualmente las muestras equivalentes a las consumidas por el animal y contar el número de bocados que el animal da a cada planta.

Los factores que influyen en la exactitud y la precisión del procedimiento de observación directa incluyen el grado de capacitación del observador, la complejidad de la comunidad de plantas presentes y / o el desarrollo fenológico de plantas individuales (Holecheck *et al.*, 1982).

## b. Muestras fistulares

La fistulación esofágica es el método de mayor precisión para estimar la dieta de herbívoros en pastoreo libre (Neira, 1980; Mc Innis *et al.*, 1983), sin embargo, la ingesta recolectada representa la dieta del animal solo durante un período de tiempo, en comparación a las muestras de rumen y heces que están compuestas por plantas que se han comido al menos durante todo el día (Mc Innis *et al.*, 1983). La fístula de esófago generalmente se prefiere sobre la fístula ruminal porque ésta última somete a los animales a condiciones fisiológicas anormales, se limita a animales grandes y es más laborioso (Rice, 1970 citado por Holecheck *et al.*, 1982).

Los problemas asociados con el uso de la fístula esofágica incluyen contaminación por contenido ruminal, recuperaciones incompletas, alto costo y baja precisión de muestreo para especies individuales en la dieta (Holecheck *et al.*, 1982).

## c. Contenido estomacal

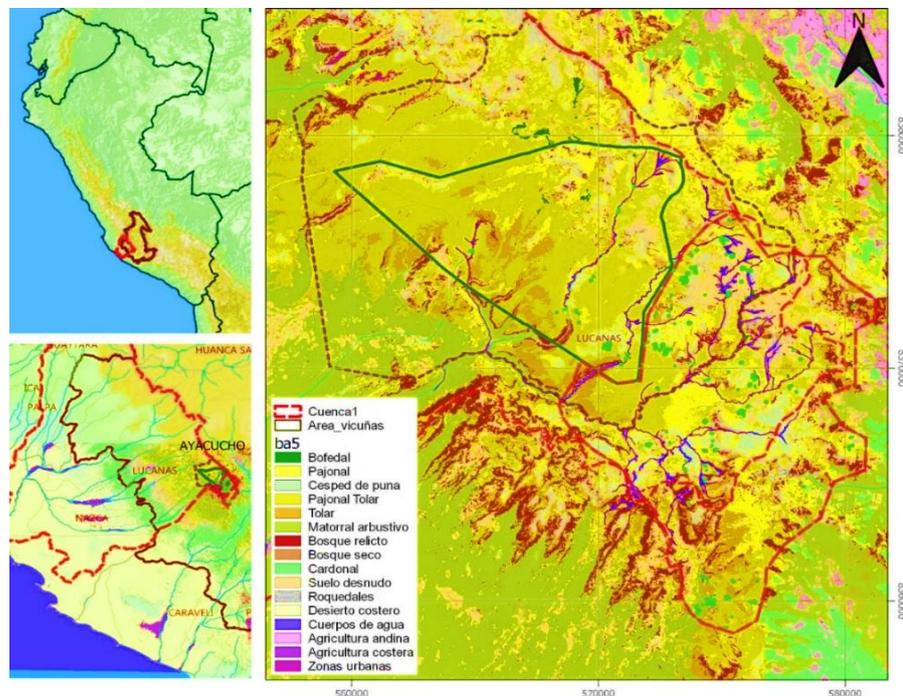
El animal tiene que ser sacrificado, que resulta prohibido cuando se pretende estudiar la dieta de una especie en peligro de extinción y si no es el caso se requiere sacrificar muchos ejemplares para lograr una muestra representativa (Neira, 1980).

Mc Innis *et al.*, (1983) encontraron que las herbáceas halladas en el contenido ruminal fue significativamente menor que la hallada en la fístula esofágica, mientras que los gramíneos eran aproximadamente lo mismo en el rumen y en la ingesta esofágica. Los fragmentos de especies de herbáceas fueron más difíciles de reconocer en las muestras de contenido de rumen ya que la erosión celular fue mayor en el rumen disminuyendo así su diferenciación.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en la Comunidad Campesina San Cristóbal, Distrito San Cristóbal, Provincia Lucanas, Departamento de Ayacucho (Figura 1). Dicha comunidad está localizada entre los 14°39' a 14°45' de latitud sur y 75°19' a 74°27', con una extensión de 14 200 ha y alberga una población de aproximadamente 8000 vicuñas. Una parte del distrito San Cristóbal se encuentra en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Pampas Galeras, con altitud variante entre 3700 y 4300 m s.n.m. Presenta una vegetación dominante por arbustivas y pajonales con zona de bosques de *Polylepis* y *Buddleja coriácea* y a partir de los 3950 m s.n.m. hay presencia de planicies intercaladas con colinas de vegetación geliturbada y de bofedales (Pizarro, 2022). El muestreo se realizó a inicios de noviembre del 2019, el cual corresponde al fin de la época seca, presentó una temperatura promedio 6°C y precipitación pluvial de 28.6 mm durante el mes estudiado (SENAMHI, 2019).



**Figura 1: Mapa de ubicación del área de estudio**

Fuente: Pizarro, 2022

## 3.2. Atlas de epidermis vegetales

### 3.2.1. Fase campo

#### Caracterización topográfica y censo de vegetación

Se establecieron 8 lugares de estudio caracterizados por su tipo de vegetación: Pajonal (2), Césped (2), Pajonal-césped (3) y Tolar-césped (1).

El censo de vegetación (Anexo 1) se hizo utilizando Marco puntual modificado (Ryan, 2005). En cada una de las zonas de pastoreo se realizó 1 transecto de 120 metros en forma de cruz, se tomó un punto cada 5 metros y por cada punto se realizaron 5 lecturas de cuadrantes de 25 cm<sup>2</sup>(5 cm x 5 cm) haciendo un total de 120 lecturas (Herrick *et al.*, 2005).

En cuanto a la información sobre la topografía y suelo se hizo mediante relevamiento rápido, obteniendo información de pendiente, pedregosidad superficial, afloramiento rocoso, textura y profundidad del suelo (Tabla 4) en el cual se utilizó la herramienta “T” para su medición.

**Tabla 4:** Características de vegetación, topográfica y de suelo de los lugares de estudio

Tipo de vegetación	Especies dominantes	Profundidad de suelo	Pendiente	Textura de suelo	Pedregosidad superficial	Afloramiento rocoso
Pajonal	<i>Nassella sp.</i> y <i>Jarava pungens</i>	10 a 30 c.m	Plana	Franco arenosa Limosa	3% a 15%	Menor a 2%
Césped	<i>Calamagrostis vicunarum</i> y <i>Poa sp.</i>	25 a 50 c.m	Plana	Franco arenoso arcilloso	0% a 20%	2% a 15%
Pajonal-césped	<i>Nassella sp.</i> y <i>Calamagrostis vicunarum</i>	Mayor a 75 c.m	Plana o casi plana	Franco arenoso arcilloso	3% a 15%	Menor a 2%
Tolar-césped	<i>Parastrephia quadrangularis</i> y <i>Muhlenbergia peruviana</i>	Mayor de 75 c.m	Plana	Franco arenoso	3% a 15%	2% a 15%

Fuente: Pizarro, 2022

Se tomaron muestras de plantas encontradas en los tipos de vegetación. Además, se recolectaron otras especies de plantas que se hallaron mientras se realizaba el muestreo de los estercoleros. El material fue colectado en bolsas de papel, luego prensado y secado (60°C) en el Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales (LEUP) de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Se elaboró una lista de especies presentes en el área de estudio (Anexo 2).

### **3.2.2. Fase laboratorio**

#### **a. Elaboración de patrones de tejidos epidérmicos de plantas**

La técnica de microhistología utiliza de referente principalmente el patrón de tejido epidérmico foliar (Gazzolo, 2008). Se confeccionaron los patrones de tejido epidérmico y no epidérmico de las hojas y tallos de cada especie recolectadas en las áreas de estudio y se elaboró un Atlas de patrones o Colección de Referencia. Luego, mediante el estudio de las características epidérmicas de cada planta, se pudo determinar la composición botánica de dieta por reconocimiento visual en las fecas, de los fragmentos epidérmicos de plantas (Morrison, 2008).

Las muestras botánicas de la colección fueron prensadas e identificadas con ayuda de un botánico; se elaboró una lista de especies presentes en el área de estudio. Parte de estas muestras se utilizaron para hacer el atlas de tejidos epidérmicos vegetales, para lo cual se siguieron estas etapas:

Protocolo del Laboratorio de Microhistología del INTA EEA Bariloche – Argentina, donde realicé una capacitación bajo la dirección de la Ing. Agr. Laura Borrelli, responsable del laboratorio.

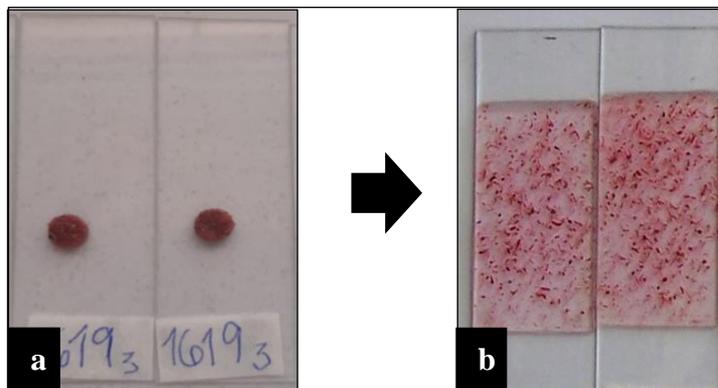
1. Identificación y clasificación de plantas
2. Secado: El material vegetal se ubicó en una estufa a 60°C hasta peso constante (aproximadamente 48-72 horas.).
3. Molienda: La mayoría fueron molidas en molino eléctrico martillo y tamizadas a través de una malla de 1mm. Sin embargo, las plantas que presentaban poco material se procedieron a triturar en un mortero.

4. Fijación y aclaración en alcohol al 70°: Se colocaron tres cucharas de té de muestra molida en un Erlenmeyer de 250 ml, se agregó alcohol etílico 70% diluido en agua hasta cubrirla, se tapó y dejó durante 24 horas.
5. Hervido: Después de 24 horas, a cada Erlenmeyer se le agregó agua hirviente y se hirvió brevemente en un baño maría.
6. Lavado: La homogeneización del tamaño de las partículas realizada en la molienda es imperfecta, se complementa lavando las muestras con agua corriente caliente durante 10 minutos por muestra a través de 2 tamices superpuestos: el superior de malla gruesa y el inferior de malla fina. El objetivo es descartar la fracción de partículas más grandes y las demasiado pequeñas arrastradas por el agua de lavado.
7. Aclarado: El material que quedó en el tamiz fino, se colocó en un vaso de precipitado de 100 ml y se cubrió con hipoclorito de sodio comercial hasta que comenzó a aclarar. Se vertió el material nuevamente en el tamiz fino y se enjuaga con abundante agua corriente fría. El tiempo de permanencia en la lavandina es variable pero no pasa de unos pocos minutos o hasta que se forme espuma.
8. Tinción: El material se colocó en tubos de ensayo y se le agregó solución de safranina alcohólica diluida al 50% en agua para colorear la epidermis vegetal por lo menos 24 horas. Luego se lavó con agua corriente fría usando nuevamente el tamiz fino y se escurrió en papel absorbente.
9. Montaje con Gelatina-Glicerina: Con el material escurrido se dispuso 2 preparados microscópicos por muestra. Cada preparado debe tener la misma cantidad de material para ello se utilizó una plantilla de 1,5 mm de espesor, con orificios de 6 mm de diámetro (Figura 2) que encajen perfectamente sobre los portaobjetos. La plantilla se colocó sobre los portaobjetos y se rellenaron los orificios con el material procesado nivelándose al ras (Figura 3.a). Se retiró la plantilla y se agregó con pipeta el medio de montaje (gelatina – glicerina), con una espátula se lo mezcló con la muestra y se lo distribuyó sobre la superficie del portaobjeto (Figura 3.b). Se montó con un cubreobjeto de 20x40 mm. El medio de montaje se preparó a partir de gelatina pro análisis con el agregado de glicerina y agua en la proporción de 1:7:6 partes respectivamente siguiendo a Mc Lean y Ivimey Cook (1941).

10. Observación: Cada preparado se analizó con microscopio LEICA DM 1000 LED a 100 aumentos, se permitió el desplazamiento y cambio de aumento para describir a mayor detalle las características histológicas de cada planta. Por cada placa microhistológica se tomaron como mínimo dos fotografías a 100X y 400X.



**Figura 2:** Plantilla metálica para montaje



**Figura 3:** a). Resultado de rellenar los orificios de la placa metálica con material vegetal., b). Placas listas para ser observadas al microscopio.

### **b. Caracterización de epidermis para cada grupo funcional de plantas**

Para la descripción de los caracteres epidérmicos de gramíneas y graminoides se utilizó principalmente la terminología que corresponde a Ellis (1979) (Tabla 5). Por otro lado, los elementos anatómicos usados para la identificación de las epidermis de las herbáceas y arbustivas corresponden a lo señalado por Metcalfe & Chalk (1950); Evert (2006) y Henderson & Vucetich (2016) (Tabla 6).

**Tabla 5:** Características histológicas de la epidermis foliar de gramíneas y graminoides

Estructuras celulares	Criterios	Clasificación	Representación
		Cuadrado	
	Forma (Henderson & Vucetich, 2016)	& Rectangular	
		Poligonal	
		Paralelogramo	
Células largas		Rectas: No onduladas	
		Irregulares: ligeramente onduladas, longitud de onda larga, amplitud poco profunda y frecuencia baja.	
	Ondulaciones de paredes anticlinales (Ellis, 1979)	Ligeramente onduladas: ligeramente ondulada, longitud de onda corta, amplitud baja y frecuencia alta.	
		Moderadamente onduladas: longitud de onda corta, amplitud variable y frecuencia alta.	
		Muy onduladas: Fuertemente corrugado, longitud de onda corta, amplitud relativamente profunda y frecuencia alta. Puede ser de forma U o Ω.	

**Continuación de Tabla 5**

Estructuras celulares	Criterios	Clasificación	Representación
Células largas	Grosor de las paredes anticlinales (Ellis, 1979)	Sin grosor: Paredes delgadas sin rebordes cuticulares.	
		Ligeramente gruesa: Ligeros rebordes cuticulares.	
		Moderadamente gruesa: Rebordes cuticulares desarrollados.	
		Muy gruesa: Rebordes cuticulares profundos y bien desarrollados.	
Células cortas	Forma y contorno (Ellis, 1979)	Altas y estrechas de contorno liso	
		Altas y estrechas de contorno crenado	
		Cuadradas o rectangulares de contorno liso	
		Cuadradas o rectangulares de contorno crenado	
Redondas y elípticas			
Células silíceas	Forma (Ellis, 1979)	Elongados con forma de pesa de gimnasta	
		Equidimensionales en forma de silla de montar	

**Continuación de Tabla 5**

Estructuras celulares	Criterios	Clasificación
Estomas	Forma de células subsidiarias (Metcalf C. R., 1960)	Triangular
		Rectangular: Células subsidiarias en paralelo.
		Ovalado: Células subsidiarias en forma de cúpula, diámetro vertical de las células subsidiarias más pequeños en relación al diámetro horizontal.
Aguijón	Tamaño (Ellis, 1979)	Inflado: Células subsidiarias en forma de cúpula, diámetro vertical de la célula subsidiaria más grande en relación al diámetro horizontal.
		Aguijón largo: Aguijón tan largo o más que la base.
		Aguijón corto: Aguijón más corto que la base.
Macropelo	Número de células que componen el macropelo (Ellis, 1979)	Sin aguijón o sin punta: Aguijón incipiente.
		Unicelular
		Bicelular
Micropelo	Número de células que componen el micropelo (Ellis, 1979)	Multicelular
		Unicelular: Redondeado en forma de cúpula
		Bicelular: Dos células

**Continuación de Tabla 5**

<b>Estructuras celulares</b>	<b>Criterios</b>	<b>Clasificación</b>
Papilas	Forma (Ellis, 1979)	Circular: Papilas redondeadas Oblicuas: Papilas alargadas

**Tabla 6:** Características histológicas de epidermis foliares de herbáceas y arbustivas

Estructuras celulares	Criterios	Clasificación	Representación
Células epidérmicas	(Henderson & Vucetich, 2016)	Cuadrado	
		Rectangular	
		Poligonal	
		Paralelogramo	
		Irregular	
(Henderson & Vucetich, 2016)	Recta		
	Recta-curva		
	Sinuosa: Múltiples curvas con poca amplitud		
	Ondeado: Múltiples curvas con mayor amplitud que sinuosa.		
Estomas	(Metcalf & Chalk, 1950)	Anomocítico: Células subsidiarias no se diferencian de las otras células epidérmicas.	
		Anisocítico: Células oclusivas rodeadas por tres células subsidiarias, con uno más pequeño que los otros.	
		Paracítico: Presenta dos células subsidiarias dispuestas en paralelas al eje longitudinal.	
		Diacítico: Presenta dos células subsidiarias perpendiculares a las células oclusivas.	
		Actinocítico: Células subsidiarias dispuestas según radios de un círculo.	

**Continuación de Tabla 6**

<b>Estructuras celulares</b>	<b>Criterios</b>	<b>Clasificación</b>
	Función (Metcalf & Chalk, 1950)	Tricomas glandulares: Secretan sustancias. Tricomas no glandulares: Protección de superficie.
		Unicelular: Formado por una sola célula.
<b>Tricomas</b>	Número de células (Metcalf & Chalk, 1950)	Bicelular: Formado por dos células, una basal y terminal. Pluricelular: Formado por varias células. Pueden ser: uniseriados y pluriseriados (varias filas paralelas de células.)
	Forma (Esau's, 2006)	Papilas: Pequeñas prominencias epidérmicas. Simple o no ramificados: Comúnmente unicelular. Estrellados: Forma de estrella, aunque de estructura variable. Peltados: Forma de placa discoide de células adheridos sobre un tallo. Ramificados: Se ramifican a lo largo de un eje extendido.
<b>Cristales de oxalato de calcio</b>	Forma (Metcalf & Chalk, 1950)	Romboédrico: Cristales tridimensionales con caras en ángulo. Drusas: Cristales en forma de estrella. Rafidios: Cristales en forma de agujas.

### **3.3. Composición botánica de la dieta**

#### **3.3.1. Fase campo**

##### **Colecta de excretas**

Se identificaron las áreas de pastoreo de los grupos familiares de las vicuñas (*Vicugna vicugna*) con ayuda del personal encargado y por la presencia de estercoleros, pues estos sirven para demarcar límites territoriales para la orientación de los miembros del grupo familiar (Franklin, 1982).

Por cada uno de los lugares se colectaron excretas de 10 estercoleros al azar y 1 transecta (Figura 4). Teniendo en cuenta que se analizaron 8 lugares de pastoreo, hacen un total de 80 muestras. Se recolectaron aproximadamente 200gr de heces frescas (caracterizadas por su brillantez, textura suave y color oscuro) en bolsas de cierre hermético y fueron llevadas al laboratorio con geles refrigerantes para su posterior análisis microhistológico. En el caso particular de Tolar-césped, apenas se logró muestrear 10 estercoleros y la mayoría de estos al parecer no estaban activos por el aspecto de las excretas.

#### **3.3.2. Fase laboratorio**

Se formaron 2 muestras compuestas (pool de 5 estercoleros escogidos al azar) por cada área de pastoreo de vicuñas, teniendo así un total de 16 muestras. Estas se realizaron eligiendo 10 pellets de heces al azar de cada estercolero, de tal manera que cada muestra compuesta (5 estercoleros) contenía 50 pellets. Se elaboraron tres submuestras por cada muestra compuesta teniendo así 6 submuestras por cada 10 estercoleros muestreados, en total se obtuvieron 48 submuestras (Figura 5). Por cada submuestra se realizaron 5 placas microhistológicas haciendo un total de 240 placas, de las cuales se lecturaron 4800 campos microscópicos.

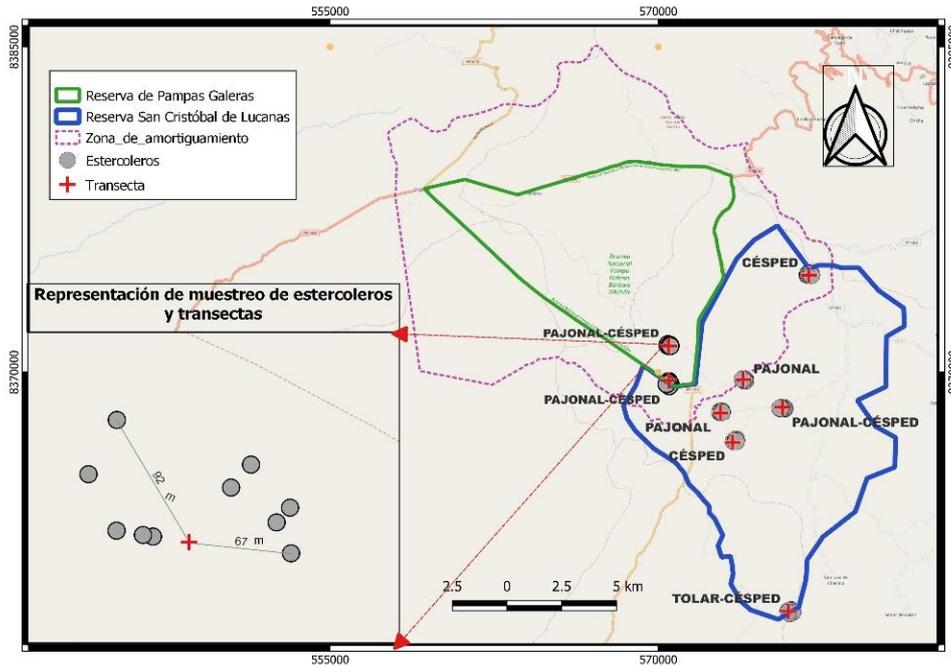


Figura 4: Demarcación del área de estudio. Se indican los sitios muestreados estercoleros y censo de vegetación en la reserva de San Cristóbal, Lucanas.

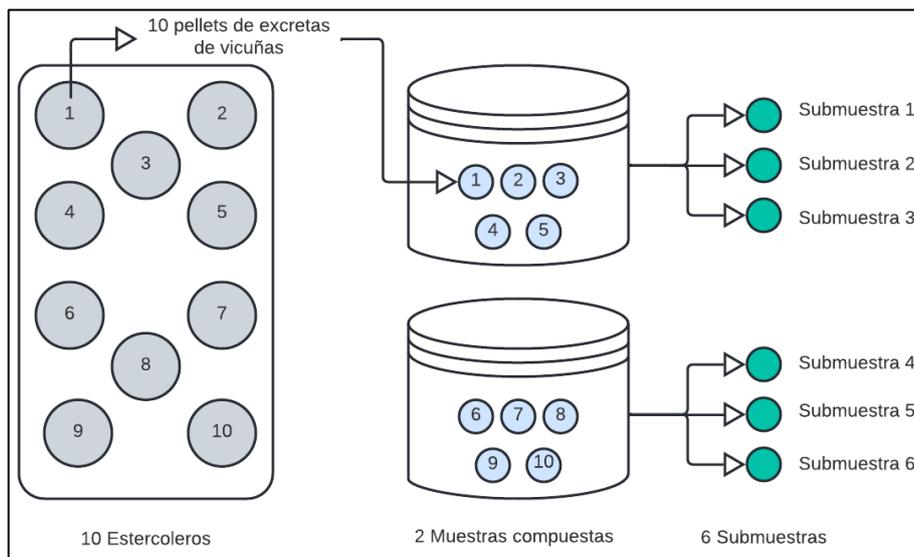


Figura 5: Diagrama de muestreo para obtención de submuestras.

A continuación, se presentan las etapas para la preparación de las láminas microhistológicas de acuerdo al Protocolo del Método microhistológico desarrollado en el Laboratorio de Microhistología de EEA INTA Bariloche -Argentina (Borrelli & Pelliza de Sbriller, 2014).

- a. Secado: Las heces se ubicaron en una estufa de secado a 60°C por 48-72 horas.
- b. Molienda: Luego del secado, las muestras fueron molidas en molino eléctrico de cuchilla o de martillo, se pasó por un tamiz de 1mm a fin de homogeneizar el tamaño de partículas.

- c. Fijación y aclaración en alcohol al 70°: Se colocó tres cucharas de té de muestra molida en un Erlenmeyer de 250 ml con alcohol etílico 70% diluido en agua hasta cubrirla, se tapó y se dejó durante 24 horas.
- d. Hervido: Después de 24 horas, a cada Erlenmeyer se le agregó agua hirviente y se hirvió brevemente en un baño María.
- e. Lavado: Se realizó el lavado con agua corriente caliente durante 10 minutos por muestra a través de dos tamices superpuestos: el superior de malla gruesa y el inferior de malla fina.
- f. Aclarado: El material que quedó en el tamiz fino, se colocó en un vaso de precipitado de 100 ml y se cubrió con hipoclorito de sodio comercial hasta que comenzó a aclarar. Después de unos minutos el material se vertió en el tamiz fino y se enjuagó con abundante corriente agua fría. El tiempo de permanencia en lavandina es variable, pero no pasa de unos pocos minutos o hasta que se forme espuma.
- g. Coloración: En seguida el material se colocó en tubos de ensayo y se le agregó solución de safranina alcohólica al 50% por lo menos 24 horas. Luego se lava con agua fría usando nuevamente el tamiz fino y se escurre en papel absorbente.
- h. Montaje: El material escurrido se dispuso en 5 preparados microscópicos por muestra, cada preparado debe contener la misma cantidad de material para lo cual se utilizó una plantilla de aproximadamente 1.5 mm de espesor, de acero inoxidable, con cinco orificios iguales de aproximadamente 6 mm de diámetro que calcen perfectamente sobre los cinco portaobjetos. La plantilla se colocó sobre los cinco portaobjetos y se rellenó los orificios con el material procesado y se niveló al ras. Se retiró la plantilla y se le agregó con pipeta el medio de montaje (gelatina-glicerina fundida), con una espátula se mezcló la muestra con gelatina – glicerina y se distribuyó homogéneamente sobre la superficie del portaobjeto.
- i. Microscopía: Cada placa se analizó con microscopio óptico LEICA DM 1000 LED a 100 aumentos; sin embargo, se realizó cambio de aumento para asegurar la determinación de un ítem alimentación. En la figura 6, se ilustra los 20 campos microscópicos (4 filas y 5 columnas) y la dirección de la lectura de estos.

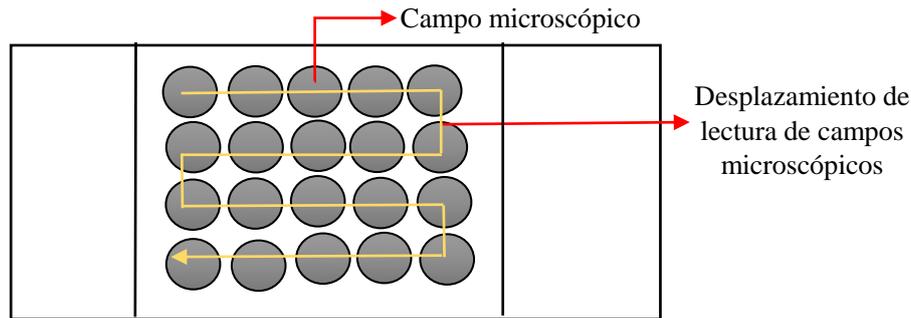


Figura 6: Esquema de la ubicación de 20 campos microscópicos en un preparado.

En cada campo se identificaron las especies presentes en base al reconocimiento de tejidos epidérmicos (Sparks & Malecheck, 1968). Todos los datos fueron recolectados en un formato similar al mostrado en el Anexo 3. Se cuantificó la frecuencia de cada ítem registrando la presencia, independientemente del número de fragmentos que estén en cada campo microscópico.

Al finalizar la lectura de los 5 preparados, se calculó el porcentaje de frecuencia o frecuencia relativa de cada ítem considerando los 100 campos observados. Así por ejemplo si en los 100 campos de una muestra determinada se detectaron un total de 400 presencias considerando todas las especies, una especie detectada 20 veces tendrá una frecuencia relativa de 5% (Holecheck *et al.*, 1982).

### 3.4. Diversidad de pastizal y dieta

Para determinar la diversidad de especies vegetales en los lugares de estudio y dietas se utilizó:

#### Índice de Shannon-Wiener

Este índice es el más utilizado en la ecología, es la medida del grado “incertidumbre” en predecir a que especie “S” pertenecerá un individuo “N” elegido al azar de una colección (Ludwing & Reynolds, 1988). Tiene dos propiedades, si  $H' = 0$  entonces sí y solo hay una especie en la muestra; y  $H' =$  máximo solo cuando todas las especies S están representadas por el mismo número de individuos.

Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre el número de especies presentes y su abundancia relativa (Pla, 2006).

La ecuación es:

$$H' = - \sum (p_i) \times \log p_i$$

$H'$  = Promedio de incertidumbre por especie en una comunidad infinita constituida por  $S^*$  especies con abundancias proporcionales conocidas.

$P_i = n_i/N$ , es la proporción del número total de plantas de una determinada especie  $i$ .

$N_i$  = número de plantas por especie y  $N$  = número total de plantas.

El índice indica lo siguiente:

$H' < 1$ ; muy baja diversidad;  $H' > 3$  alta diversidad;  $H' = 0$ ; si sólo existe una especie.

### **3.5. Selectividad de dieta**

La selección de las plantas se estimó utilizando el índice de Ivlev (Ivlev, 1961). Se utilizaron los promedios de la composición botánica de las dietas y de los pastizales.

La ecuación es:

$$E' = \frac{[r(i) - p(i)]}{[r(i) + p(i)]}$$

Donde  $r(i)$  y  $p(i)$  representan los porcentajes de la especie  $i$  en la dieta y el pastizal. Los rangos del índice oscilan entre -1 a 1, los valores cercanos a -1 indican evitación de un recurso, 0 indicando sin preferencia (consumo en la misma proporción en la que está disponible) y valores cercanos a 1 indican una fuerte preferencia.

### **3.6. Análisis de datos**

Los análisis estadísticos se han realizado con el software R versión 3.6.3, se utilizaron los paquetes “PMCMR” (Pohlert, 2018), “CAR” (Fox & Weisberg, 2017) y “NORTEST” (Gross, 2015).

La composición de dieta fue comparada en base a grupos funcionales: gramíneas, graminoides, herbáceas y arbustivas, dentro de tipos de vegetación: pajonal, césped, pajonal-césped, tolar-césped.

La dieta se analizó usando la prueba de normalidad Shapiro-Wilk (1965) y se comprobó la homogeneidad de varianza con el Test de Bartlett (1937). Se aplicó el análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis (1952) para investigar la ocurrencia de diferencias significativas entre consumo de grupos funcionales en los tipos de vegetación; y se evaluó las comparaciones múltiples mediante el Test de Sumas de rangos de Wilcoxon (1945) ajustado a Benjamini-Hochberg (BH) (1995).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Atlas de epidermis vegetales

Se identificaron 38 especies de plantas Altoandinas en la Comunidad San Cristóbal de Lucanas durante la época seca, las cuales se muestran en el Anexo 4. Además de cada una, se realizaron microfotografías y una breve descripción de sus características epidérmicas (Anexo 5). Esto permitió la elaboración de claves para la identificación de epidermis de las plantas de acuerdo al grupo funcional que pertenecen (Anexo 6, 7 y 8).

#### a) Gramíneas

Todas las especies de la familia Poaceae presentaron células largas de forma rectangular apilados como ladrillos y estomas distribuidos en filas paralelas tal como lo reportan Esau (1977), Borrelli y Pelliza de Sbriller (2014) y, Manrique y Riveros (2015). Según las claves de identificación de las gramíneas (Anexo 6), los caracteres de mayor valor de diagnóstico fueron el contorno y grosor de las paredes de las células largas, la presencia o ausencia de tricomas, tipos de células subsidiarias de los estomas y; forma y grosor de las células cortas coincidiendo con Gil *et al.*, (1992) y, Manrique y Riveros (2015).

La gramínea *Calamagrostis vicunarium* ha sido descrita previamente por Arana (2014) en Perú, quien señaló características similares a las reportadas por esta investigación. Por otra parte, *Muhlenbergia peruviana* descrita por Borgnia (2009) establece que las paredes de células largas son delgadas y onduladas con abundante presencia de papilas lo cual concuerda con nuestras observaciones. En el caso de la epidermis de *Trisetum spicatum* fue detallado por Finot *et al.*, (2006), quien señala la presencia de células silíceas y aguijones tal como se encontró en este trabajo.

Respecto al género *Poa*, García-González (1983) en Argentina señala que la característica que comparten las especies de este género son la pared celular fina de las células largas y la ausencia

de células cortas en la zona intercostal a diferencia del material analizado de nuestra investigación donde las células largas tienen paredes ligeramente gruesas y células de síber y sílice en la zona intercostal. El mismo autor informa que el género *Festuca* se caracteriza por tener una pared celular gruesa tal como se observa en nuestra investigación en el caso de *Festuca rigescens*.

## **b) Graminoides**

Semejante a las gramíneas, los graminoides presentan células epidérmicas apiladas como ladrillos y estomas dispuestos en filas. Sin embargo, la diferencia es que estos no presentan células cortas entre las células largas en la zona intercostal, como es reportado por Borrelli y Pelliza de Sbriller (2014). Sumado a esto, los estomas poseen dos células subsidiarias ubicadas paralelamente a las oclusivas (Aldezabal & García - Gonzalez, 1992). El uso de las ondulaciones y grosor de las paredes de las células epidérmicas, presencia o ausencia de papilas y tipos de células subsidiarias de estomas resultaron de gran utilidad para identificar las especies de graminoides como se observa en la clave (Anexo 7). Así también Manrique y Riveros (2015) mencionan que las células de sílice, células de corcho, tricomas y los estomas de la zona intercostal son las estructuras importantes para la identificación de las especies de este grupo funcional.

La presencia de papilas silíceas ha sido descrita por Metcalfe (1971) y Mehra y Sharma (1965), como un carácter distintivo de la familia Cyperaceae, esto se logró observar solamente en *Carex sp.* Para el caso de la epidermis de *Distichia muscoides* y *Eleocharis sp.* se compararon con las fotografías de Arana (2014) resultando muy similares en el diseño de las paredes celulares y estomas. En tanto, *Phylloscirpus deserticola* fue la única especie que presentó depósitos de sílice en forma de rectángulos.

## **c) Herbáceas y arbustivas**

Las herbáceas y arbustivas presentaron distribución irregular de las células epidérmicas del mismo modo a lo reportado por Borrelli y Pelliza de Sbriller (2014) y Manrique y Riveros (2015). Según la clave (Anexo 8), los caracteres de valor diagnóstico para la identificación de estas dicotiledóneas son: forma y grosor de las paredes de las células epidérmicas, tricomas y complejos estomáticos, de igual manera a lo señalado por Wurschmidt y Salas (1990), Monge (1995), Falczuk *et al.*, (1996), y Jofre y Rosati (1999).

De las 18 especies de herbáceas consideradas en esta investigación 5 han sido fotografiadas y descritas por otros autores en Perú y Argentina. Ellas son: *Lachemilla pinnata* (Wurschmidt & Salas, 1990; Falczuk *et al.*, 1996; Arana, 2014), *Azorella compacta* (Ancibor, 1980), *Pycnophyllum molle* (Ancibor, 1980), *Trifolium amabile* (Falczuk *et al.*, 1996) e *Hypochaeris taraxacoides* (Arana, 2014). También, las arbustivas *Tetraglochin cristata* (Martínez, 2016) y *Ephedra americana* (Scaglione & Gurni, 1991) han sido descritas anteriormente.

En el caso de *Lachemilla pinnata*, Wurschmidt y Salas (1990) describen la presencia de tricomas con forma de clavo de pared lisa, años más tarde Falczuk *et al.*, (1996) reportan la presencia de paredes anticlinales rectas a curvas de las células epidermales y reafirman la existencia de tricomas simples en la epidermis tal como se encontró en el material de investigación. En las muestras analizadas se hallaron dos tipos de estomas anomocíticos y ciclocíticos, coincidiendo este último con Falczuk *et al.*, (1996). Además, Manrique y Riveros (2015) fotografiaron la epidermis de esta Rosaceae donde se observa claramente la presencia de los tricomas.

Ancibor (1980) observó en *Azorella compacta* estomas anomocíticos y cristales de oxalato de calcio en forma de drusas, características que coinciden en la determinación de la mencionada especie según la clave realizada. En cuanto a *Trifolium amabile*, Falczuk *et al.*, (1996) detallaron células epidermales de paredes rectas, tricomas glandulares y estomas anomocíticos tal como se observó en el material de nuestro estudio. Por su parte, *Hypochaeris taraxacoides* reportado por Arana (2014) describió estomas con 3 a 4 células acompañantes en forma de rompecabezas coincidentemente con lo observado.

Para el caso de *Pycnophyllum molle*, Ancibor (1980) estableció presencia de estomas anomocíticos, células epidérmicas alargadas y papilosas, estos dos últimos caracteres resultaron muy importantes para la identificación de esta Caryophyllaceae. En el caso de *Arenaria digyna* que pertenece a la misma familia, las principales diferencias con *Pycnophyllum molle* fueron el tipo de estoma diacítico, presencia de tricomas pluricelulares y células epidermales poligonales de paredes rectas-curvas.

La familia de las Asteraceae se caracteriza por presentar estomas del tipo anomocítico y anisocítico, tricomas glandulares y eglandulares (Metcalf & Chalk, 1950), siendo estos altamente importantes en la determinación taxonómica. Si bien todas las especies

pertenecientes a esta familia reportadas en el presente trabajo exhibieron estomas anomocíticos, algunas variaron en la presencia o ausencia de tricomas. Estudios realizados a especies del género *Parastrephia* (Borgnia, 2009) registraron presencia de micropelos de cabeza globosa y macropelos no muy largos de igual manera a lo encontrado con la especie *P. quadrangularis*. Los caracteres anatómicos de la hoja de *Perezia multiflora* concuerdan con la descripción dada por Seminario (2017) sobre *Perezia pinnatifida*. En particular las especies *P. quadrangularis* y *Senecio sp.* presentaron contenidos celulares como gotas refringentes de aceites como se reporta para algunas especies de *Senecio* (Ancibor, 1980).

*Oenothera multicaulis*, perteneciente a la familia Onagraceae, se caracteriza notablemente por la presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios ya reportado para dicha familia por Metcalfe y Chalk (1950); y Keating (1982). Por su parte la familia Ephedraceae presenta estomas alineados en filas longitudinales (Pant & Bharati, 1964), característica resaltante que diferenció a *Ephedra americana* de las otras dicotiledóneas. Adicionalmente Scaglione y Gurni (1991) describen la presencia de papilas en la epidermis de *E. americana*, pero en las muestras analizadas no fueron detectadas. Otras particularidades observadas por este autor fueron células epidermales de contorno cuadrangular cubierta por una cutícula gruesa conforme a lo descrito en la presente investigación.

De la familia Plantaginaceae se estudió a la especie *Plantago tubulosa*, se encontraron dos tipos de estomas anomocíticos y diacíticos de acuerdo con lo aportado por Metcalfe y Chalk (1983) para esta familia. Rahn (1992) reporta presencia de pelos no glandulares uniseriados con terminaciones perpendiculares y paredes laterales en *P. tubulosa*, características similares a lo encontrado en este trabajo.

La descripción de la epidermis foliar de *Acaulimalva sp.*, presentó dos tipos de tricomas: glandular con cabeza pluricelular y pelo simple unicelular. Si bien la familia Malvaceae generalmente tiene pelos estrellados (Metcalfe & Chalk, 1957) en el material analizado no se logró observar. Por otra parte, la epidermis de *Tetraglochin cristata* detallada por Martínez (2016) en Argentina fue semejante al material encontrado en nuestro sitio de estudio.

En general las características epidérmicas resultaron similares con investigaciones anteriores, sin embargo, en algunos casos (Tabla 7) se brinda información por primera vez. La mayoría de trabajos encontrados pertenecieron a Argentina, siendo una base para el

desarrollo de muchas investigaciones de dietas de herbívoros usando la microhistología en ese país. En ese aspecto resulta muy importante el desarrollo del atlas epidérmico de pastizales Altoandinos peruanos, ya que al mismo se constituye en una herramienta de consulta muy útil para estudios relacionadas con la microhistología en la identificación de epidermis de plantas en las excretas o contenidos estomacales de herbívoros y adicionalmente disminuye tiempo y trabajo en las investigaciones (Bartolomé, 2020).

**Tabla 7:** Especies de pastizales Altoandinas, de las cuales se reporta por primera vez su epidermis vegetal

<b>Grupo funcional</b>	<b>Familia</b>	<b>Especie</b>
Gramíneas	Poaceae	<i>Anatherostipa obtusa</i>
		<i>Deyeuxia rigescens</i>
		<i>Jarava pungens</i>
		<i>Nassella sp.</i>
		<i>Festuca rigescens</i>
Graminoides	Cyperaceae	<i>Phylloscirpus deserticola</i>
		<i>Trichophorum rigidum</i>
Herbáceas	Apiaceae	<i>Lilaeopsis macloviana</i>
	Asteraceae	<i>Belloa piptolepis</i>
		<i>Cotula sp.</i>
	Fabaceae	<i>Astragalus brackenridgei</i>
		<i>Lupinus ananeanus</i>
Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i>	
Rosaceae	<i>Alchemilla diplophylla</i>	
Arbustivas	Rosaceae	<i>Tetraglochin cristata</i>

## 4.2. Composición botánica de la dieta

### 4.2.1. Por tipo de vegetación

Existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en la composición botánica de la dieta de vicuña por grupos funcionales entre los tipos de vegetación de los lugares de pastoreo (Tabla 8). Las gramíneas fueron el principal componente de las dietas de vicuñas en los cuatro tipos de vegetación, con valores cercanos a 70 % del total dieta coincidiendo con las investigaciones de Castellaro *et al.*, (2020) en el Altiplano Chileno, Mosca (2010) y Borgnia *et al.*, (2009) en la Puna Argentina; ya que este grupo funcional presenta alta biomasa con poca variación durante el año (Vilá, 2006).

**Tabla 8:** Composición botánica promedio (%) y desviación estándar (valores entre paréntesis) de la dieta de vicuñas en los tipos de vegetación de la Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho

Grupo funcional	Tipo de vegetación			
	Pajonal	Césped	Pajonal-Césped	Tolar-Césped
Gramíneas	77.34 (3.59) a	74.90 (5.73) ab	73.47 (3.02) b	63.68 (5.17) e
Herbáceas	5.37 (1.91) bc	10.16 (2.87) d	10.69 (3.71) d	9.21(5.56) bcd
Graminoides	4.58 (2.46) c	4.82 (1.97) c	5.11 (1.95) c	5.79 (2.92) c
Arbustivas	7.47 (2.18) b	5.07 (2.17) c	5.92 (2.23) c	11.10 (1.98) d
N. D	5.24 (2.50) c	5.05 (2.13) c	4.81 (1.97) c	10.22 (2.66) d

Las letras diferentes entre columnas y filas indica diferencia significativa según el Test de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ).

Considerando la contribución porcentual de los grupos funcionales en la dieta de la vicuña dentro de cada tipo de vegetación:

En la composición botánica de la dieta de pajonal se observó mayor ( $p < 0.05$ ) presencia de arbustivas (7.47%) en relación a los graminoides (4.58%) pero similar proporción entre herbáceas (5.37%) y graminoides al igual que entre arbustivas y herbáceas. Si bien no se observa claramente cuáles son los grupos funcionales que predominan la dieta de la vicuña aparte de las gramíneas en pajonal, se podría explicar que la mayor proporción de las arbustivas estaría sugiriendo un reemplazo de los graminoides en la dieta durante la época de baja disponibilidad de recursos según Mosca (2010).

En el tipo de vegetación césped, las herbáceas ocupan el segundo lugar en la composición botánica de la dieta con valores alrededor de 10%, mientras que los gramíneos y arbustivos ocuparon el tercer lugar no existiendo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre sí. Similar a lo mencionado ocurrió en la dieta de pajonal-césped. Koford (1957), Franklin (1983), Hofmann *et al.*, (1983), Menard (1984) y Oyama (2006) en la puna peruana reportan a las gramíneas y herbáceas dicotiledóneas como contribuyentes mayoritarios en la dieta de vicuña. También en investigaciones chilenas, Castellaro *et al.*, (2020) informan valores similares de consumo de herbáceas (10.2%). Sin embargo, estos autores encontraron que las gramíneas (74.2%) y gramíneos (14.3%) son los principales componentes de la dieta de la vicuña, lo que podría atribuirse al ambiente más húmedo frente a nuestras condiciones.

En cuanto a la dieta del tipo de vegetación tolar-césped, la presencia de arbustivos (11.10%) fue mayor ( $p < 0.05$ ) a los gramíneos (5.79%), sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre las herbáceas (9.21%) y gramíneos, ni entre las arbustivos y herbáceas. Borgnia *et al.*, (2009) reportaron mayor presencia de arbustivos (17%) en la dieta de la vicuña en condiciones de disponibilidad de 55% de arbustos en dicha investigación. Estos autores señalaron en particular que la proporción de este grupo funcional en la dieta varió en sitios locales, llegando hasta el 45 % del total de la dieta. Años más tarde Tirado *et al.*, (2016) registraron valores incluso mayores de arbustivos (33%) y casi nula presencia de herbáceas (0.06%) en la composición botánica de la dieta de la vicuña. Ambos estudios realizados en Argentina y Chile respectivamente, reportan la ausencia de herbáceas en la composición botánica de los pastizales, similar a lo ocurrido en el tolar-césped. A pesar de que en este tipo de vegetación no se encontraron herbáceas ni gramíneos, en la dieta aparecieron, tales como *Plantago tubulosa*, *Werneria sp*, *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata* y *Phylloscirpus deserticola*. Estas especies viven en fuentes de agua (Maldonado, 2014) y como la vicuña es un bebedor obligatorio (Franklin, 1983), sugiere que estas especies pudieron ser consumidas mientras bebían agua. En Argentina, las vegas (húmedales similares a los bofedales) así ocupen una mínima del área total resulta un hábitat muy importante para las vicuñas (Renaudeau d'Arc *et al.*, 2000).

Comparando los porcentajes de grupos funcionales en la dieta de la vicuña entre los tipos de vegetación se puede decir que:

La presencia de gramíneas en la dieta de tolar-césped fue menor 63,68% ( $p < 0.05$ ), frente a pajonal (77,34%), césped (74,90%) y pajonal-césped (73,47%). Sin embargo, en la dieta de

tolar-césped se encontró mayor presencia de arbustivas, 11.1% ( $p < 0.05$ ) frente a pajonal (7,47%), césped (5,07%) y pajonal-césped (5,92%). Esto podría atribuirse a la composición botánica de tolar- césped porque estuvo compuesta con proporciones superiores de arbustivas y menores proporciones de gramíneas en comparación a los otros tres tipos de vegetación.

Así mismo, posiblemente las excretas recolectadas en tolar-césped pertenecerían a tropillas de machos solteros, estos se caracterizan por no tener territorios fijos en comparación a los grupos familiares que delimitan sus territorios usando los bosteaderos defendiendo así áreas con vegetación de alta calidad (Franklin, 1983). Según Koford (1957) el territorio familiar varía entre 8 a 48 hectáreas y por otro lado se reportan territorios de pastoreo entre 7 a 30 hectáreas con promedio de 17 ha. (Franklin, 1981 citado por Mamani, 2006). Los estercoleros en tolar-césped fueron escasos y la mayoría estuvieron inactivos porque las excretas no presentaron brillantez ni humedad. La presencia de los grupos de machos solteros, en zonas marginales con vegetación pobre, pudo haber influenciado en la mayor proporción de arbustivas en su dieta para cubrir sus requerimientos.

Sumado a lo anterior, en la dieta de tolar-césped se observó mayor presencia de tejidos no determinados (N.D), 11.10% en relación a pajonal (5.24%), césped (5.05%) y pajonal-césped (4.81%). Los tejidos N.D corresponden a fragmentos irreconocibles de epidermis de especies que, que a causa de los efectos del paso por el tracto digestivo (Holecheck *et al.*, 1982) pierden sus características de identificación. Adicionalmente, dentro de este grupo se incluyeron estructuras como semillas, frutos, raíces y musgos, etc. Los valores reportados coinciden con otras investigaciones de dietas usando microhistología, tal como lo obtenido por Huamán (2008), quien reporta alrededor de 7% de especies no identificadas en las heces de guanaco. Asimismo, Borgnia *et al.*, (2009) encontraron 5% de especies no identificadas en excretas de vicuñas. Probablemente en tolar-césped, las vicuñas ante la ausencia de herbáceas y gramínoideas, puede haber optado por consumir semillas ricas en proteínas, grasas y carbohidratos tal como lo reportan Bryant y Farfán (1984) en el caso de alpacas adultas durante los meses de sequía.

En el caso de las herbáceas, no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre la dieta de césped (10.16%) y pajonal-césped (10.69%), sin embargo, en estos dos últimos las herbáceas se encontraron en mayores proporciones en comparación a pajonal (5,37%,  $p > 0.05$ ). La posible causa de la baja proporción de herbáceas en la dieta de pajonal se debería al

mecanismo de crecimiento de este grupo funcional, ya que la presencia dominante de las gramíneas de porte alto cubre a las herbáceas, por lo tanto, a los herbívoros se les dificulta su acceso. Si bien el tipo de vegetación pajonal-césped mostró una vegetación heterogénea, con presencia de parches de gramíneas altas y vegetación pequeña de porte almohadillado (gramíneas y herbáceas), la vicuña presentó similares proporciones de herbáceas en la dieta comparando con césped ( $p>0.05$ ), coincidiendo con lo reportado Borgnia *et al.*, (2009), quienes señalan que este camélido tiene la ventaja de seleccionar parches de vegetación corta, pues tienen dientes incisivos en constante crecimiento (Miller, 1924; Franklin, 1983) que les permiten cortar pastos pequeños, sobre todo cuando existe competencia con otros herbívoros. Esto sugiere que la vicuña selecciona mayores proporciones de herbáceas en lugares donde tienen mayor asequibilidad de este grupo funcional. Por otra parte, en el sitio donde está restringida su presencia aumentan los porcentajes de arbustivas en la dieta.

La presencia de herbáceas en la dieta de tolar-césped fue similar a pajonal, césped y pajonal-césped ( $p>0.05$ ). A pesar de que en la composición botánica de tolar-césped no se encontraron especies de herbáceas, sí aparecieron en la dieta. La presencia de las herbáceas en la dieta de tolar-césped podría ser consecuencia de la búsqueda de agua y pastos de buena calidad en este sitio (Mosca, 2010). Esto se explicaría sobre todo si la dieta fuera de grupos de machos solteros ya que no poseen terrenos establecidos y caminan kilómetros en búsqueda de alimento (Michaud, 2009 citado por Samame *et al.*, 2016) presentando mayor posibilidad de consumir herbáceas.

Los gramínoideos no presentaron diferencias significativas ( $p>0.05$ ) en las dietas de todos los tipos de vegetación con valores alrededor del 5% del total de la dieta. Según Mosca (2010), el bajo consumo de este grupo funcional puede ser debido a que la selección de gramíneas ha reemplazado la selección de los gramínoideos. También, Farfán (1982) señala que la presencia de gramínoideos en la dieta de alpacas aumenta a medida que comienza la temporada de lluvias.

#### **4.2.2 Por especies vegetales**

Dentro de las especies de gramíneas más seleccionadas en la dieta fueron *Nassella sp.*, *C. vicunarum*, *J. pungens*, *Poa sp.*, *Muhlenbergia sp.* y *F. rigescens* tal como se observa en la Tabla 9. Estos resultados son concordantes con lo observado por Koford (1957) en el primer reporte de dieta de vicuñas a través de la observación directa en la Sierra Sur del Perú, quién

señaló que los géneros más pastoreados son Calamagrostis, Festuca, Poa y Jarava; análogamente Menard (1984) reportó el consumo de la parte superior de mechones de *J. ichu* y *F. rigescens* en la estación seca. Así mismo, Franklin (1983) señaló que la vicuña pastorea preferentemente en sitios donde la especie dominante es *C. vicunarum*. Mientras Manrique y Riveros (2015) concluyen que *C. vicunarum* es una de las especies más consumidas durante la época húmeda. Por otra parte, Cajal (1989) reporta el consumo de Jarava como el género más importante en la dieta de vicuñas y guanacos, además señala que sólo este último consume el género Nassella, en contraste a los hallazgos de nuestro estudio para la época seca.

**Tabla 9:** Porcentajes promedio (%) de las especies de plantas presentes en la dieta de vicuñas en los tipos de vegetación de la Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho.

Especies de plantas	Tipo de vegetación				Promedio total
	Pajonal	Césped	Pajonal-Césped	Tolar - Césped	
<i>Nassella sp.</i>	20.08	11.10	14.34	18.45	15.48
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	9.28	17.33	13.60	8.08	12.76
<i>Jarava pungens</i>	12.47	12.03	12.71	13.47	12.57
<i>Poa sp.</i>	12.85	11.48	12.93	11.67	12.39
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	12.76	11.94	9.30	9.06	10.80
<i>Festuca rigescens</i>	8.10	9.96	8.63	2.43	8.06
<i>Lachemilla pinnata</i>	2.65	3.08	3.70	3.46	3.25
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	4.90	1.86	2.16	3.34	2.92
<i>Pycnophyllum molle</i>	1.07	3.27	3.07	3.45	2.67
<i>Distichia muscoides</i>	2.14	1.79	2.10	2.38	2.07
<i>Ephedra americana</i>	1.64	1.10	1.89	1.46	1.57
<i>Eleocharis albibracteata</i>	1.21	1.64	1.30	2.74	1.54
<i>Aciachne sp.</i>	1.78	1.04	1.92	0.52	1.49
<i>Tetraglochin cristata</i>	0.33	0.98	1.16	2.97	1.13
<i>Senecio sp.</i>	0.60	1.13	0.71	3.28	1.11
<i>Werneria sp.</i>	0.66	1.54	0.55	0.73	0.85

**Continuación de Tabla 9**

<i>Acaulimalva sp.</i>	0.21	0.57	1.67	0.00	0.82
<i>Carex sp.</i>	0.62	0.72	1.10	0.35	0.79
<i>Azorella compacta</i>	0.36	0.66	0.76	0.51	0.60
<i>Phylloscirpus deserticola</i>	0.35	0.67	0.58	0.32	0.52
<i>Plantago tubulosa</i>	0.33	0.50	0.51	0.91	0.51
<i>Alchemilla diplophylla</i>	0.04	0.25	0.23	0.00	0.16
<i>Trichophorum rigidum</i>	0.26	0.00	0.03	0.00	0.08
<i>Perezia multiflora</i>	0.05	0.11	0.06	0.05	0.07
<i>Anatherostipa obtusa</i>	0.02	0.02	0.04	0.00	0.02
<i>Nototriche acaulis</i>	0.00	0.02	0.03	0.05	0.02
<i>Arenaria digyna</i>	0.00	0.08	0.00	0.00	0.02
<i>Lilaeopsis macloviana</i>	0.00	0.02	0.03	0.00	0.01
<i>Lupinus ananeanus</i>	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01
<i>Oenothera multicaulis</i>	0.00	0.00	0.02	0.05	0.01
<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01
<i>Geranium sessiliflorum</i>	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
<i>Astragalus brackenridgei</i>	0.00	0.00	0.00	0.05	0.01
<i>Trifolium amabile</i>	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
No Identificadas	5.24	5.05	4.81	10.22	5.65
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

En cuanto a *Aciachne sp.* y *Anatherostipa obtusa* los valores en la dieta fueron bajos. Menard (1984) reportó proporciones bajas de consumo de *Aciachne pulvinata* a pesar de la abundancia relativamente en el medio ambiente, esto es explicado por el aspecto repulsivo de sus láminas foliares espiniformes. En relación a *A. obtusa*, su bajo consumo de estaría dado por la presencia casi nula en el lugar de estudio.

Las especies *Lachemilla pinnata* y *Pycnophyllum molle* fueron las herbáceas más consumidas en todos los tipos de vegetación, con porcentajes por debajo del 5% de la dieta. Menores proporciones de *P. molle* en la dieta han sido reportados por Menard (1984) con valores de 0,8%-1,8% en la época de sequía. De igual manera Linares (1995) citando a Lara y Alzerréca (1976) señalan que esta especie es apetecida por alpacas y llamas en el altiplano

boliviano. En contraste a nuestros resultados Koford (1957) reporta que la vicuña no consume *P. molle* sin embargo parecen comer pedazos de hierbas suculentas que crecen entre ellos. La limitante del consumo de esta especie se explicaría por la presencia de saponinas en su composición (Eisenberg, 2002).

*Lachemilla pinnata* es considerada una excelente forrajera ya que presenta alto porcentaje de proteína digestible (Ringuelet, 1941). Su consumo ha sido reportado por Farfán (1982), en la composición de dieta de alpacas adultas con valores de hasta 5%, en la época seca, resultados similares a lo obtenido en la presente investigación. De la misma manera, esta herbácea fue la más consumida en pastoreo mixto de alpacas, vicuñas y ovejas durante la época húmeda (Manrique & Riveros, 2015). Contrariamente, Castellaro *et al.*, (2020) señalan que esta especie no contribuye en la dieta de las vicuñas tanto en época en secas como en húmedas.

Se ha encontrado presencia de otras herbáceas en pequeñas cantidades (0,02% a 1,67%) tales como *Geranium sessiliflorum* e *Hypochaeris sp.*, coincidiendo con lo reportado por Oyama (2006) en Pampas Galeras. Otra especie poco consumida es *Azorella compacta.*, causada principalmente de la presencia de terpenos y de una resina pegajosa que se encuentra en las puntas de sus hojas (Person, 1978; Wickens, 1995; Loyola, 2009; Pugnaire *et al.*, 2020). Por otro lado, *Perezia multiflora* presenta espinas en su anatomía y terpenos, saponinas y taninos en su composición fitoquímica (Valdivia, 2013), lo que limitaría su consumo. De la misma manera *Arenaria digyna*, muchos autores refieren a esta Caryophyllaceae como indeseable para el ganado (Aguirre & Argote, 2003; Catorci *et al.*, 2012; Portal, 2019), si bien no hay un estudio específicamente de esta especie, investigaciones fitoquímicas del género *Arenaria* señalan la fuerte presencia de saponinas (López, 2007).

*Distichia muscoides* y *Eleocharis albibracteata* fueron las especies más consumidas en todos los tipos de vegetación. Estas plantas no fueron reportadas en el censo de vegetación, sin embargo, son propias de lugares húmedos lo que reafirma que las vicuñas realizan movimientos en busca de agua obligatoriamente en comparación de los guanacos (Franklin 1983).

El grupo funcional de los arbustos determinados en la dieta estuvieron conformados por *Ephedra americana*, *Astragalus brackenridgei*, *Senecio sp.*, *Tetraglochin cristata* y *Parastrephia quadrangularis*. Esta última fue el arbusto con mayor presencia en la dieta

apareciendo por debajo del 5% en todos los lugares de pastoreo. Especies del género *Parastrephia*, tales como *Parastrephia lepidophylla* y *Parastrephia lucida* han sido estudiados por el contenido de resinas, terpenos y taninos (Haro, 2017), que actúan como defensa de los herbívoros. Ante ello Borgnia *et al.*, (2009) reportan que las vicuñas consumieron baja proporción *Parastrephia sp.* a pesar de que presentaban alto contenido de proteína cruda. Otras investigaciones reportan a *P. lepidophylla* y *Tetraglochin sp.*, como consumidos raramente por las vicuñas (Oyama, 2006). En tanto, *E. americana* en Argentina, es considerada como forraje poco palatable para el ganado, consumida mayormente por ovejas y llamas (Borgnia *et al.*, 2009).

Por otra parte, las plantas de *Senecio sp.* poseen sabor y olor intensamente amargo que determina que los animales sólo los consuman en casos de escasez de forraje (Monroy & Preliasco, 2008) sin embargo según Muñoz (2005) las especies de género *Senecio* son altamente palatables. Mientras que *A. brackenridgei* presenta compuestos tóxicos como alcaloides (swainsonina) y selenio bioacumulado (Ríos & Waterman, 1997; Roque, 2018). El consumo de esta Fabaceae genera fuerte adicción debido a los altos niveles de alcaloides que sumado al selenio que contiene la planta produce intoxicación llevando hasta la muerte del animal (Castañeda, 2019).

En cuanto a la composición de la dieta a nivel de familias de plantas, las Poaceae y Asteraceae fueron las más representativas en la dieta, con ocho y cinco especies respectivamente, seguidas por Cyperaceae, Fabaceae y Rosaceae similarmente a lo reportado por Sernanp (2008), donde también se detalla el consumo de otras familias como, Juncaceae y Plantaginaceae tal como se registró en esta investigación (Figura 7).

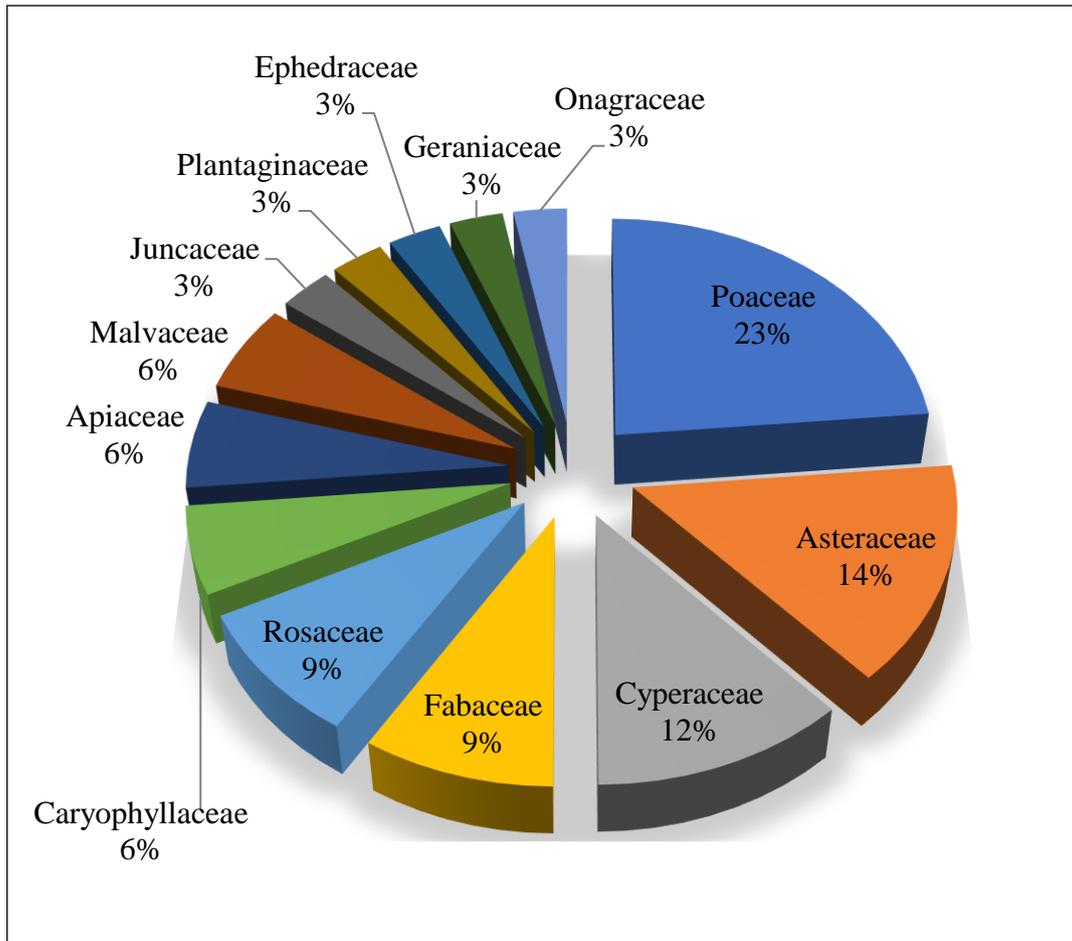


Figura 7: Porcentaje de aparición de familias de plantas en la dieta de la vicuña

#### 4.3. Diversidad de pastizal y dieta

La diversidad de la dieta no difirió estadísticamente ( $p > 0.05$ ) (Anexo 10) entre los cuatro tipos de vegetación, por el contrario, fueron mayores en comparación a la diversidad de la vegetación de las zonas de estudio, igual a lo descrito por Mosca (2010). Los valores del índice de diversidad de las dietas oscilaron entre 2.30 - 2.44 (Tabla 10), siendo estos superiores a los encontrados por Borgnia *et al.*, (2009), quienes determinaron un valor de 1.7 sin diferencias significativas entre la época lluviosa y seca. De la misma forma, Mosca y Puig (2010) reportan que la diversidad dietaria entre época de máxima disponibilidad ( $H' = 0.86$ ) y mínima disponibilidad ( $H' = 0.89$ ) no difieren significativamente. Sin embargo, Castellaro *et al.*, (2020) observaron variaciones significativas entre las estaciones seca-invernal y verano-húmeda en el Altiplano chileno.

El número de especies presentes en la dieta de vicuñas en todos los tipos de vegetación fueron mayores a los encontrados en los pastizales (Anexo 11), debido a que se colectaron plantas que no se hallaron en los censos de vegetación sobre todo especies de bofedales,

sugiriendo así la importancia de estos durante la época seca. El número de plantas en la dieta osciló entre 24 y 30 especies, similar a lo reportado por Borgnia *et al.*, (2009) quienes reportan entre 23 a 25 plantas sin diferencias estadísticas entre la época seca y húmeda.

El tipo de vegetación Tolar-césped presentó menor diversidad en su composición botánica, únicamente se registraron 4 especies, pero se identificaron 24 plantas en las excretas recolectadas de este lugar. El comportamiento anterior evidencia la estrategia alimentaria de la vicuña cuando el lugar donde pastorea presenta poca diversidad de especies disponibles ya que incorporaría especies de otros tipos de vegetación. Las largas caminatas en búsqueda de su alimento es un comportamiento característico de grupos familiares migratorios y tropillas de machos solteros cuya distribución es muy variable (Franklin, 1969 citados por Lichtenstein *et al.*, 2002).

**Tabla 10:** Índices de diversidad (Shannon-Wiener) promedios obtenidos del análisis de la vegetación de la Comunidad San Cristóbal de Lucanas -Ayacucho y de la dieta de la vicuña.

H'	Pajonal	Césped	Pajonal-césped	Tolar-césped
Índice de diversidad de la vegetación	2.02	1.97	1.72	1.19
Índice de diversidad de la dieta	2.30a	2.41a	2.44a	2.39a

Las letras diferentes entre filas indica diferencia significativa según el Test de Wilcoxon ( $p < 0.05$ ).

La alta similaridad dietaria observada entre los tipos de vegetación, puede estar explicada por que las vicuñas comparten ciertas áreas. Por ejemplo, los bofedales, que son áreas definidas como “neutras” o “indefendibles según Mosca (2010), las cuales son utilizadas simultáneamente por grupos familiares y tropillas de machos solteros. Sumado a esto en la época seca, estas áreas son escasas, por lo que hay más posibilidades de que las vicuñas puedan haber consumido las mismas especies en el caso de los gramínoideos y herbáceas propias de este tipo de vegetación.

#### 4.4. Selectividad de dieta

Los resultados de selectividad para grupos funcionales y especies vegetales encontradas en proporción superior al 1% en la dieta de la vicuña, se muestran en la Tabla 11. El grupo funcional gramíneas fue seleccionado en forma proporcional a su disponibilidad en el área de estudio ya que los valores del índice de Ivlev ( $E_i$ ) resultaron cercanos a cero. No obstante,

las especies *Festuca rigescens* y *Poa sp.* resultaron preferidos y estarían cumpliendo función de producción y rol nutricional como mejoradores de la dieta (Stuth & Heitschmidt, 1991). El contenido de proteína alto de *Poa sp.* y la poca variación de esta durante su ciclo fenológico (Hidalgo *et al.*, 1998) explicarían su selección. Estas especies deberían ser consideradas como “deseables” y pueden ser objeto de acciones de recuperación para aumentar su presencia en la composición botánica donde pastorea la vicuña.

**Tabla 11: Índice de Selectividad de Ivlev de las principales plantas encontradas en la dieta de las vicuñas.**

<b>Plantas</b>	<b>Índice de Ivlev (Ei)</b>
<b>Gramíneas</b>	0.01
<i>Aciachne sp.</i>	-0.63
<i>Calamagrostis vicunarum</i>	-0.04
<i>Festuca rigescens</i>	0.43
<i>Jarava Pungens</i>	0.12
<i>Muhlenbergia peruviana</i>	0.08
<i>Nassella sp.</i>	-0.22
<i>Poa sp.</i>	0.44
<b>Graminoides</b>	0.03
<i>Carex sp.</i>	-0.70
<i>Distichia muscoides</i>	1.00
<i>Eleocharis albibracteata</i>	1.00
<b>Herbáceas</b>	-0.29
<i>Lachemilla pinnata</i>	-0.18
<i>Pycnophyllum molle</i>	-0.37
<i>Werneria sp.</i>	0.20
<b>Arbustivas</b>	0.02
<i>Ephedra americana</i>	0.80
<i>Parastrephia quadrangularis</i>	-0.11
<i>Tetraglochin cristata</i>	0.31
<i>Senecio sp.</i>	0.56

Mosca (2010) destaca la preferencia de consumo de pastos con alto contenido de fibra por parte de las vicuñas. Esto estaría relacionado a que los camélidos tienen un sistema digestivo

distinto a otros rumiantes (San Martín & Bryant, 1989; Raggi & Ferrando, 1998), pues tienen mayor eficiencia con dietas de baja calidad ya que el tiempo de retención del pasto en su tracto digestivo es mayor que el de las ovejas y vacas (San Martín & Bryant, 1989). Así pues, no se han encontrado investigaciones de tiempo de retención en vicuñas, pero sí en alpacas donde se reporta un tiempo de retención de alimento de 50.3 horas y en el caso de ovinos 43.2 horas (Flórez, 1973 citado por Vivar, 2018).

En el caso de *Calamagrostis vicunarum*, *Jarava pungens* y *Muhlenbergia peruviana* presentaron valores de  $E_i$  cercanos a cero, lo que significa que estarían cumpliendo un rol nutricional de mantenimiento y rol funcional de volumen en la dieta de la vicuña (Stuth & Heitschmidt, 1991). Sin embargo, Terrel *et al.*, (2020) señalan que *C. vicunarum* es altamente deseable para vicuña; además, otros estudios indican que también es muy preferida por la alpaca (Farfán, 1982). Si bien *Nassella sp.* fue la especie que obtuvo mayor presencia en la composición de dieta de las vicuñas, resultó poco evitada (-0.22), según Stuth y Heitschmidt (1991) la clasifica como un forraje de selectividad proporcional al igual que las anteriores. La especie *Aciachne sp.* fue rechazada por las vicuñas, esto se relacionaría con la estructura punzante y consistencia rígida de sus hojas (Jahn, 2013; Anthelme *et al.*, 2017).

Los graminoides como *Distichia muscoides* y *Eleocharis albibracteata* no fueron detectados en la composición botánica de la dieta en ningún tipo de vegetación, pero fueron seleccionadas por las vicuñas. Estas especies deberían ser consideradas como “deliciosas” pues estarían cumpliendo una función nutricional de producción además de mejoradores de la dieta (Stuth & Heitschmidt, 1991). La preferencia de ambas especies estaría asociada también a los desplazamientos habituales hacia bofedales durante los periodos secos (Franklin, 1983). Las vicuñas aproximadamente al medio día se desplazan desde las llanuras secas hacia fuentes de agua como por ejemplo riachuelo o puquiales (Hoffman *et al.*, 1983). En particular, *Eleocharis albibracteata* presenta considerables valores nutricionales de proteína (9.9%) y fibra (68.7%) (Mosca, 2010) y su selectividad se explicaría por ello para cubrir sus requerimientos nutricionales en época seca.

En lo que concierne a las herbáceas, fueron poco evitadas (-0.29). Algunas especies de herbáceas presentan tejidos fácilmente degradables y pocas se libran de la digestión a tal grado de poder ser identificadas (Borrelli & Pelliza de Sbriller, 2014), trayendo como consecuencia una posible subestimación de este grupo funcional. *Lachemilla pinnata* ha sido reportada como una especie altamente deseable para vicuñas (Florez *et al.*, 1992 citado por

Loayza & Llamocca, 2017) y alpacas (Farfán, 1982). Sin embargo, en la presente investigación resultó poco evitado (-0.18). Por otro lado, *Pycnophyllum molle* evidenció mayor rechazo en comparación a *L. pinnata*. Stuth & Heitschmidt (1991) clasifica a *P. molle* de acuerdo al valor de su índice de Ivlev (-0.37) como categoría de selectividad forzada, cumpliendo una función nutricional de subsistencia y supervivencia.

Contrariamente a lo reportado por Mosca (2010), el grupo funcional arbustiva presentó valores de selectividad cercanos a cero lo que indica que se consumieron proporcionalmente a lo encontrado en el pastizal. Las especies *Senecio sp.* y *Ephedra americana* resultaron altamente seleccionados con valores cercanos a 1, a pesar de su regular palatabilidad reportada, la vicuña las seleccionó ante la ausencia de lluvias. La condición del pastizal determina la selectividad de la dieta de la vicuña, si es pobre, la selectividad es muy limitada (Malpartida y Florez, 1980 citado por San Martín y Bryant, 1987). En la época seca, las arbustivas constituyen un recurso pastoral siendo ramoneadas, pues éstas cumplen la función de suplemento proteico y de carotenos (Muñoz, 2005).

En el caso de *Parastrephia quadrangularis* fue poco evitada, a causa de sus contenidos de resina (Muñoz, 2005). Sin embargo, a pesar de que *Tetraglochin cristata* es un arbusto espinoso (Mamani, 2006), resultó seleccionado positivamente. La presencia de cierta atracción, como sus flores y frutos rojos, para los animales en algunos períodos del año (Villca & Didier, 1995) explicaría lo anterior.

## V. CONCLUSIONES

1. Se construyó un atlas de tejidos epidérmicos de 38 especies vegetales provenientes de las áreas de pastoreo de las vicuñas de la Comunidad Campesina San Cristóbal de Lucanas.
2. Las gramíneas fue el grupo funcional con mayor proporción en la composición botánica de la dieta de la vicuña, mientras que los gramínoides tuvieron menores proporciones. Las herbáceas y arbustivas variaron según el tipo de vegetación. En Tolar- césped se encontraron mayores proporciones de tejidos no determinados, probablemente pertenecientes a semillas y frutos.
3. La dieta de la vicuña presenta una amplitud dietaria moderada; incluye 13 familias de plantas, 33 géneros y 34 especies, 7 de las cuales no se encontraron en las áreas de muestreo por lo que se infiere que otros grupos sociales de vicuñas pastorean estas áreas y recorren distintos tipos de vegetación en búsqueda de alimento.
4. Las especies más seleccionadas fueron: *Distichia muscoides*, *Eleocharis albibracteata*, *Ephedra americana*, *Senecio sp.*, *Poa sp.* y *Festuca rigescens*. La selectividad negativa de las herbáceas pudo haber sido causada por la subestimación de este grupo funcional en la dieta, ya que presentan gran sensibilidad a la destrucción de sus epidermis.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Ampliar el atlas de epidermis vegetales con especies colectadas en diferentes áreas de muestreo, en el cual se pueda visualizar características microanatómicas, con la finalidad que pueda ser una base de datos de libre acceso para investigadores que realicen estudios con microhistología.
2. Realizar trabajos de investigación de la composición de la dieta de la vicuña durante la época de lluvia. También, diferenciar las dietas por grupos familiares de tropillas y complementar con estudios de calidad nutricional de las especies vegetales seleccionadas por la vicuña.
3. Seguir los recorridos que realizan los grupos familiares de vicuñas durante el día y tomar nota sobre los hábitats abarcados, con el fin de tener mayor precisión en el registro del desplazamiento y delimitar el territorio utilizado.
4. Para evitar la subestimación o sobreestimación de las especies vegetales que componen la dieta se propone el uso de factores de corrección, los cuales van a compensar la digestibilidad diferencial de los forrajes ingeridos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, C., Chávez, T., García, P., Raya, J. C. (2007). El silicio en los organismos vivos. *Interciencia*, 504-509. Recuperada de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442007000800004](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442007000800004)
- Aguirre, D. F., & Argote, Q. G. (2003). Influencia de la quema controlada sobre las características físico-químicas del suelo y la composición florística de un pastizal Altoandino. *Anales científicos UNALM*, LV, 228-240.
- Aldezabal, A., & García - Gonzalez, R. (1992). Clave para la determinación de las gramíneas más abundantes de los pastos supraforestales del Pirineo Occidental a partir de sus epidermis foliares. *Actas XXXII Reunión Científica de la S.E.E.P.*
- Ancibor, E. (1980). Estudio anatómico de la vegetación de la Puna de Jujuy II. Anatomía de las plantas en cojín. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 19(1-2), 157-202.
- Anthelme, F., Beck, S., Ginot, P., García, M., Meneses, R. (2017). Ecosistemas y plantas Altoandinos de la Cordillera Real: únicos y frágiles. Recuperada de [https://www.researchgate.net/publication/322951418\\_La\\_Cordillera\\_Real\\_y\\_sus\\_plantas/stats](https://www.researchgate.net/publication/322951418_La_Cordillera_Real_y_sus_plantas/stats) .
- Arana, C. W. (2014). Composición botánica de la dieta de alpacas (*Vicugna pacos*) y llamas (*Lama glama*) en pastoreo mono-específico y mixto en dos épocas del año. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica). Recuperada de <https://repositorio.unh.edu.pe/items/82868677-17a3-4bab-b079-70d7c58c8a95>
- Arellano, L., Pinto, R., López, A., Guevara, F., Hernández, D., Ley, A. (2019). Modificación de la técnica microhistológica. *Archivos de Zootecnia*, 68(261). 164-166.

- Arzamendia, Y. (2008). Estudios etoecológicos de vicuñas (*Vicugna vicugna*) en relación a su manejo sostenido en silvestría, en la Reserva de Biosfera Laguna de Pozuelos (Jujuy, Argentina). (Tesis doctoral, Universidad de Córdoba). Recuperada de [https://www.vicam.org.ar/tesisYanina/resumen\\_tesis\\_Yanina.pdf](https://www.vicam.org.ar/tesisYanina/resumen_tesis_Yanina.pdf)
- Bartolomé, J. (23-24 de octubre de 2020). Nace el primer Atlas digital de epidermis vegetales, un avance en la investigación de la dieta de animales herbívoros. (P. d. Barcelona, Entrevistador). Recuperada de <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/nace-el-primer-atlas-digital-de-epidermis-vegetales-un-avance-en-la-investigacion-de-la-dieta-de-animales-herbivoros-1345667994339.html?noticiaid=1345827624021>
- Bartolomé, J., Franch, J., Gutman, M., Seligman, N. (1995). Physical factors that influence fecal analysis estimates of herbivore diets. *Journal of Range Management*, 3(48), 267-270.
- Benitez, V., Borgnia, M., Cassini, M. (2006). Ecología nutricional de la vicuña, *Vicugna vicugna*, con un ejemplo en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. Buenos Aires: Proyecto MACS-Argentina. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/261722485\\_Ecologia\\_nutricional\\_de\\_la\\_vicuna\\_Vicugna\\_vicugna\\_con\\_un\\_ejemplo\\_en\\_la\\_Reserva\\_Laguna\\_Blanca\\_Catamarca](https://www.researchgate.net/publication/261722485_Ecologia_nutricional_de_la_vicuna_Vicugna_vicugna_con_un_ejemplo_en_la_Reserva_Laguna_Blanca_Catamarca)
- Borgnia, M. (2008). Ecología espacial y alimentación de la vicuña (*Vicugna vicugna*): Interacciones con el ganado doméstico en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. (Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Luján). Recuperada de <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediuunlu/418>
- Borgnia, M. (2009). Estudios aplicados al manejo ambiental en la Reserva Laguna Blanca, Catamarca. En capítulo 2: Microhistología aplicada al estudio de la composición de la dieta de herbívoros de la puna. Universidad Nacional de Catamarca, Argentina.
- Borgnia, M., Vilá, B., Cassini. (2009). Foraging ecology of Vicuña, *Vicugna vicugna*, in dry Puna of Argentina. *Small Ruminant Research*, 88, 44-53. doi: 10.1016/j.smallrumres.2009.11.009

- Borrelli, L., & Pelliza de Sbriller, A. P. (2014). Determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros a través de la técnica microhistológica. En G. Zarlavsky, *Histología vegetal* (págs. 153-169). Argentina: Sociedad Argentina de Botánica.
- Borrelli, P., & Oliva, G. (2001). Efectos de los animales sobre los pastizales. Cap.4. En: Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral. Ed. INTA. Reg, Pat. Sur. 269.
- Brack, A., & Mendiola, C. (2010). Ecología del Perú (Tercera ed.). Lima: Bruño.
- Bryant, F., & Farfán, R. (1984). Dry Season Forage Selection by Alpaca (*Lama pacos*) in Southern Peru. *Journal of Range Management*, 37(4). Recuperada de <http://hdl.handle.net/10150/645622>
- Cajal, J. (1989). Uso de hábitat por vicuñas y guanacos en la Reserva de Biósfera San Guillermo. *Vida Silvestre Neotropical* (2), 21-31.
- Castañeda, S. (2019). Estudio Etnobotánico de las plantas silvestres del distrito andino de Lircay, Angaraes, Huancavelica, Perú. (Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11365>
- Castellaro, G., Orellana, C., Escanilla, J., & Bastías, C. C. (2020). Botanical composition and Diet Quality of the Vicuñas (*Vicugna vicugna* Mol.) in Highland Range of Parinacota, Chile. *Animals*, 10(7). doi:10.3390/ani10071205 .
- Catán, A., Degano, C., & Werenitzky, D. (2007). Evaluación de criterios de lectura microhistológica para la cuantificación de *Sphaeralcea bonariensis* (Cav.), Pl Lorentz en mezclas manuales. *Tec.Pecu. Mex.*, 1(45), 77-83.
- Catorci, A., Tardella, F., Cesaretti, S., Bertellotti, M., Santolini, R. (2012). The interplay among grazing history, plant-plant spatial interactions and species traits affects vegetation recovery processes in Patagonian steppe. *Community Ecology*, 2(13), 253-263. doi: <https://doi.org/10.1556/ComEc.13.2012.2.16> .
- CONACS. (2006). Informe Perú. XXV Reunión ordinaria del convenio de la vicuña. Lima-Perú.

- Distal, R.A, Villalba, J.J. (2007). Diversidad vegetal, selección de dieta y producción animal. *Revista Argentina de Producción Animal*, 27 (1), 55-63.
- DGFFS. (2014). Censo Poblacional de vicuñas 2012. MINAG. Lima-Perú. Disponible en:  
<http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Censo%20Poblacional%20de%20Vicunas%202012.pdf>
- Eisenberg, A. (2002). Aymara perspectives: Ethnoecological studies in Andean communities of northern Chile. (Tesis doctoral, The University of Arizona). Recuperado de <http://hdl.handle.net/10150/280169> .
- Ellis, R. (1979). A procedure for standardizing comparative leaf anatomy in the Poaceae. II. The epidermis as seen in surface view. *Bothalia*, 12(4), 641-671. doi:10.4102/abc.v12i4.1441
- Esau, K. (1972). Anatomía vegetal. Barcelona, Barcelna: Omega.
- Esau, K. (1977). Anatomy of seed plants. (Segunda ed.). Canada: Wiley.
- Evert, R. F. (2006). Esau's Plant anatomy: meristems, cells, and tissues of the plant body: their structure, function, and development. United States of America: John Wiley & Sons.
- Falczuk, V., Rosati, R., Cabido, M. (1996). Caracteres epidérmicos foliares de valor diagnóstico para identificar especies vegetales de Pampa de Achala (Córdoba, Argentina). *Agriscientia*, XIII, 41- 58.
- FAO. (1989). Animal genetic resources of the USSR. Roma. Obtenido de <http://www.fao.org/3/ah759e/ah759e00.htm> .
- Farfán, R. (1982). Dry season forage preferences of Alpaca (*Lama pacos*) in Southern Peru. Texas: (Tesis de Maestría; Texas Tech University). Recuperada de <https://ttu-ir.tdl.org/handle/2346/12214?locale-attribute=de> .
- Finot, V., Baeza, C., Matthei, O. (2006). Micromorfología de la epidermis de la lemma de *Trisetum* y géneros afines (Poaceae, Pooideae). *DARWINIANA*, 44(1), 32-57. Obtenido de <http://www.jstor.org/stable/23226709> .

- Flores, E. (2000). Tambos alpaqueros I: Naturaleza y Usos de los Pastizales. Boletín Técnico, Universidad Nacional Agraria La Molina, Laboratorio Utilización de Pastizales, Lima-Perú.
- Fox, J., & Weisberg, S. (2017). Package 'car': Companion to Applied Regression. R package versión 2.1-6. Recuperada de <https://mran.microsoft.com/snapshot/2017-12-11/web/packages/car/car.pdf> .
- Franklin, W. (1976). Socioecology of the vicuna. (Tesis doctoral, Utah State University). Recuperada de <https://digitalcommons.usu.edu/etd/6293/> .
- Franklin, B. (1982). Biology, ecology and relationship of man of the South American camelids. *Mammalian biology in South America*, 6(1), 457-487.
- Franklin, W. (1983). Contrasting socioecologies of South America's wild camelids: The. *Special Publication of the American Society of Mammalogy* 1(7), 573-629.
- Gallina, S. (2011). Técnicas para conocer la dieta. En S. Gallina, & C. López, *Manual de técnicas para el estudio de la Fauna* (pág. 390). Querétaro -México: Universidad Autónoma de Queretano.
- García- González, R. (1983). Epidermis foliares de algunas especies de *Festuca*, *Poa* y *Bellardiochloa* en el Pirineo Occidental. *Anales Jardín Botánico de Madrid*, 39(2), 389-404.
- Gazzolo, C. (2008). Composición Botánica de la dieta de *Taruka* (*Cervidae Hippocamelus antisensis*) en el Parque Nacional Huascarán, durante la época lluviosa. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Lima, Perú.
- Gil, P., Maris, S., Ruiz, G. (1992). Identificación en base a características epidérmicas de especies forrajeras nativas del bosque chaqueño occidental de la provincia de Córdoba. I. Poáceas. *Agriscientia*, 9(2), 31-43. doi: <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v9.n2.2370> .
- Gross, J. (2015). Nortest: Tests for Normality. R package version 1.0-4. Obtenido de <https://cran.r-project.org/web/packages/nortest/nortest.pdf> .

- Hardoy, A., & Danelon. (1989). Selección de la dieta y consumo de rumiante en pastoreo. *Nutricion Animal aplicada*, 8(2), 32-34.
- Haro, R. J. (2017). Intensidad de pastoreo y contenido de taninos, degradabilidad ruminal y digestibilidad in vitro de *Parastrephia lepidophylla* (Wedd) Cabrera. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2897> .
- Henderson, J., & Vucetich, J. (2016). Microhistology of plant fragments in Herbivore Diets. *The Microscope*, 64(2), 61-68.
- Herrick, J., Van Zee, J., Havstad, K. B., Whitford, W. (2005). Monitoring manual for grassland, shrubland, and Savanna ecosystems, Vol II. Design, supplementary methods and interpretation. (U. o. Press, Ed.) USDA Jornada Experimental Range, 2, 236.
- Hidalgo, L., Cauhepe, M., Erni, A. (1998). Digestibilidad de materia seca y contenido de proteína bruta en especies de pastizal de la Pampa deprimida, Argentina. *Prod. Sanidad Animal*, 13(1,2 y 3), 165-176.
- Hofmann, R., Otte, K.-C., Ponce, C., Ríos, M. (1983). El manejo de la Vicuña Silvestre (Tomo I ed.). Eschborn: Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ).
- Hofmann, R., & Otte, K. (1977). Utilización de la vicuña en el Perú. (S. A. Técnica, Ed.) Eschborn : TZ-Verlagsgesellschaft mbH.
- Holecheck, J., Vavra, M., Pieper, R. (1982). Botanical Composition Determination Range Herbivore Diets: A Review. *Journal of Range Management*, 35(3), 309-315.
- Huamán, E. (2008). Composición de la dieta del guanaco (*Lama guanicoe*) en la comunidad de Huallhua y Anexos - Ayacucho (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperada de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1661>
- Ivlev, V. (1961). Experimental ecology of the feeding of fishes. Yale University Press, New Haven.

- Jahn, A. (2013). Los páramos venezolanos: Sus aspectos físicos y su vegetación. Obtenido de <http://saber.ucab.edu.ve/handle/123456789/11204>
- Jauregui, D., & Abel, M. (2004). La biomineralización del oxalato de calcio en plantas: retos y potencial. REB. Revista de educación bioquímica, 23(1), 18-23. Obtenido de [https://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/03/2004\\_107\\_18-23%20David\\_Jauregui.pdf](https://www.facmed.unam.mx/publicaciones/ampb/numeros/2004/03/2004_107_18-23%20David_Jauregui.pdf)
- Jofre, G., & Rosati, V. (1999). Caracteres epidérmicos foliares de latifoliados herbáceas del chaco occidental, San Luis. Rev. Fac. Agronomía - UNLPam, 10(2), 11-23. Recuperado de <http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/pubpdf/rev-agro/v10n2a02jofre.pdf>
- Keating, R. (1982). The Evolution and Systematics of Onagraceae: Leaf Anatomy. Missouri Botanical Garden Press, 69(4), 770-803. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2398996>
- Koford, C. (1957). The vicuna and the Puna. Ecological Monographs, 27(2), 1957. doi:10.2307/1948574
- Lara R. & H. Alzerréca. (1976). Forrajeras nativas del altiplano. Instituto boliviano de tecnología Agropecuaria. Bolt.577. La Paz.
- Lichtenstein, G., Orié, F., Grieg-Gran, M., Mazzucchelli, S. (2002). Estudio de caso del manejo comunitario de vida silvestre. Perú: PIE Series No. 2. International Institute for Environment and Development.
- Lichtenstein, G. 2004. Utilización de vicuñas por comunidades andinas: ¿una alternativa para la conservación y desarrollo local? "Antropología y Ruralidad, un reencuentro", Memorias III Congreso Argentino y Latinoamericano de Antropología Rural.
- Linares, P. E. (1995). Etnobotánica del transecto Yura- Chivay, Departamento de Arequipa, Perú. Chloris Chilensis: Revista chilena de flora y vegetación, 31-102. Recuperado de <https://chlorischile.cl/pdf-s/chloris%203-1.pdf>

- Loayza, A. G., & Llamocca, L. M. (2017). Evaluación de los recursos para la conservación del manejo sostenible de las vicuñas (*Vicugna vicugna*) en la comunidad de Huayqui distrito de Acos provincia de Acomayo – Cusco. (Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco). Recuperado de <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/2686>
- López Sandoval, J. A. (2003). Anatomía de plantas cultivadas. Universidad Autónoma de Estado de México, 286. Obtenido de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/17500>
- López, C. E. (2007). Estudio fitoquímico y aproximación genética en especies de la sección Plinthine del género *Arenaria* (Caryophyllaceae). (Tesis doctoral, Universidad de Granada). Recuperado de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/1552>
- Loyola, M. L. (2009). Química y bioactividad de terpenoides aislados de especies de Apiaceae de Chile. Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT). Recuperado de <http://repositorio.conicyt.cl/bitstream/handle/10533/181917/1060339-IF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ludwig, J.A. & Reynolds, J.F. (1988) *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. Wiley-Interscience Pub., New York.
- Macurí, O. J. (2017). Evaluación de tres métodos para estimar la capacidad de carga de vicuñas. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina). Recuperado de <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2940/L01-M33-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Maldonado, F. M. (2014). An introduction to the bofedales of the Peruvian High Andes. *Mires and Peat*, 15 (4), 1-13. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/269633569\\_An\\_introduction\\_to\\_the\\_bofedales\\_of\\_the\\_Peruvian\\_High\\_Andes/stats](https://www.researchgate.net/publication/269633569_An_introduction_to_the_bofedales_of_the_Peruvian_High_Andes/stats)
- Mamani, B. (2006). Estudio de la distribución dinámica del movimiento espacial de las vicuñas (*Vicugna vicugna*) y su interrelación con el medio físico y social. La Paz-

Bolivia. (Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés). Recuperado de <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/11890/T-991.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Manrique, R. M., & Riveros, A. C. (2015). Composición botánica de la dieta seleccionada por vicuñas (*Vicugna vicugna*) y especies domésticas (*Vicugna pacos*, *Lama glama* y *Ovis aries*) en simpatria durante la época húmeda. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/772>

Martínez, G. C. (2016). Estudios Físicoquímicos y farmacobotánicos en algunas especies de Asteráceas y Rosáceas medicinales nativas. Argentina: (Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Nordeste en el Área de Recursos Naturales). Recuperado de <https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/477>

Mc Lean, R., & Ivimey Cook, W. (1941). Plant Science Formulae. Macmillan and Co, 203.

Mc Innis, M., Vavra, M., & Krueger, W. (1983). A Comparison of Four Methods Used to Determine the Diets of Large Herbivores. *Journal of range management*, 3(36), 302-306.

Mehra, P., & Sharma, P. (1965). Epidermal Silica Cells in the Cyperaceae. *The University of Chicago Press*, 126(1), 53-58. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/2473436>

Ménard, N. (1984). Le régime alimentaire des vicognes (*Lama vicugna*) pendant une période de sècheresse. *Mammalia*, 48(4), 529-539. Obtenido de <https://doi.org/10.1515/mamm.1984.48.4.529>

Metcalf, C., & Chalk, L. (1950). *Anatomy of the Dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press.

Metcalf, C., & Chalk, L. (1957). *Anatomy of the dicotyledons II*. London: Oxford University.

- Metcalf, C. R. (1960). *Anatomy of Monocotyledons: I. Gramineae* (Vol. 1). New York: Oxford University Press.
- Metcalf, C. R. (1971). *Anatomy of the Monocotyledons: Cyperaceae* (Vol. 5). Clarendon Press, Oxford.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. (1983) *Anatomy of the Dicotyledons* (Vol. 2). The Clarendon Press, Oxford.
- Miller, G. (1924). A second instance of the development of rodent-like incisors in an artiodactyl. *Proceedings of the United States National Museum*, 66(2545), 1-3. doi: <https://doi.org/10.5479/si.00963801.66-2545.1>
- MINAGRI. (2012). Censo poblacional de vicuñas. Recuperado de <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Censo%20Poblacional%20de%20Vicunas%202012.pdf>
- Mitma, S. P. (2008). Impacto del manejo de vicuñas en cautiverio sobre la condición, tendencia y producción del pastizal. (Tesis de Maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina).
- Monge, S. (1995). Características epidérmicas de dicotiledóneas encontradas en las dietas de herbívoros de la reserva de la Biosfera de Ñacuñan (Santa Rosa, Mendoza). *MULTEQUINA* (4), 47-57. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/428/42800406.pdf>
- Monroy, B. I., & Preliasco, A. M. (2008). Investigación sobre la toxicidad de *Senecio grisebachii* en bovinos del Uruguay. (Tesis de pregrado, Universidad de la República Uruguay). Recuperado de <https://bibliotecadigital.fvet.edu.uy/handle/123456789/1540>
- Morrison, J. I. (2008). Using Microhistological techniques to predict botanical composition of horse diets on cool -season grass pasture. (Tesis de Maestría, Universidad de Kentucky). Recuperado de [http://uknowledge.uky.edu/gradschool\\_theses/504](http://uknowledge.uky.edu/gradschool_theses/504)

- Mosca, M. T. (2010). Selección de alimento y hábitat por vicuñas silvestres de la Reserva Provincial de los Andes (Salta, Argentina). (Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires). Recuperado de [http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis\\_n4902\\_MoscaTorres](http://hdl.handle.net/20.500.12110/tesis_n4902_MoscaTorres) .
- Mosca, T. M., & Puig, S. (2010). Seasonal diet of vicuñas in the Los Andes protected area: Are they optimal foragers? *Journal of Arid Environments*, 74(4), 450-457. doi:10.1016/j.jaridenv.2009.10.002.
- Muñoz, A. (2005). El hábitat de la vicuña (*Vicugna vicugna Molina*, 1872) y su capacidad sustentadora en el altiplano de Parinacota (I Región de Tarapacá, Chile). Santiago: Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de <https://macaulay.webarchive.hutton.ac.uk/macsf/Publications/munozmacsfinal.pdf>
- Neira, J. M. (1980). Métodos para determinar la composición botánica de la dieta de ganado doméstico y fauna silvestre. *Técnica Pecuaria*, 52-60.
- Orellana, C., Castellano, G., Escanilla, P. (2007) Algunos aspectos de la selectividad de la dieta de ovinos. Universidad de Chile. 13-19 pp.
- Oyama, S. (2006). Ecology and wildlife conservation of vicuña in Peruvian Andes. *Geographical reports of Tokyo Metropolitan University* (41), 27-44.
- Pant, D., & Bharati, M. (1964). Epidermal structure and development of stomata in *Ephedra Foliata Boiss.* *The New Phytologist*, 63(1), 91-95. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/2429267>
- Pelliza de Sbriller, A. P. (1993). Acerca de la microhistología. Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental Agropecuaria Bariloche.
- Peña, J. M. (1980). Métodos para determinar la composición botánica de la dieta de ganado doméstico y fauna silvestre. *Técnica pecuaria*, 9.

- Person, R. C. (1978). Observations on *Azorella compacta* (Umbelliferae), a Tropical Andean Cushion Plant. *Biotropica*, 10(1), 62-67. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/2388107>.
- Pizarro, S. (2022). Modelo de simulación dinámica poblacional de vicuñas en escenarios de cambio ambiental y de manejo. (U. N. Molina, Ed.) (En prensa).
- Pla, L. (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), 583-590. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33911906>
- Pohlert, T. (2018). Calculate Pairwise Multiple Comparisons of Mean Rank Sums. Obtenido de <https://cran.r-project.org/web/packages/PMCMR/PMCMR.pdf>
- Portal, Q. E. (2019). Influencia de la Napa freática sobre la vegetación y capacidad de carga animal en bofedales Altoandinos. (Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10377>
- Provenza, F., Villalba, J., Wiedmeier, R., Lyman, T., Owens, J., Lisonbee, L., Clemensen A., Welch, K., Gardner, D., Lee, S. (2009) Value of Plant Diversity for Diet Mixing and Sequencing in Herbivores. *Rangelands*. 31: 45-49.
- Pugnaire, F., Morillo, J., Armas, C., Rodríguez, S., Gaxiola, A. (2020). *Azorella compacta*: survival champions in extreme, high-elevation environments. *Ecosphere Naturalist*, 11(2), 1-5. doi: <https://doi.org/10.1002/ecs2.3031>.
- Quispe, E., Rodríguez, T., Iñiguez, Mueller, J. (2009). Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica. *Animal Genetic Resources Information* (45), 1-14.
- Raggi, L., & Ferrando R., G. (1998). Avances en fisiología y adaptación de camélidos sudamericanos. *Avances En Ciencias Veterinarias*, 13(1). Doi: <https://doi.org/10.5354/acv.v13i1.4806>
- Rahn, K. (1992). Trichomes within the Plantaginaceae. *Nordic Journal of Botany*, 12(1), 3-12. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1756-1051.1992.tb00195.x>

- Ramírez, B., & Goyes, R. (2004). Botánica: Generalidades, morfología y anatomía de las plantas superiores. Popayan, Colombia: Universidad del Cauca.
- Renaudeau d'Arc, N., Cassini, B., Vilá. (2000). Habitat use of vicuñas in Laguna Blanca Reserve (Catamarca, Argentina). *Journal of Arid Environments* 46:107-115.
- Ringuelet, E. (1941). Estudio Ecológico y Químico de una Forrajera Indígena (*Alchemilla pinnata*, fam. Rosáceas). *Darwiniana*, 299-315. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/23212184> .
- Ríos, J., & Waterman, P. (1997). A Review of the Pharmacology and Toxicology of *Astragalus*. *Phytotherapy research*, 11(6), 411-418. doi:[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199709\)11:6<411:AID-PTR132>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199709)11:6<411:AID-PTR132>3.0.CO;2-6).
- Roque, G. J. (2018). Efectos tóxicos del selenio contenido en plantas de garbancillo (*Astragalus sp.*), sobre la salud de animales de cría en el departamento de Ancash. (Tesis Doctoral, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo). Recuperado de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/3333>
- Ryan, Z. (2003). Establishment and evaluation of a livestock early warning system for Laikipia, Kenya. Texas, USA: (Master's thesis, Texas A&M University). Recuperado de <https://hdl.handle.net/1969.1/2261>
- Samame, L. M., Chavez, A., Pinedo, R. (2016). Fascioliasis en vicuñas (*Vicugna vicugna*) de la sierra central del Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 27(1), 137-144. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.15381/rivep.v27i1.11459> .
- San Martín, F., & Bryant, F. (1987). Nutrición de los Camélidos Sudamericanos: Estado de nuestro conocimiento. Artículo técnico T-9-505. Programa colaborativo de apoyo a la investigación en rumiantes menores. Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Texas Tech University. 67 pp
- San Martín, F., & Bryant, F. (1989). Nutrition of domesticated South American llamas and alpacas. *Small Ruminant Research*, 2(3), 191-216. doi:10.1016/0921-4488(89)90001-1.

- Sanders, K., Dahl, B., Scott, G. (1990). Bite-count vs Fecal analysis for range animal diets. *Journal of range management*, 2(33), 146-149.
- Safigueroa, M., Giráldez, F., Peláez, R., Mantecón, A. (1996). Selección de dieta: factores que la afectan y métodos para su estimación. *Ovis*, 43(1), 65-74. Recuperado de <https://digital.csic.es/handle/10261/18054>
- Scaglione, L., & Gurni, A. (1991). Estudios anatómicos - sistemáticos en *Ephedra americana* H. et B.ex Wild. Comparacion con *E.triandra* Tul. emend Hunz. y *E. tweediana* Fish. et Mey. emend. Hunz. *Acta Farm. Bonaerense*, 10(2), 79-83.
- Seminario, J. (2017). Determinación de metabolitos secundarios en *Perezia pinnatifida* (Bonpl.) Wedd. y su caracterización morfohistológica (Tesis de Pre-grado, Universidad Nacional Mayor De San Marcos). Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7042>
- SENAMHI. (2019). Descarga de datos meteorológicos. Recuperado el 9/08/2021 de <https://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>
- Sernanp. (2008). Módulo de uso sustentable (MUS) y repoblamiento de vicuñas en el Santuario Histórico de Machu Picchu. Región Cusco, Provincia de Urubamba, Distrito de Machupicchu.
- Silveira, F. (2004). Anatomía Vegetal. Curvelo: Facultad de ciencias Curvelo - Departamento de ciencias biológicas.
- Sparks, D., & Malecheck, J. (1968). Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *Journal of Range Management*, 21(4), 264-265.
- Stuth, J., & Heitschmidt, R. (1991). Foraging Behaviour. Cap; *Grazing Management: An Ecological Perspective*. USA: Timber Press.
- Tarazona, A., Ceballos, M., Naranjo, J., Cuartas, C. (2012). Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 3(25), 473-487. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-06902012000300015vvv](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902012000300015vvv)

- Terrel, P. W., Valenzuela, C. H., Pantoja, A. C. (2020). Capacidad de carga de un pastizal Altoandino para la conservación y manejo sostenible de la vicuña. *Manglar*, 17(3), 247-254. doi: <http://dx.doi.org/10.17268/manglar.2020.036>
- Tirado, C., Cortés, A., Carretero, M., Bozinovic, F. (2016). La presencia de ganado domesticado altera la conducta trófica de poblaciones simpátricas de los camélidos silvestres *Vicugna vicugna* Molina 1782 y *Lama guanicoe* Müller 1976 (Artiodactyla: Camelidae) Evidencia de los Andes Centrales. *Gayana (Concepción)*, 80(1), 29-39. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-65382016000100004> .
- Valdivia, J. E. (2013). Evaluación de la actividad antipirética de los extractos secos de las hojas de *Perezia Multiflora* (Escorzonera) en animales de experimentación Arequipa-2013. Arequipa- Perú: (Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María). Recuperado de [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/915216/evaluacion-de-la-actividad-antipiretica-de-los-extractos-secos-\\_xFJAWal.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/09/915216/evaluacion-de-la-actividad-antipiretica-de-los-extractos-secos-_xFJAWal.pdf) .
- Vilá, B. (1999). La importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas. *Etología: Revista de la Sociedad Española de Etología* (7), 63-68. Recuperada de [https://www.vicam.org.ar/publi/Etologia\\_vol7\\_pp6368.pdf](https://www.vicam.org.ar/publi/Etologia_vol7_pp6368.pdf)
- Vilá, B. (2002). La silvestría de las vicuñas, una característica esencial para su conservación y manejo. *Ecología Austral* (12), 79-82.
- Vilá, B. (2006). Investigación, conservación y manejo de vicuñas. Proyecto MACS. Buenos Aires- Argentina.
- Villca, Z., & Didier, G. (1995). Uso de los recursos forrajeros por llamas y ovinos. Oruro: ORSTOM. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/32972402\\_Uso\\_de\\_los\\_recursos\\_forrajeros\\_por\\_llamas\\_y\\_ovinos\\_1\\_Comportamiento\\_alimenticio](https://www.researchgate.net/publication/32972402_Uso_de_los_recursos_forrajeros_por_llamas_y_ovinos_1_Comportamiento_alimenticio)
- Vivar, M. (2018). Comparación del nivel de nitrógeno ureico sanguíneo entre alpacas y llamas destetadas mantenidas en pastos cultivos. Lima, Perú: (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos). Recuperado de

[http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/8181/Vivar\\_hm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/8181/Vivar_hm.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

- Welch, Pederson, & Clary. (1983). Ability of different rumen inocula to digest range forages. *The Journal of wildlife management*, 3(47), 873-877. doi:10.2307/3808630
- West, N. (1993). Biodiversity of rangelands. *Journal of range management*, 46 (1), 2-13.
- Wheeler, J.C. (2006). Historia natural de la vicuña. Investigación, conservación y manejo de vicuñas. 25-35. Buenos Aires, Argentina.
- Wickens, G. (1995). Llaretá (*Azorella Compacta*, Umbelliferae): A review. *Economic botany*, 207-212. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02862926>.
- Wurschmidt, A., & Salas, H. (1990). Clave para la determinación de la dieta de herbívoros de Alta Montaña en Tucumán. *Acta Zoológica Lilloana*, XXXIX (2), 6-15.
- Zúñiga, M.A. (2007). La vicuña y su manejo técnico. 1 era. ed. Universidad Alas Peruanas. 166 pp. Perú

## VIII. ANEXOS

**Anexo 1:** Composición florística de los pastizales de La Comunidad San Cristóbal de Lucanas - Ayacucho en el mes de noviembre del año 2019

Especies de plantas	Familia	Pajonal	Césped	Pajonal-césped	Tolar-césped
<b>Gramíneas</b>		<b>70.85</b>	<b>79.65</b>	<b>68.39</b>	<b>67.89</b>
<i>Aciachne sp.</i> Benth.		10.30	4.79	8.31	0.00
<i>Anatherostipa obtusa</i> (Nees & Meyen) Peñail		0.00	0.38	0.00	0.00
<i>Calamagrostis vicunarum</i> (J. Presl) Scribn.		3.63	30.56	14.22	0.00
<i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth	Poaceae	0.61	4.58	5.31	0.00
<i>Jarava Pungens</i> (Nees & Meyen) Matthei		11.64	19.71	5.24	8.26
<i>Muhlenbergia peruviana</i> (P. Beauv.) Steud.		9.71	2.89	1.87	46.79
<i>Nassella sp.</i> (Trin.) E. Desv.		34.96	0.60	32.70	12.84
<i>Poa sp.</i> L.		0.00	16.14	0.74	0.00
<b>Graminoides</b>		<b>3.02</b>	<b>1.57</b>	<b>9.83</b>	<b>0.00</b>
<i>Carex</i> L.		1.81	1.57	9.83	0.00
<i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh.	Cyperaceae	1.21	0.00	0.00	0.00
<b>Herbáceas</b>		<b>19.41</b>	<b>17.69</b>	<b>19.92</b>	<b>0.00</b>
<i>Pycnophyllum molle</i> J. Rémy		3.01	0.77	11.26	0.00
<i>Arenaria digyna</i> Willd. ex D.F.K. Schltld.	Caryophyllaceae	2.41	1.91	0.43	0.00
<i>Azorella compacta.</i>	Apiaceae	3.07	2.68	0.43	0.00
<i>Descurainia sp.</i> Webb & Berthel.	Brassicaceae	0.00	0.60	0.00	0.00
<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.	Geraniaceae	0.62	0.00	0.00	0.00
<i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm.	Rosaceae	4.83	5.77	6.67	0.00
<i>Nototriche acaulis</i> (Cav.) Krapov.	Malvaceae	0.00	0.98	0.81	0.00
<i>Plantago tubulosa</i> Decne.	Plantaginaceae	1.81	0.00	0.00	0.00
<i>Trifolium amabile</i> Kunth	Fabaceae	1.23	2.67	0.00	0.00
<i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f.	Asteraceae	0.62	0.77	0.00	0.00

### Continuación de Anexo 1

Especie de plantas		Pajonal	Césped	Pajonal- césped	Tolar- césped
<i>Werneria</i> Kunth	Asteraceae	1.81	0.77	0.32	0.00
<i>Perezia multiflora</i> (Bonpl.) Less.		0.00	0.77	0.00	0.00
<b>Arbustivas</b>		<b>6.76</b>	<b>1.15</b>	<b>1.89</b>	<b>32.11</b>
<i>Astragalus brackenridgei</i> A. Gray	Fabaceae	4.94	0.00	0.76	0.00
<i>Ephedra americana</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Ephedraceae	0.61	0.38	0.00	0.00
<i>Parastrephia</i> <i>quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera	Asteraceae	0.00	0.00	0.00	32.11
<i>Senecio</i> L.		0.00	0.77	0.32	0.00
<i>Tetraglochin cristata</i> (Britton) Rothm.	Rosaceae	1.21	0.00	0.81	0.00

**Anexo 2:** Especies vegetales colectadas en La Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho en el mes de noviembre del año 2019

<b>Familias</b>	<b>Género y especie</b>
Apiaceae	<i>Azorella compacta</i> Phil. <i>Lilaeopsis macloviana</i> (Gand.) AW Hill
Brassicaceae	<i>Descurainia</i> Webb & Berthel.
Asteraceae	<i>Belloa piptolepis</i> (Wedd.) Cabrera <i>Cótula</i> L. <i>Hypochaeris taraxacoides</i> (Meyen & Walp.) Benth. & Hook. f. <i>Perezia multiflora</i> (Bonpl.) Less. <i>Parastrephia quadrangularis</i> (Meyen) Cabrera <i>Senecio</i> L. <i>Werneria</i> Kunth
Caryophyllaceae	<i>Arenaria digyna</i> Willd. ex D.F.K. Schltld. <i>Pycnophyllum molle</i> J. Rémy
Cyperaceae	<i>Carex</i> L. <i>Eleocharis albibracteata</i> Nees & Meyen ex Kunth <i>Phylloscirpus deserticola</i> (Phil.) Dhooge & Goetgh. <i>Trichophorum rigidum</i> (Boeckeler) Goetgh., Muasya & D.A. Simpson
Ephedraceae	<i>Ephedra americana</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.
Fabaceae	<i>Astragalus brackenridgei</i> A. Gray <i>Trifolium amabile</i> Kunth <i>Lupinus ananeanus</i> Ulbr.
Geraniaceae	<i>Geranium sessiliflorum</i> Cav.
Juncaceae	<i>Distichia muscoides</i> Nees & Meyen
Malvaceae	<i>Acaulimalva</i> Krapov. <i>Nototriche acaulis</i> (Cav.) Krapov.
Onagraceae	<i>Oenothera multicaulis</i> Ruiz & Pav.
Plantaginaceae	<i>Plantago tubulosa</i> Decne.
Poaceae	<i>Aciachne</i> sp. Benth <i>Anatherostipa obtusa</i> (Nees & Meyen) Peñail <i>Deyeuxia rigescens</i> (J. Presl) Scribn. <i>Calamagrostis vicunarum</i> (Wedd.) Pilg. <i>Jarava pungens</i> (Nees & Meyen) Matthei <i>Festuca rigescens</i> (J. Presl) Kunth <i>Muhlenbergia peruviana</i> (P. Beauv.) Steud. <i>Nassella</i> sp. (Trin.) E. Desv. <i>Poa</i> sp. (EHL Krause) Refulio <i>Trisetum spicatum</i> (L.) K. Richt.
Rosaceae	<i>Alchemilla diplophylla</i> <i>Lachemilla pinnata</i> (Ruiz & Pav.) Rothm. <i>Tetraglochin cristata</i> (Britton) Rothm.

**Anexo 3:** Formato de plantillas de lecturas de placas microhistológicas del Laboratorio de Microhistología INTA-EAA Bariloche - Argentina

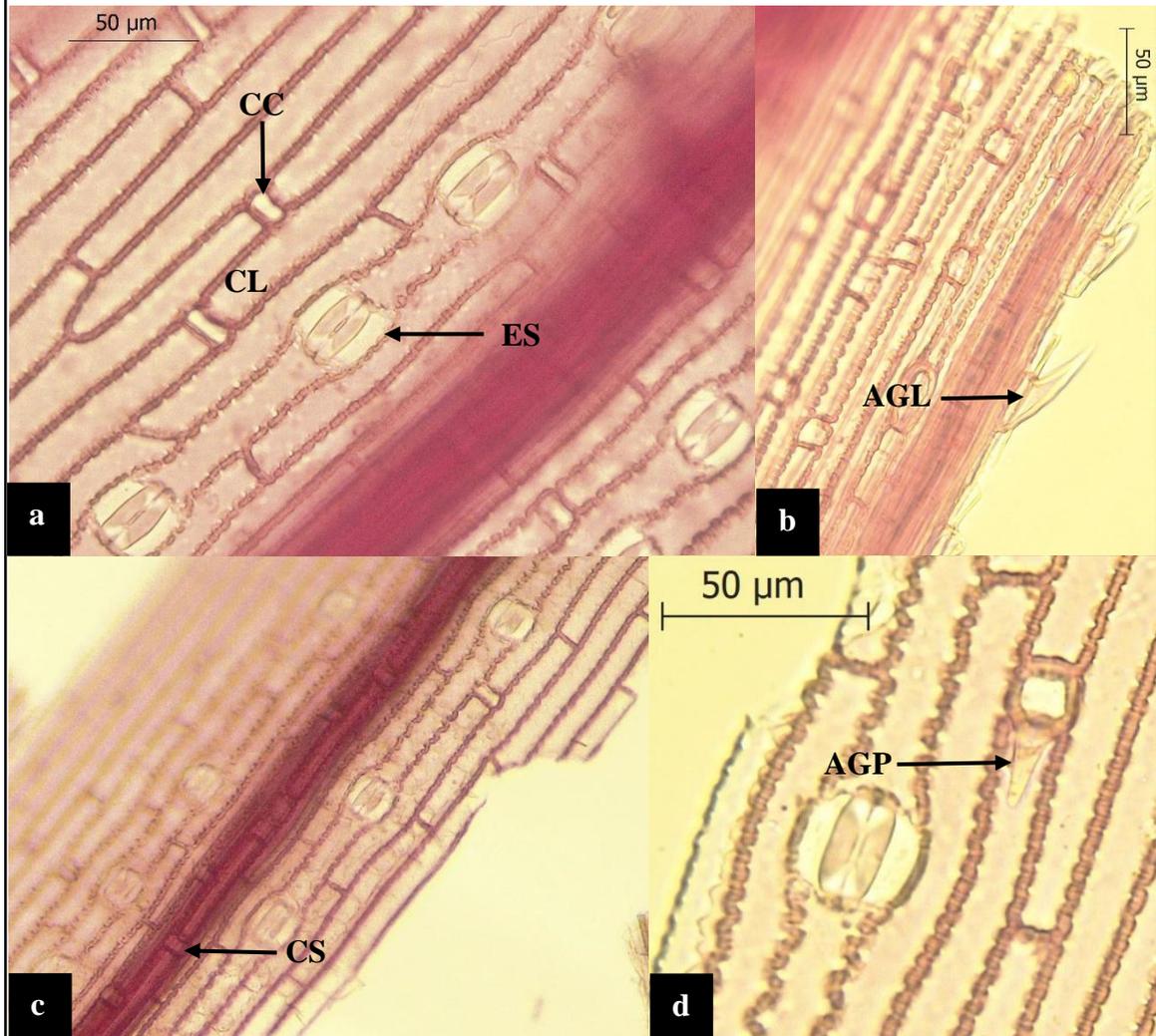
Microscopio:		Animal:			Muestra:		
Procedencia:		Fecha de muestreo:					
Plantas:	Preparado 1	Preparado 2	Preparado 3	Preparado 4	Preparado 5	Total	

**Anexo 4:** Microfotografías de epidermis de plantas encontradas en La Comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho en el mes de noviembre del año 2019

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Calamagrostis vicunarum***



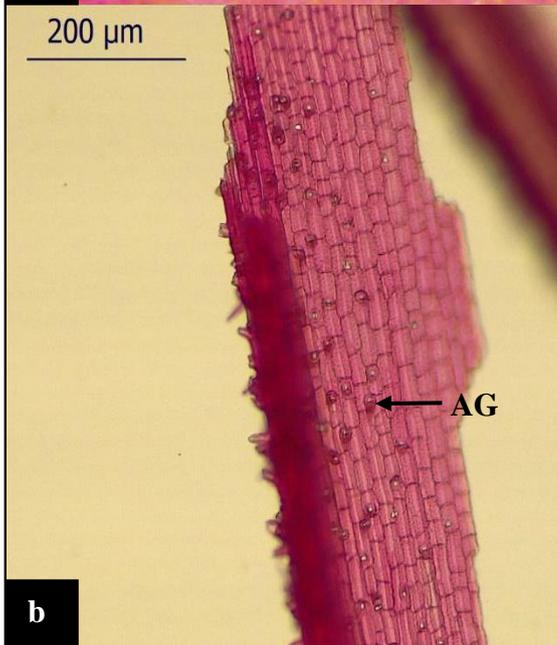
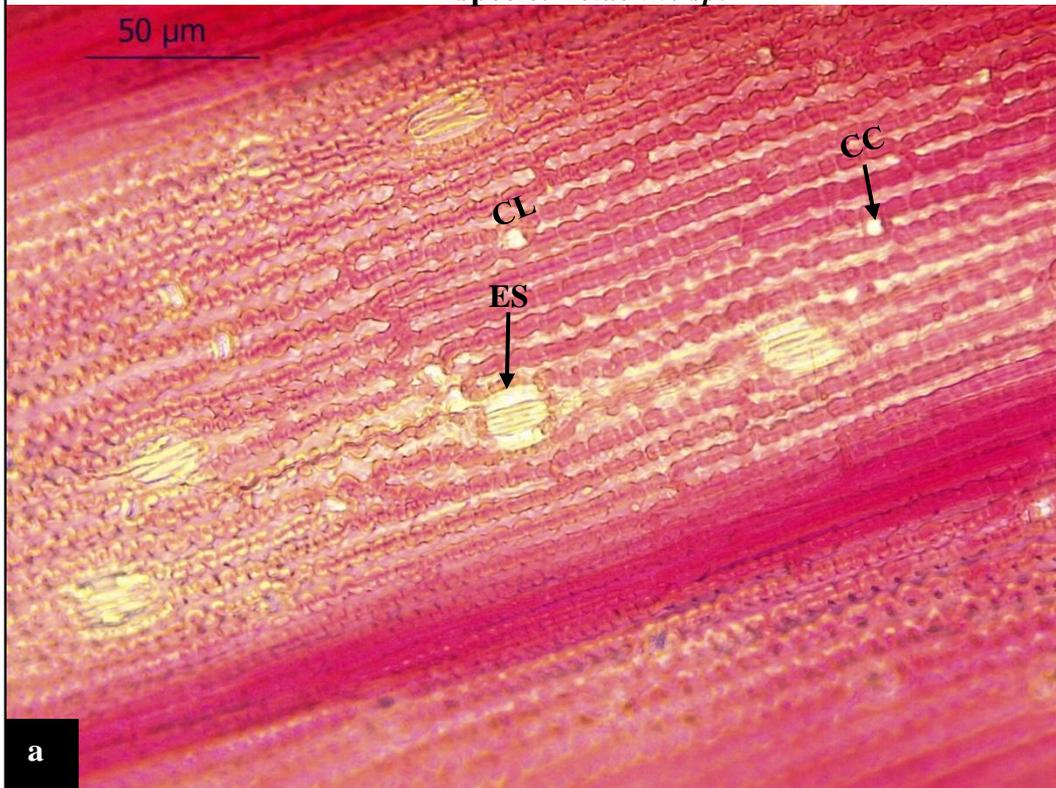
**Leyenda**

- a). Microfotografía 100X. Células largas epidérmicas (CL) rectangulares con extremos cuadrados, están dispuestas en filas de ladrillos. Paredes ligeramente gruesas y ligeramente onduladas. Células cortas (CC) altas y estrechas y; cuadradas de paredes lisas. Estomas (ES) dispuestas en filas paralelas, con células subsidiarias de tipo oval.
- b). Microfotografía 100X. Agujones largos (AGL) ubicados en el borde de la hoja. c). Microfotografía 100X. Pares sílico-suberosos en la zona costal. Los cuerpos síliceos (CS) presentan forma de silla de montar. d) Microfotografía 400X. Agujones pequeños (AGP) en la zona intercostal.

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Aciachne sp.***



**Leyenda**

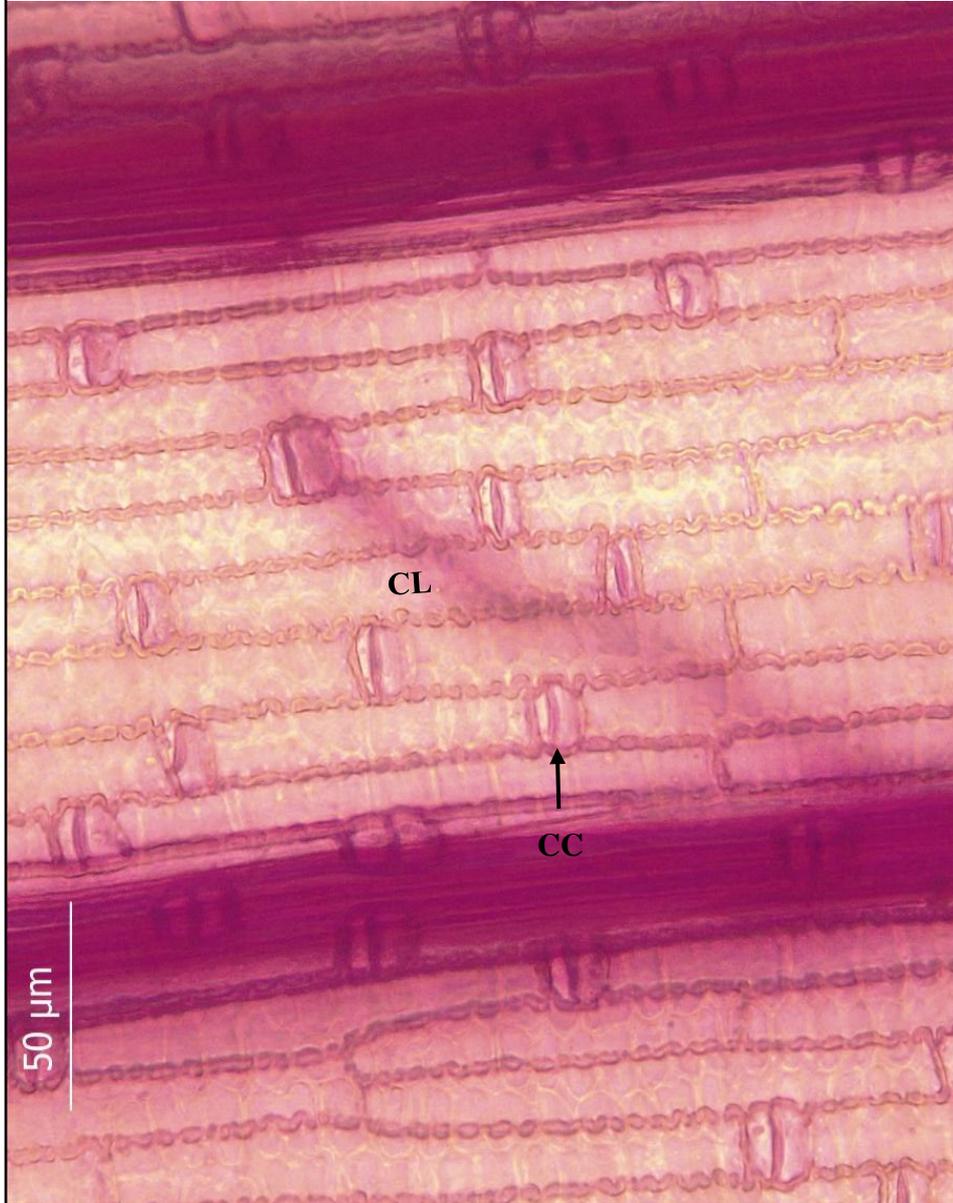
a). Microfotografía 400X. Células largas (CL) rectangulares, más largas que anchas, dispuestas en filas de ladrillos. Paredes ligeramente onduladas y muy gruesas. Células cortas (CC) cuadradas de contorno sinuosas. Estomas (ES) dispuestas en filas paralelas, con células subsidiarias rectangulares.

b). Microfotografía 100X Agujones (AG) pequeños en la zona intercostal y agujones grandes en la zona costal.

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Deyeuxia rigescens***



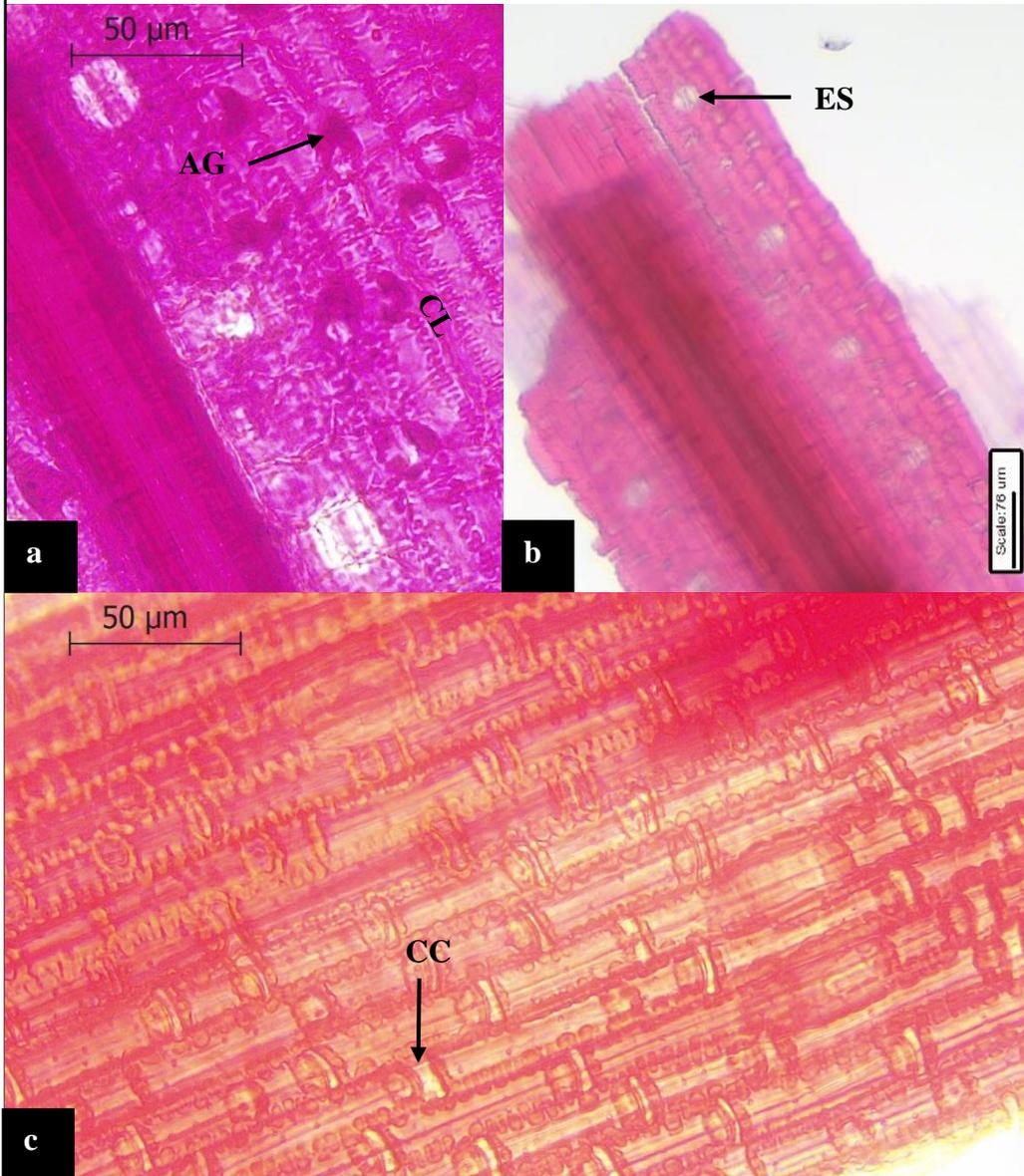
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células largas (CL) rectangulares con extremos cuadrados. Paredes ligeramente gruesas y ligeramente onduladas. Células cortas (CC) en pares en la zona intercostal y costal. Células cortas pareadas ubicadas entre las células largas, con paredes irregulares.

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Jarava pungens***



**Leyenda**

a). Microfotografía 400X. Células largas (CL) rectangulares y cuadradas dispuestas en filas de ladrillo. Paredes moderadamente gruesa. Agujones pequeños (AG) en la zona intercostal.

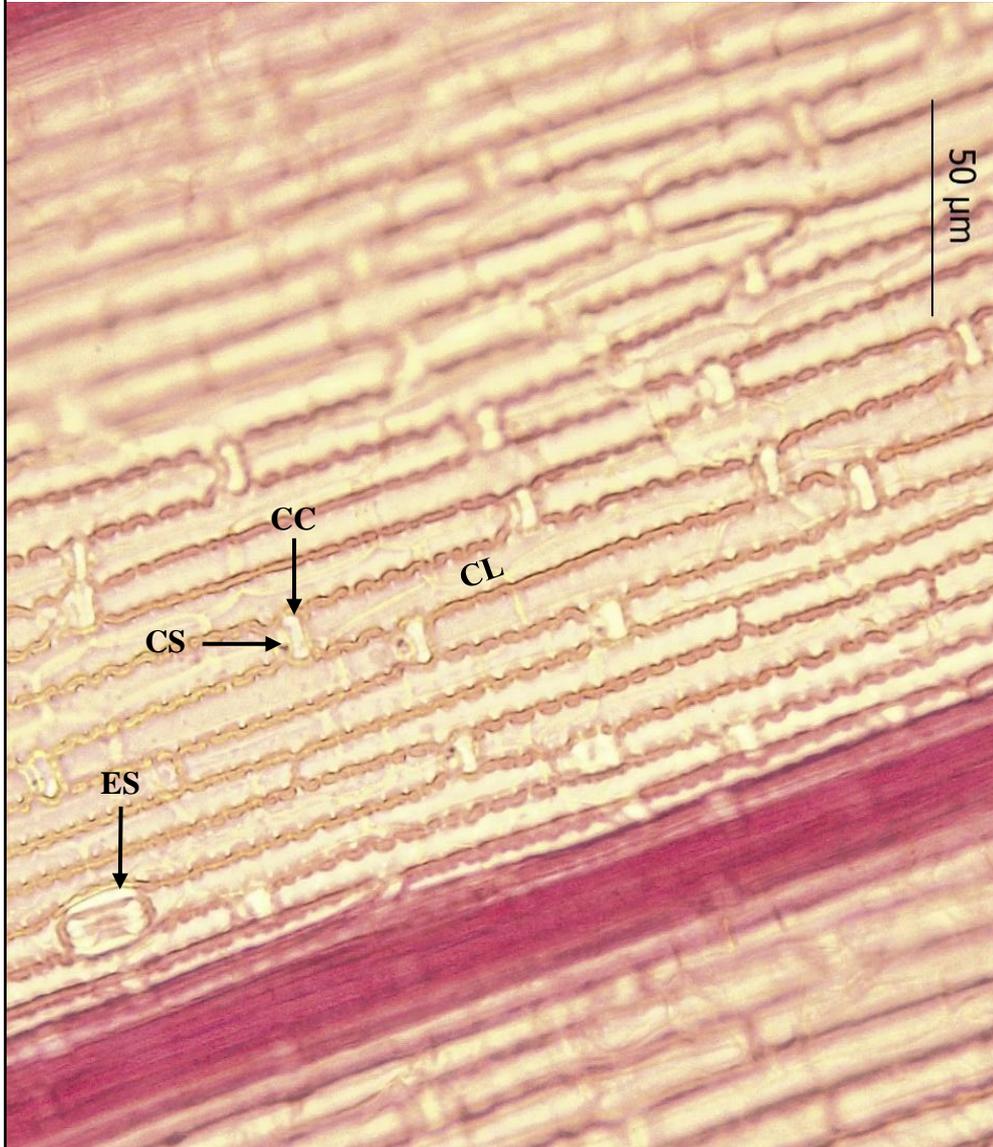
b). Microfotografía 100X. Estomas (ES) acomodados en filas paralelas, con células subsidiarias infladas.

c). Microfotografía 400X. Células cortas (CC) altas y estrechas de forma media luna que envuelve a la célula de sílice de contorno liso.

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Poa sp.***



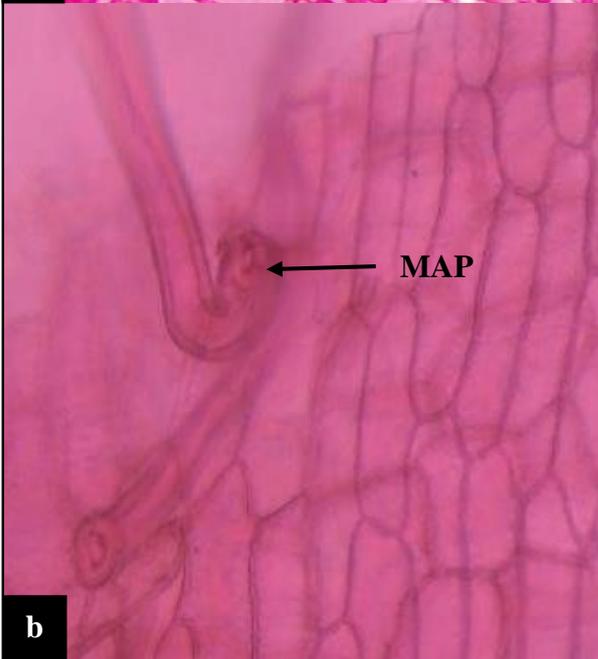
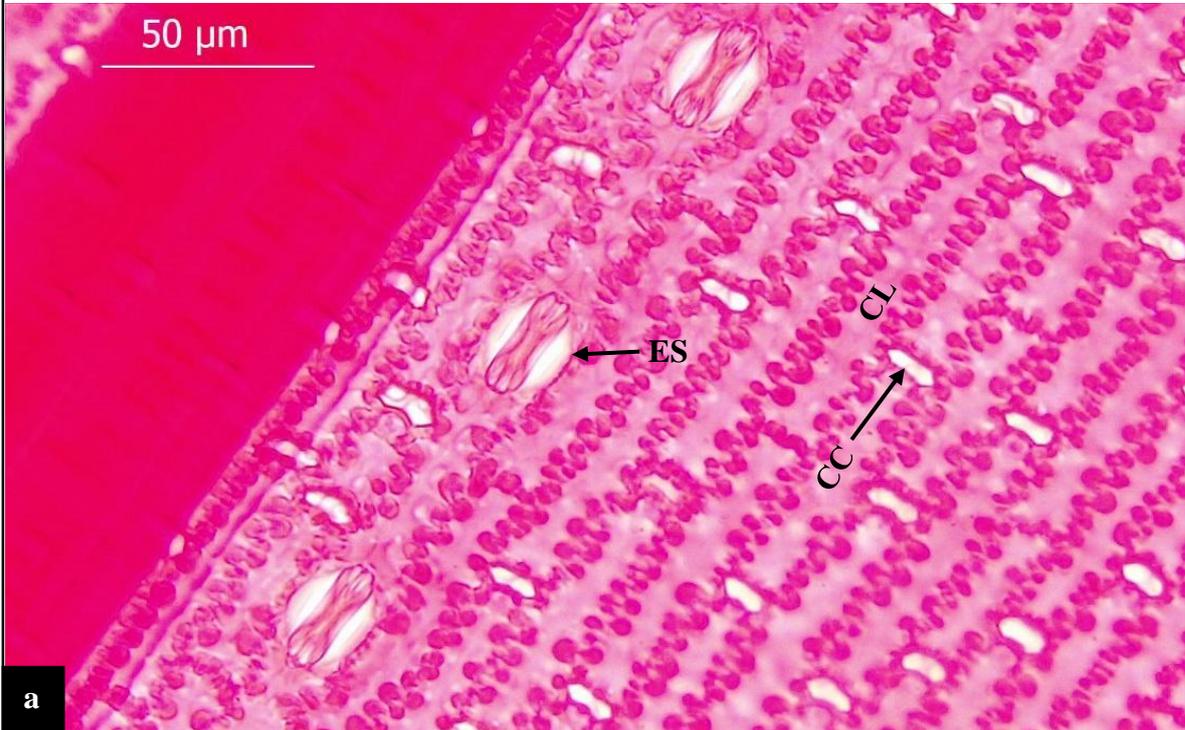
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células largas (CL) rectangulares dispuestas en filas de ladrillos. Paredes ligeramente gruesas, ligeramente ondulado. Estomas (ES) acomodados en filas paralelas, con células subsidiarias rectangulares. Células cortas (CC) en pares ubicados en la zona intercostal, células de corcho en forma de media luna que envuelve al cuerpo de sílice (CS).

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Nassella sp.***



**Leyenda**

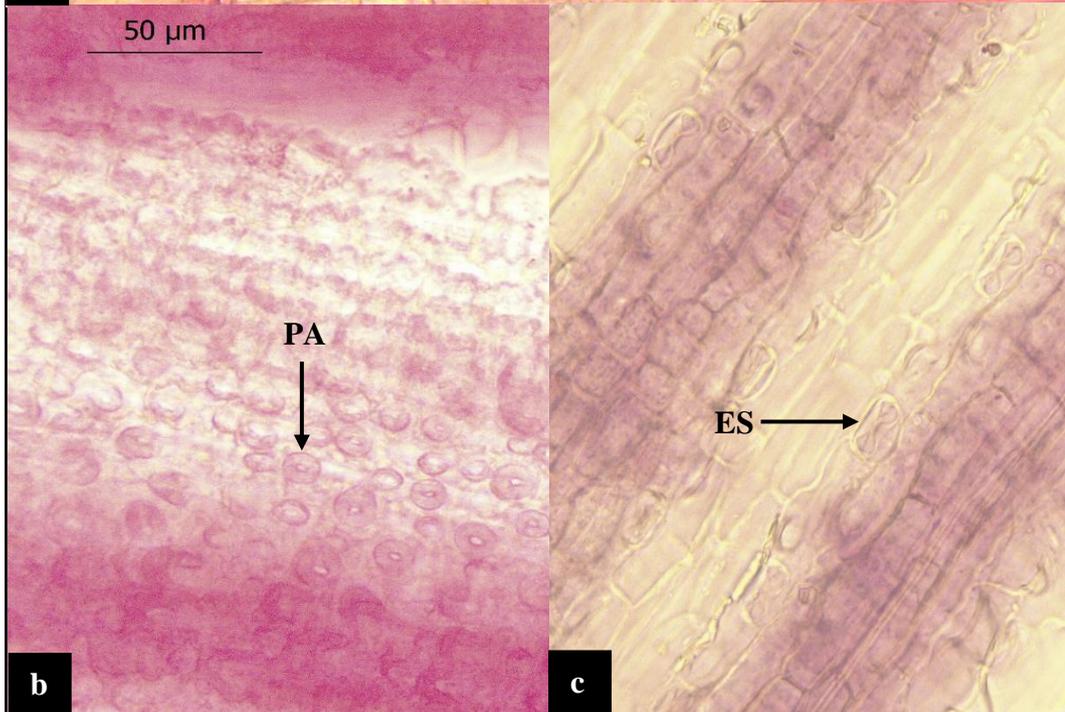
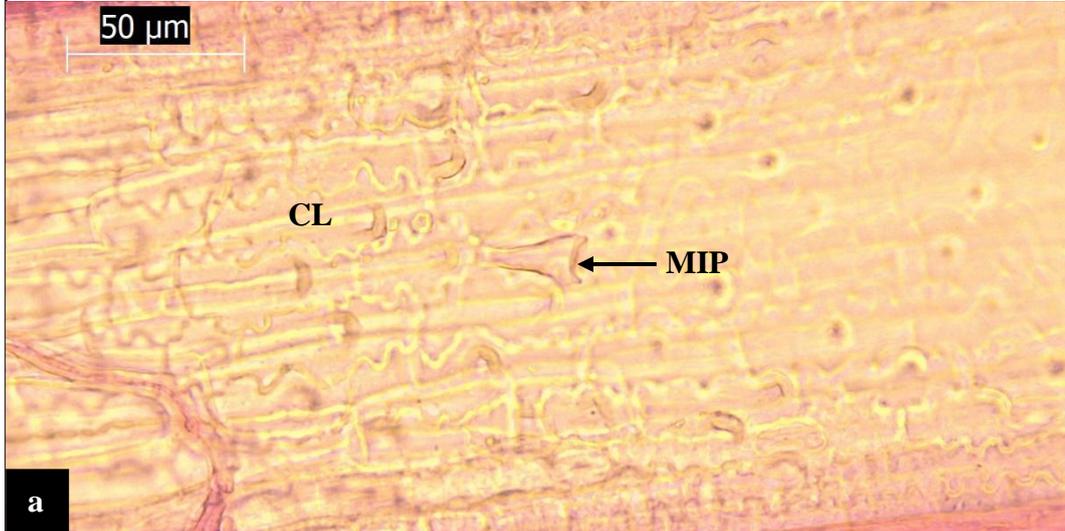
a). Microfotografía 400X Células largas (CL) rectangulares acomodadas en filas de ladrillos. Paredes moderadamente gruesa y fuertemente ondulados. Estomas (ES) dispuestas en filas paralelas, con células subsidiarias ovalados. Células cortas (CC) altas y estrechas de contorno crenado.

b). Microfotografía 400X Macropelos (MAP) unicelular asociados a varias a varias células que acompañan la base del pelo. Células epidérmicas rectangulares con terminaciones redondeadas. Paredes anticlinales rectas ligeramente grueso.

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Muhlenbergia peruviana***



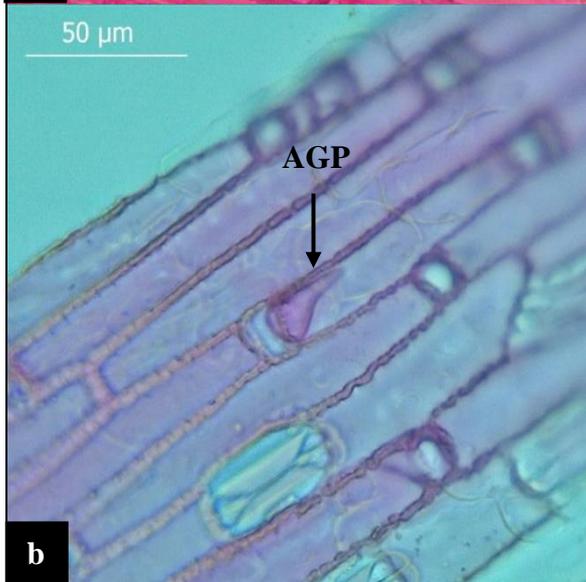
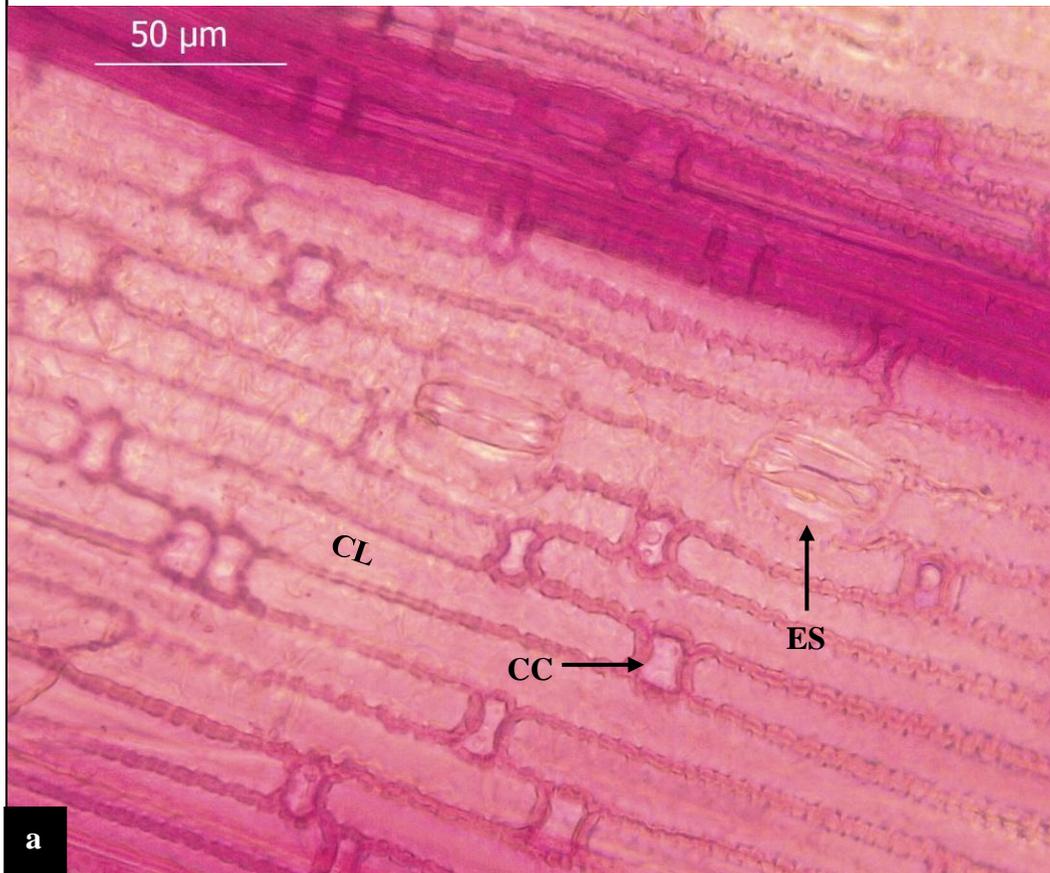
**Leyenda**

- a). Microfotografía 400X. Células largas (CL) intercostales rectangulares dispuestas en fila de ladrillos. Paredes moderadamente onduladas, muy delgadas. Micropelos (MIP) en forma de clavo.
- b). Microfotografía 400X. Células cortas de forma cuadrada o rectángulo de contorno liso. Células largas papilosas (PA).
- c). Microfotografía 400X. Estomas (ES) ovalados en filas paralelas.

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Festuca rigescens***



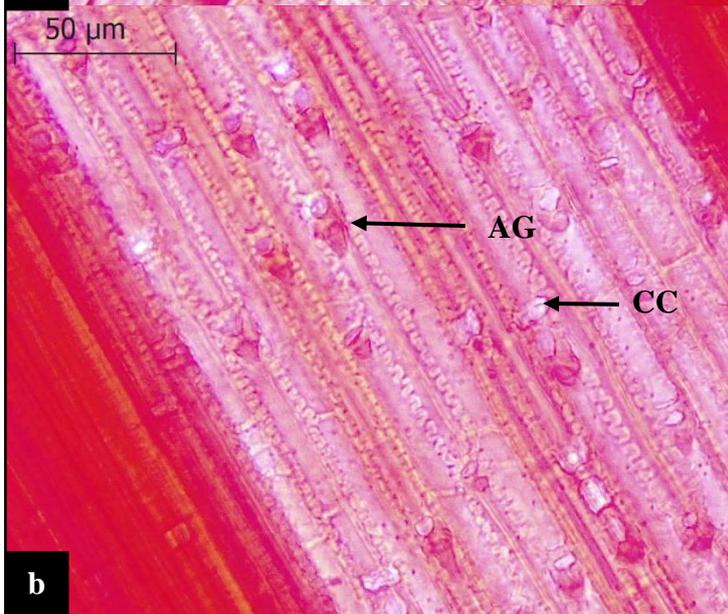
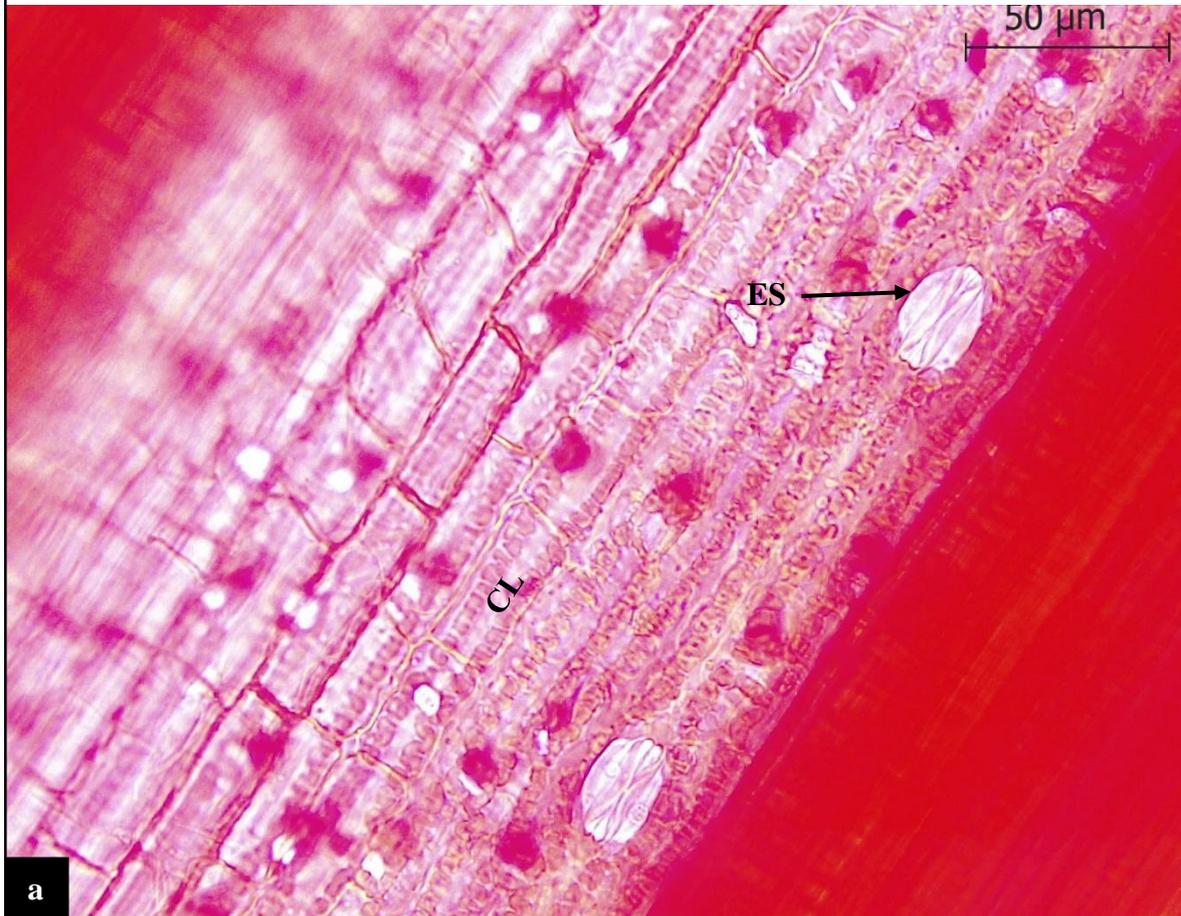
**Leyenda**

- a). Microfotografía 400X. Células largas (CL) intercostales rectangulares dispuestas en fila de ladrillos. Paredes suavemente onduladas, ligeramente gruesas. Estomas (ES) dispuestos en filas paralelas, con células subsidiarias rectangulares. Células cortas (CC) en forma de pesas.
- b). Microfotografía 400X Agujones pequeños (AGP)

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Anatherostipa obtusa***



**Leyenda**

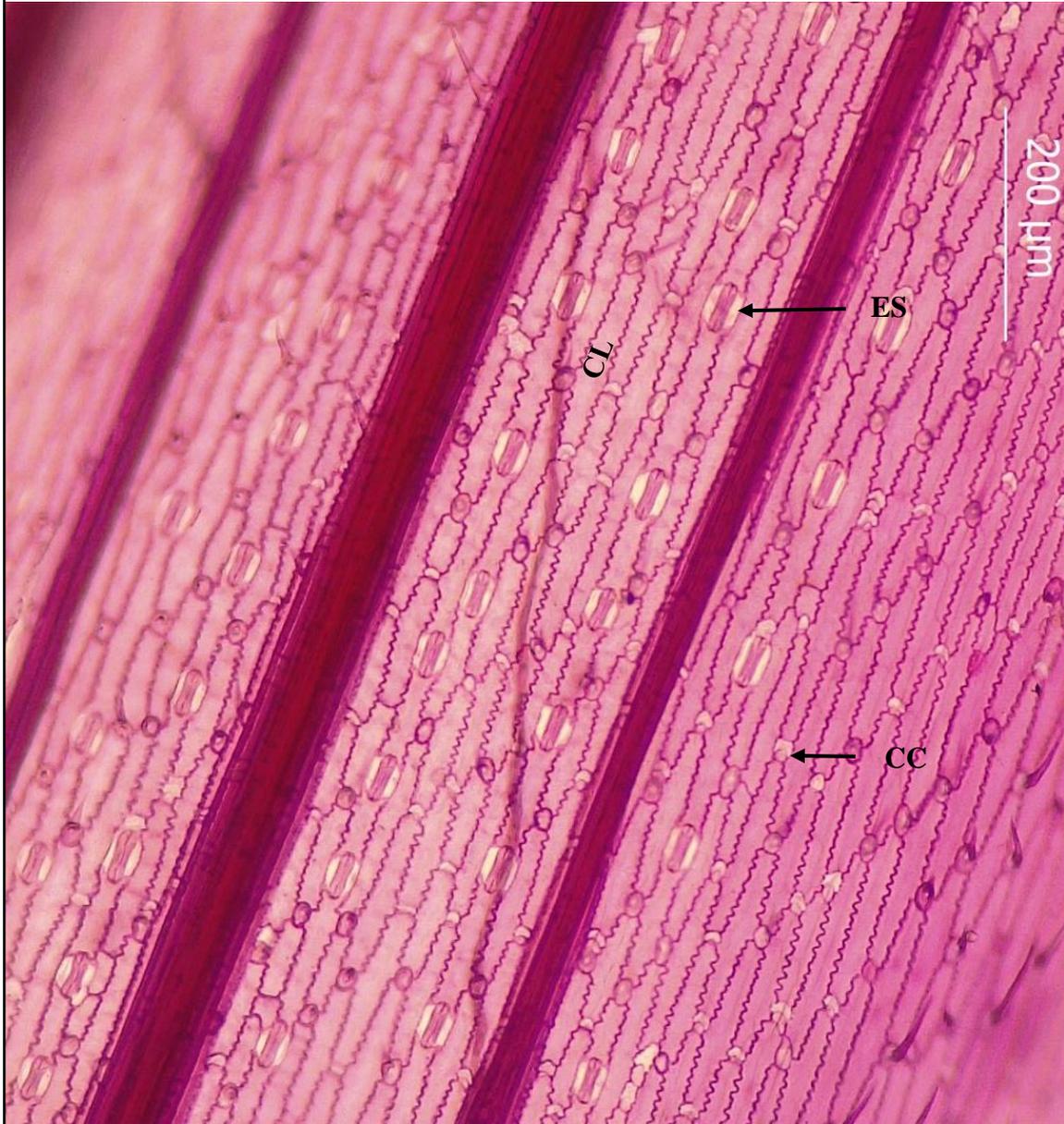
a). Microfotografía 400X. Células largas (CL) rectangulares dispuestas en filas de ladrillos. Paredes suavemente ondulados, muy gruesas. Estomas (ES) acomodados en filas paralelas con células subsidiarias ovalados.

b). Agujones (AG) cortos la zona costal. Células cortas (CC) cuadradas de contorno liso

**Grupo funcional: Gramíneas**

**Familia: Poaceae**

**Especie: *Trisetum spicatum***



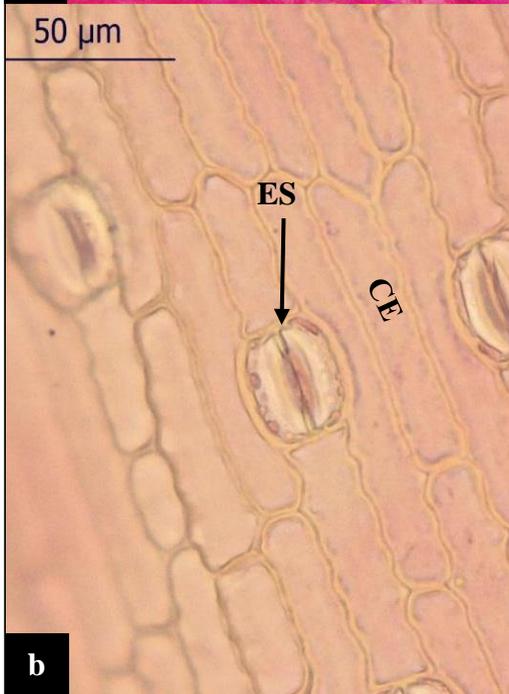
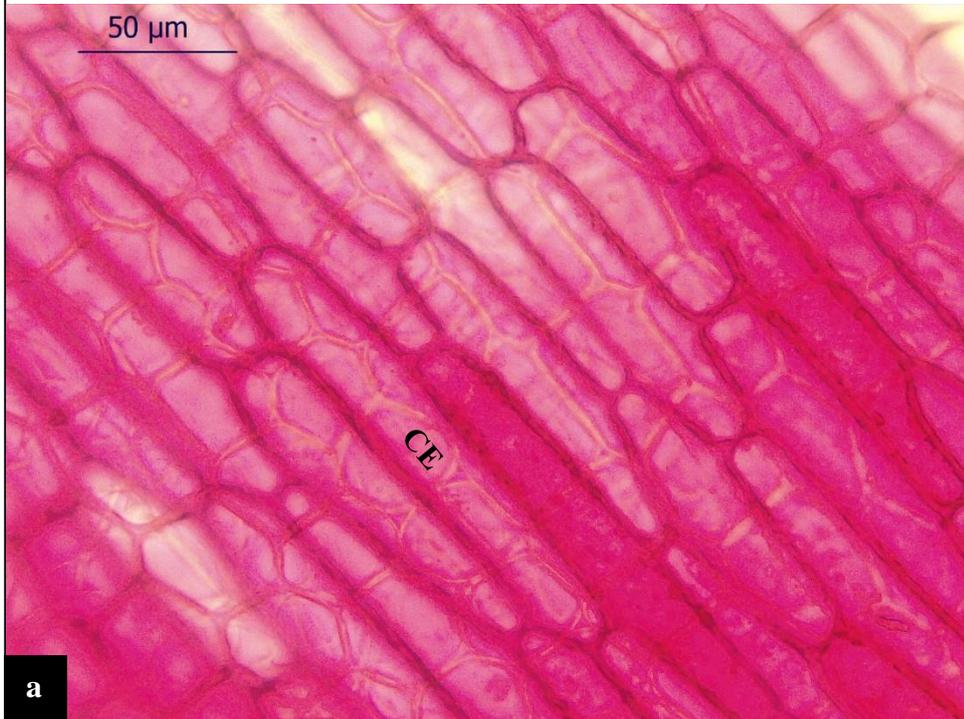
**Leyenda**

Microfotografía 100X. Células largas (CL) rectangulares dispuestas en filas de ladrillos. Paredes suavemente onduladas y ligeramente gruesas. Células cortas (CC) en pares ubicados en la zona intercostal, células de corcho en forma de media luna que envuelve a una célula redonda. Estomas (ES) acomodados en filas paralelas con células subsidiarias rectangulares. Agujones largos en la zona intercostal.

**Grupo funcional: Graminoides**

**Familia: Juncaceae**

**Especie: *Distichia muscoides***



**Leyenda**

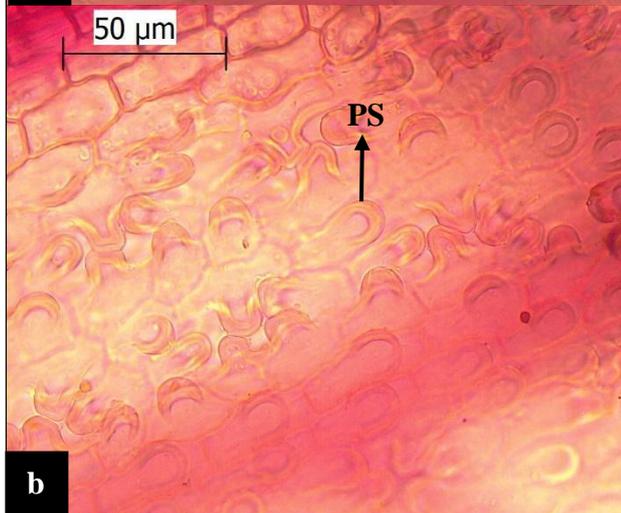
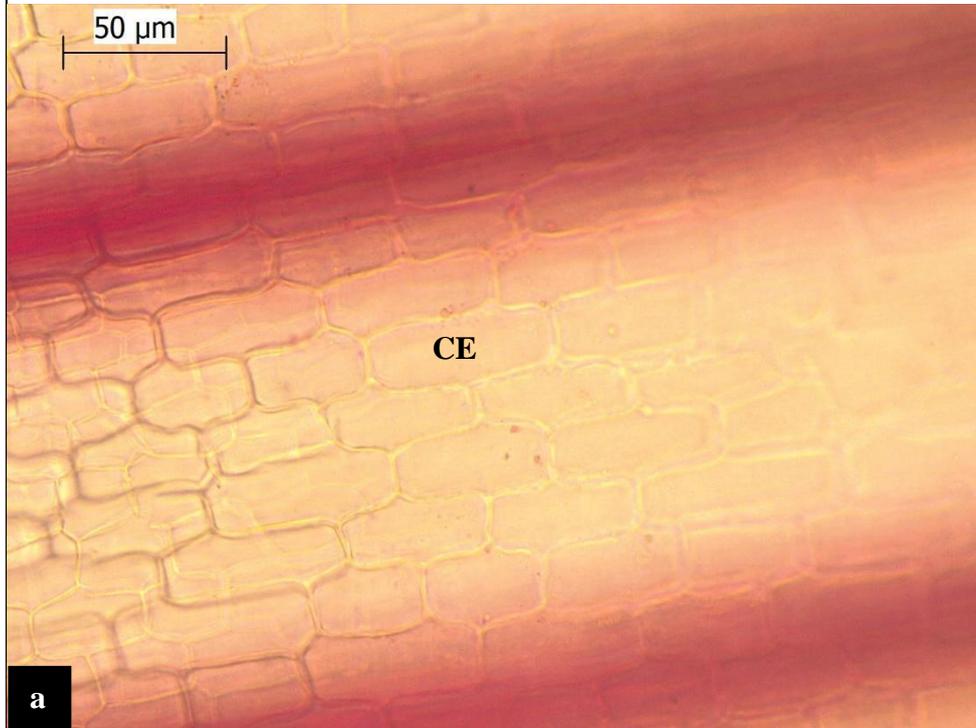
a). Microfotografía 400X. Células epidermales (CE) rectangulares con puntas redondeadas y de paredes anticlinales rectas.

b). Células epidermales (CE) rectangulares con terminaciones ligeramente redondeadas. Células epidermales dispuestas en forma de ladrillos apilados. Las paredes delgadas e irregulares. Los estomas (ES) están dispuestos en filas paralelas.

**Grupo funcional: Graminoides**

**Familia: Cyperaceae**

**Especie: *Carex sp.***



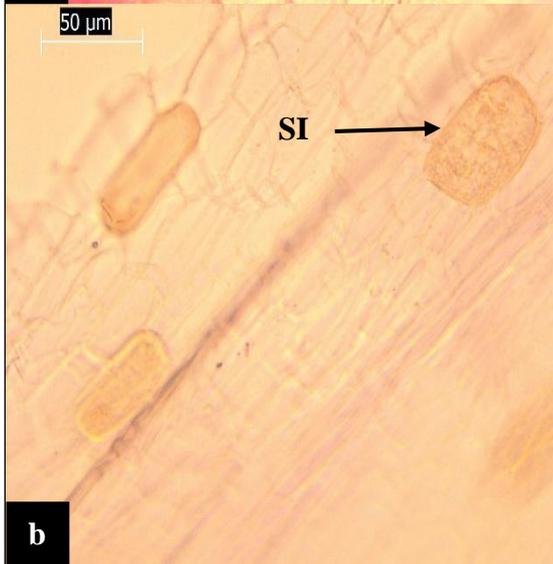
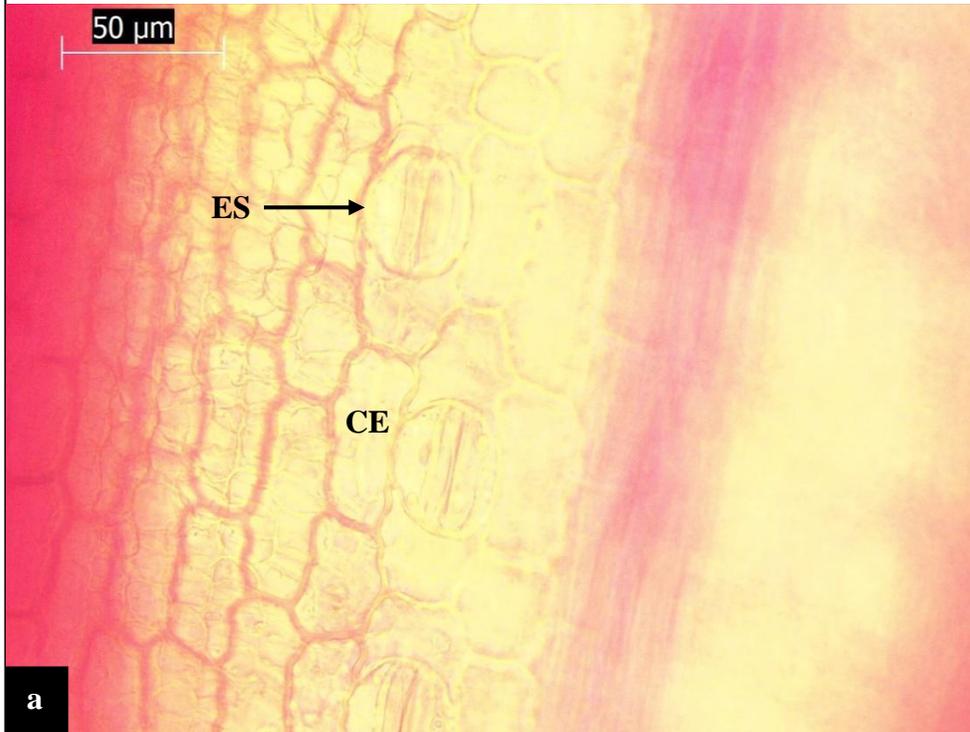
**Leyenda**

- a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) rectangulares, con paredes anticlinales de rectas a rectas-curvas.
- b). Microfotografía 400X. Papilas silíceas (PS).

**Grupo funcional: Graminoides**

**Familia: Cyperaceae**

**Especie: *Phylloscirpus deserticola***



**Leyenda**

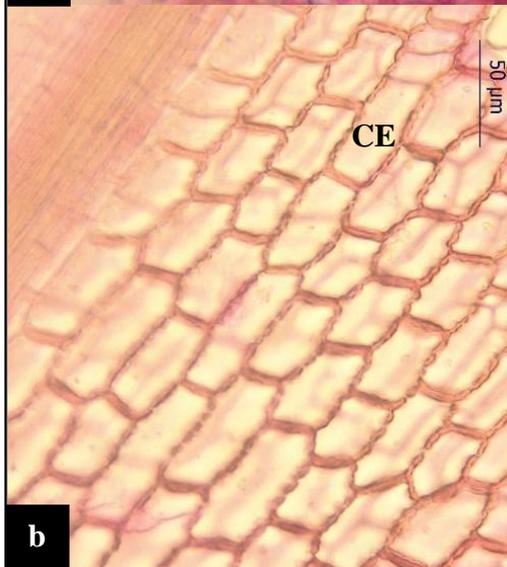
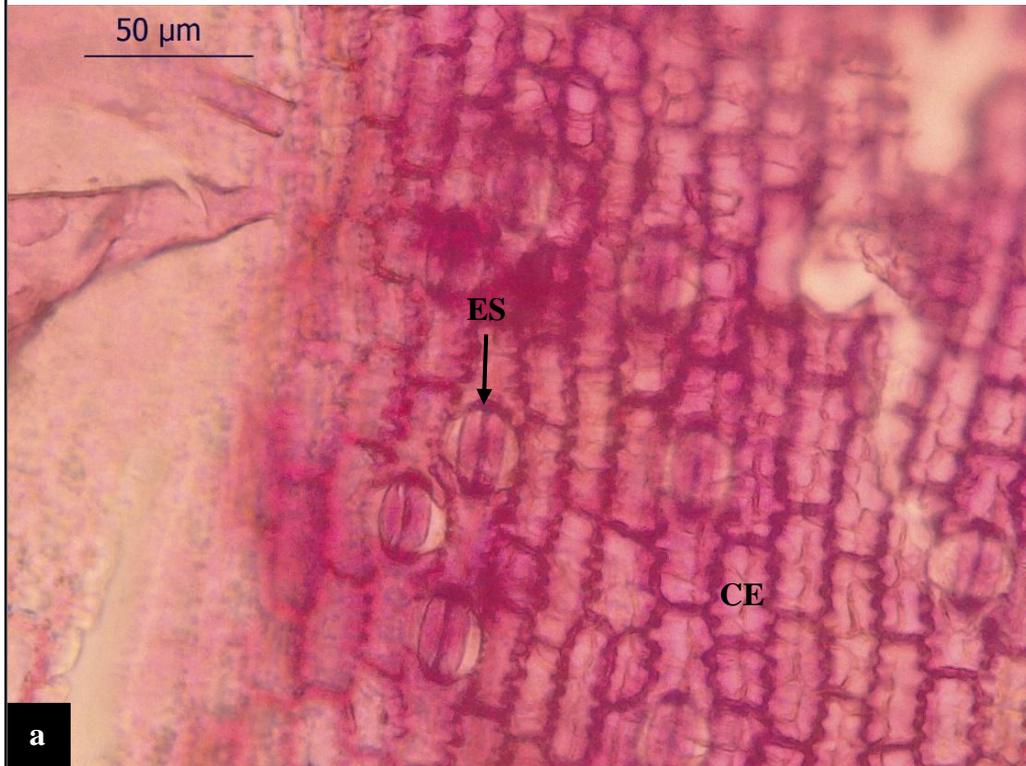
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) rectangulares acomodadas como ladrillos apilados. Paredes irregulares y ligeramente gruesas. Estomas (ES) con células subsidiarias del tipo oval, dispuestos en filas paralelas

b). Microfotografía 400X. Depósito de sílice (SI) en células rectangulares.

**Grupo funcional: Graminoides**

**Familia: Cyperaceae**

**Especie: *Trichophorum rígido***



**Leyenda**

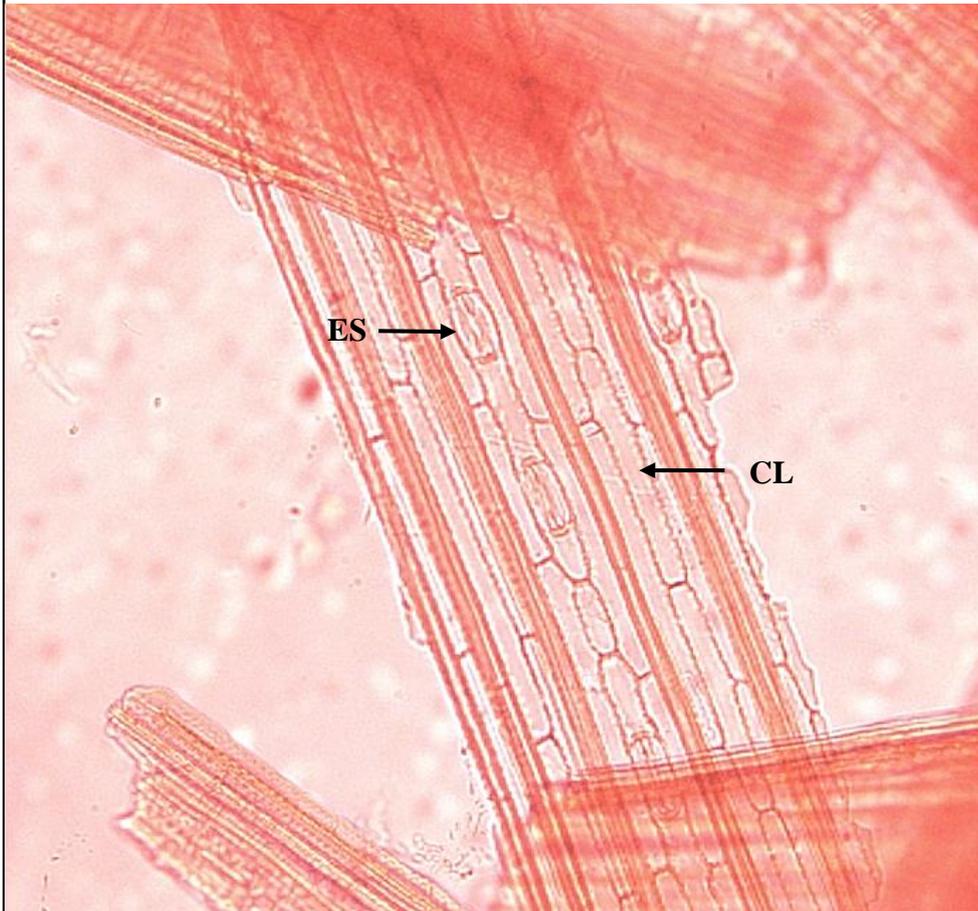
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) rectangulares acomodadas en forma de ladrillos apilados, con paredes moderadamente onduladas y moderadamente gruesas. Estomas (ES) con células subsidiarias del tipo inflada, dispuestos en filas paralelas

b). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) rectangulares, paralelogramos con paredes anticlinales en forma de cuentas.

**Grupo funcional: Graminoides**

**Familia: Cyperaceae**

**Especie: *Eleocharis albibracteata***



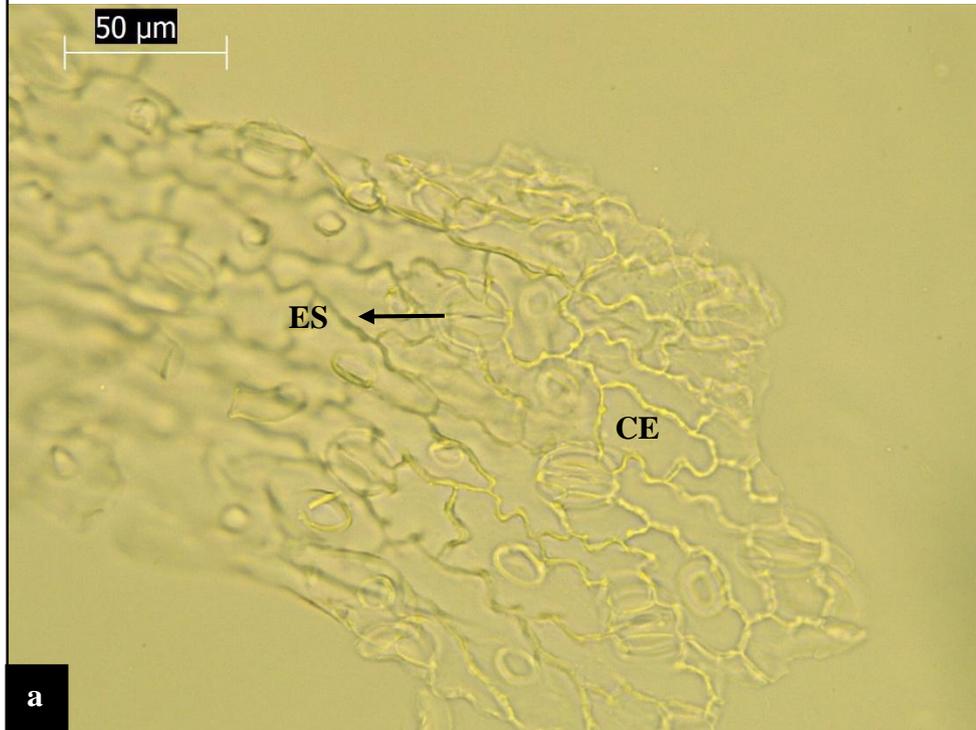
**Leyenda**

Microfotografía 100X. Células largas (CL) rectangulares, más largas que anchas, con paredes moderadamente onduladas y delgadas. Estomas (ES) con células subsidiarias del tipo rectangular, dispuestos en filas paralelas.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Belloa piptolepis***



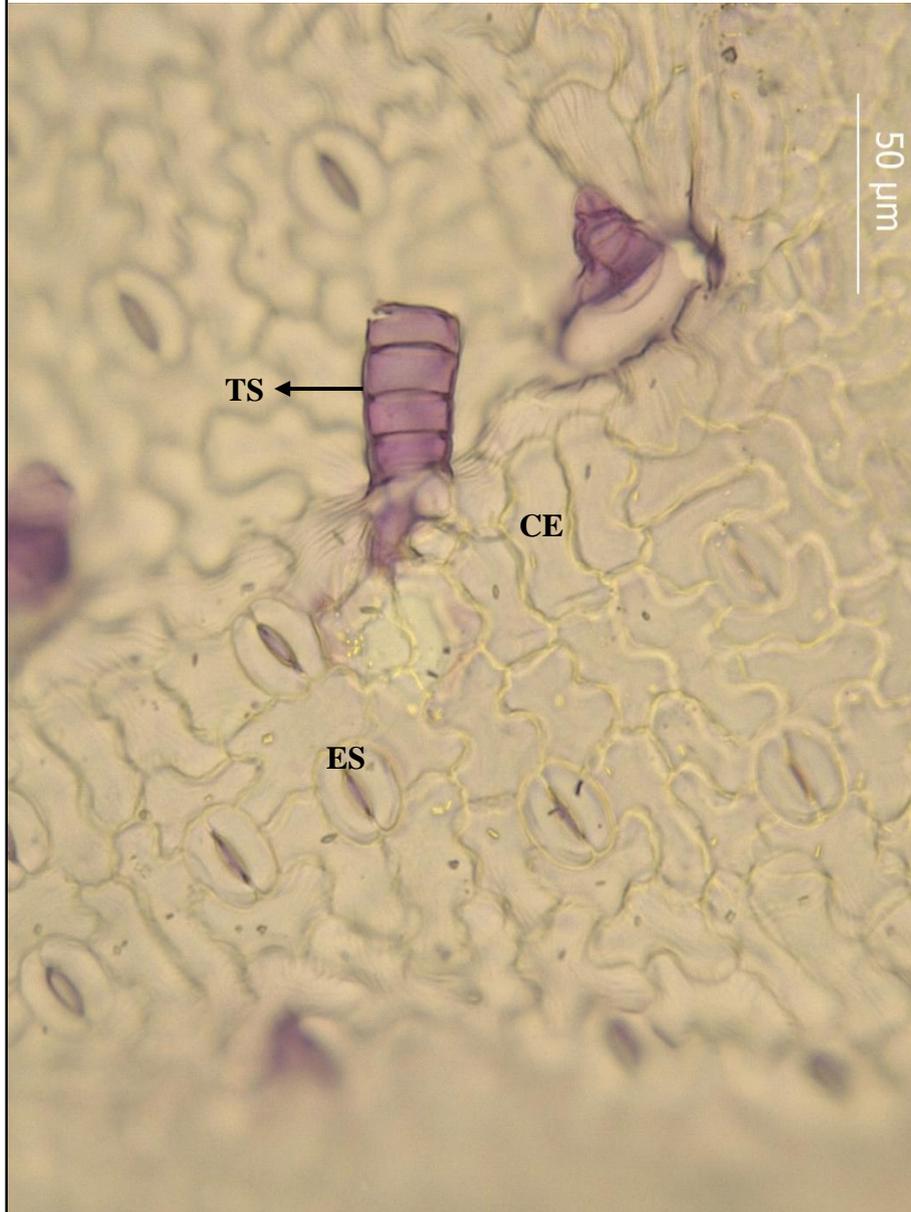
**Leyenda**

- a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma irregular con paredes anticlinales sinuosas. Células dispuestas en patrón de rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Pelo simple bicelular con una célula basal corta y una terminal muy larga.
- b). Microfotografía 100X. Formación densa pilífera.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Cotula sp.***



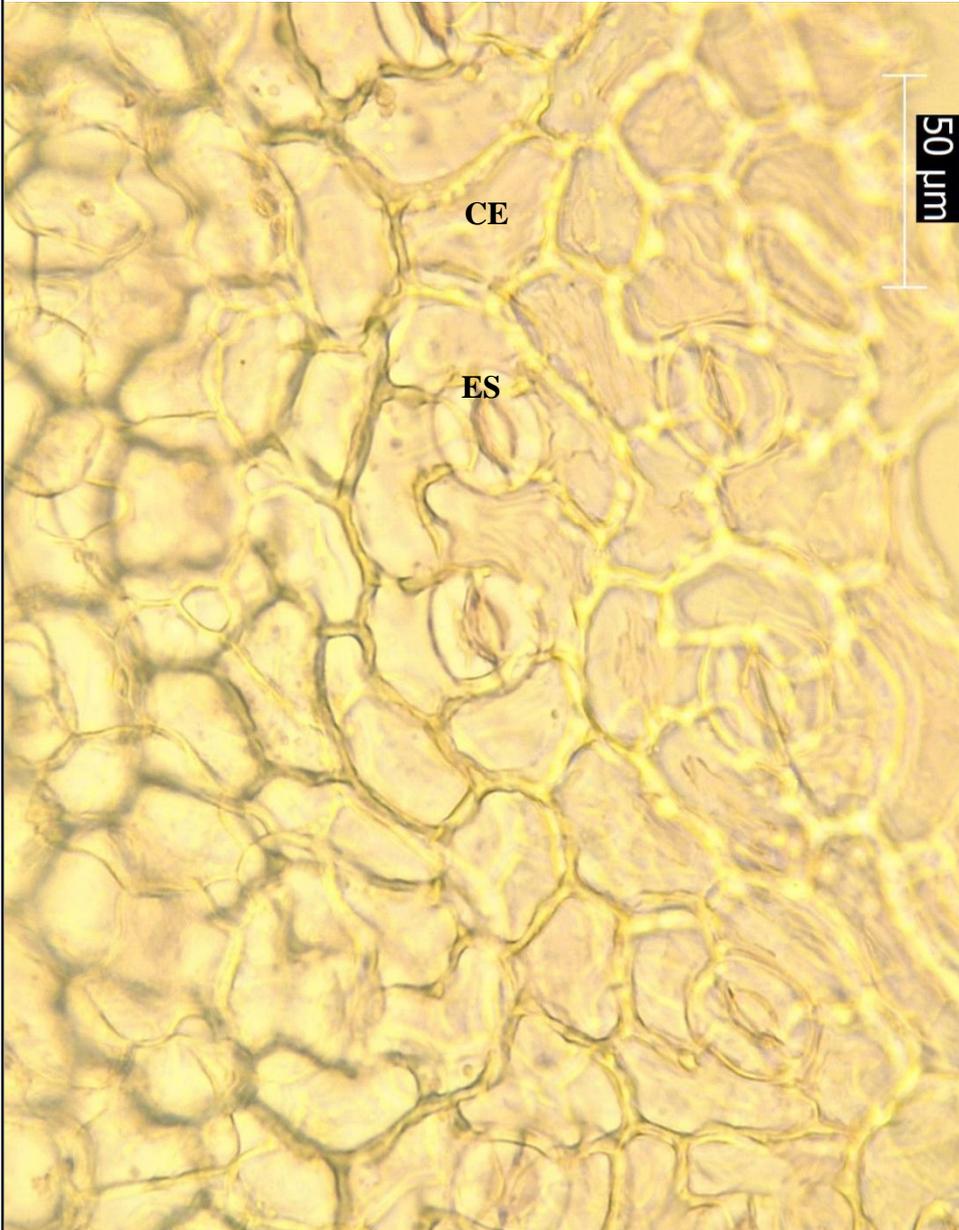
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma irregular con paredes ondeadas. Células dispuestas en patrón de rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Tricomas segmentados (TS) implantados en una roseta de 5 o 6 de células epidérmicas.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Hypochoeris taraxacoides***



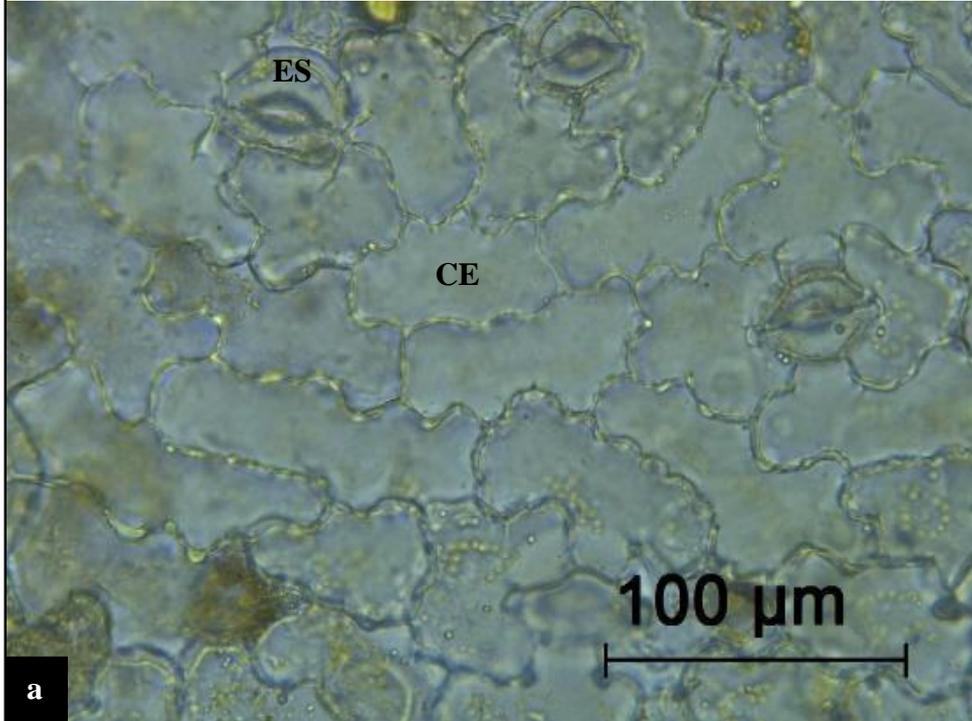
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonales con paredes anticlinales rectas-cuvas. Células dispuestas en patrón de rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados en forma aleatoria.

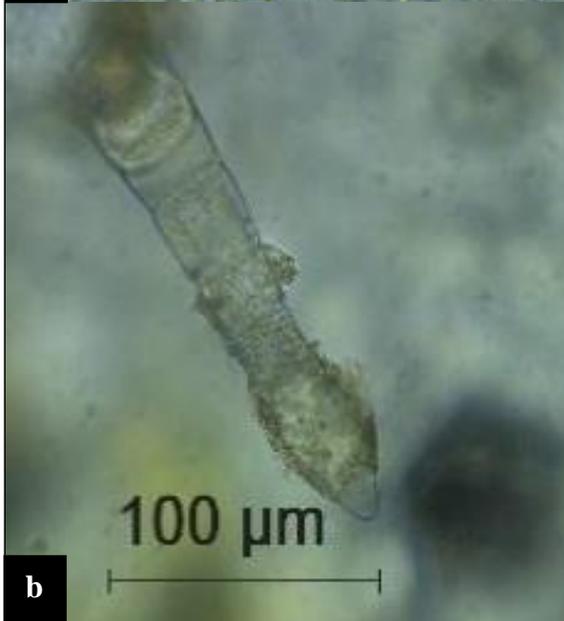
**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Perezia multiflora***



**a**



**b**

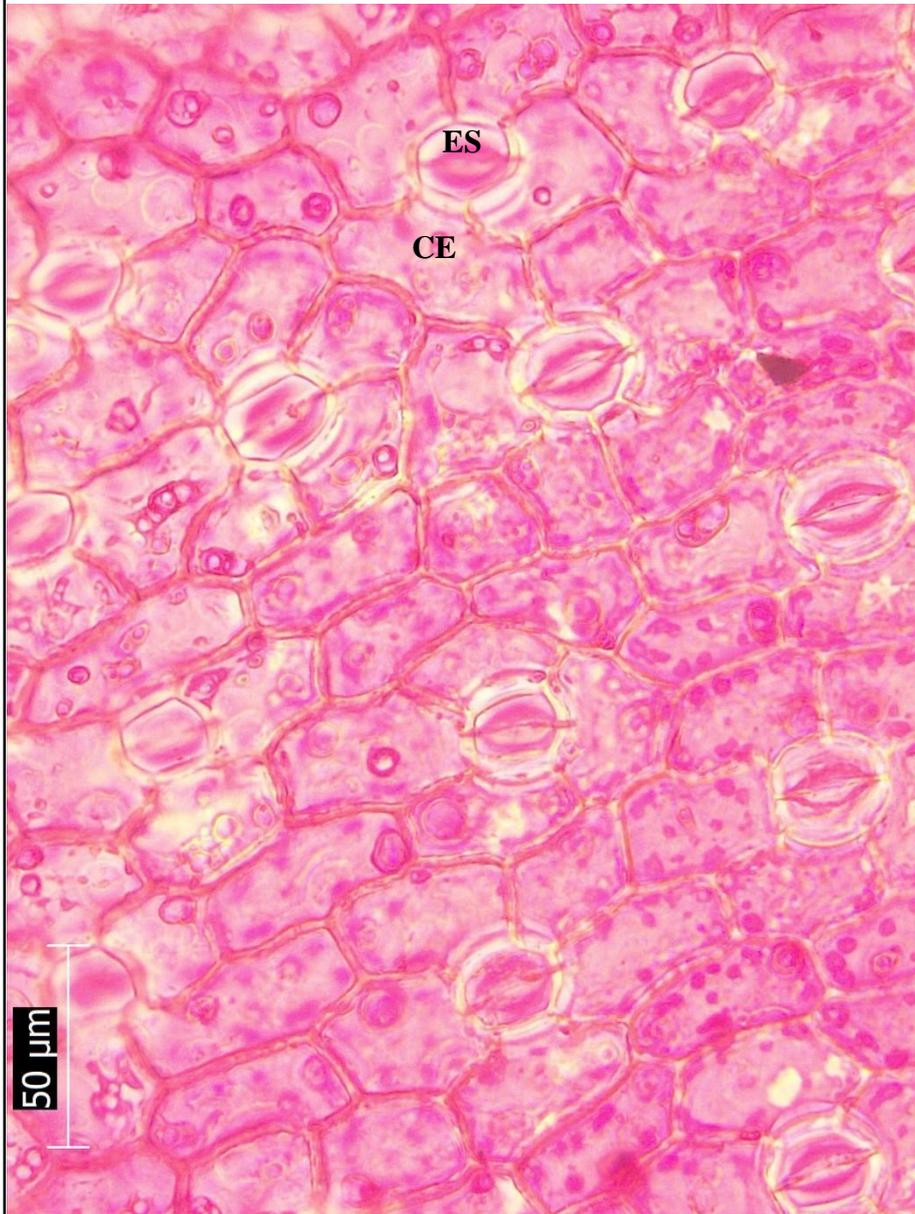
**Leyenda**

- a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma irregular con paredes anticlinales ondeadas. Células dispuestas en patrón de rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente.
- b). Microfotografía 400X. Tricoma glandular con pie pluricelular y cabeza unicelular.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Werneria sp.***



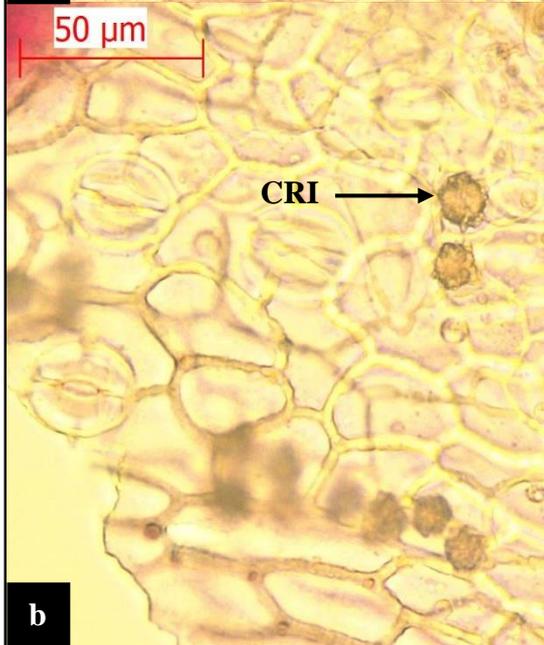
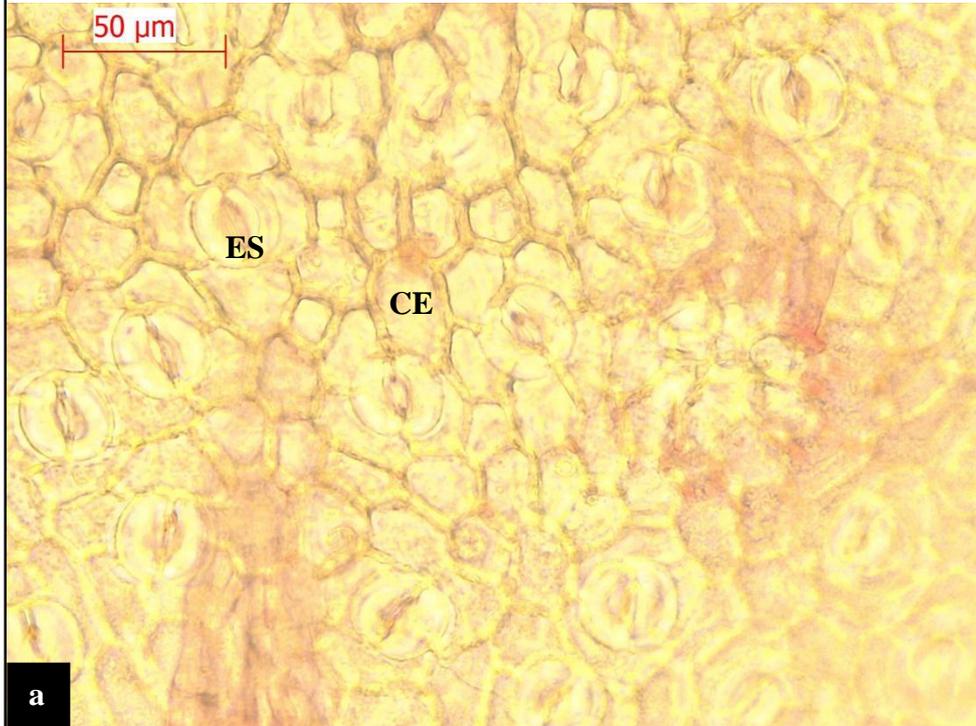
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonal y rectangular con paredes rectas-curvas. Células dispuestas en patrón de losa. Estomas (ES) anomocítico ubicados en forma aleatoria.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Apiaceae**

**Especie: *Azorella compacta***



**Leyenda**

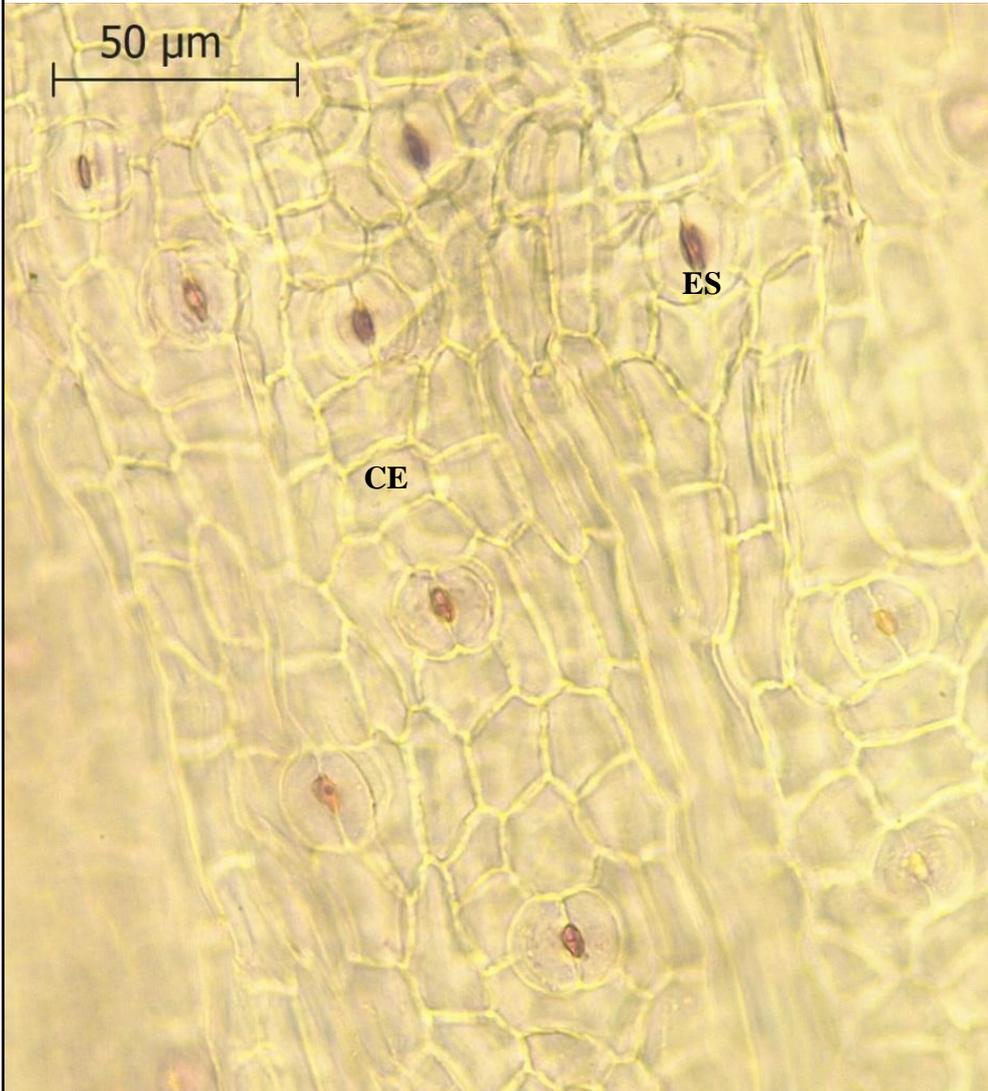
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonales y rectangulares con paredes rectas a rectas-curvas. Células dispuestas en patrón de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados en forma aleatoria.

b). Microfotografía 400X. Cristales de oxalato de calcio (CRI) en forma de drusas, dispuestas al azar en la matriz de células epidérmicas.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Apiaceae**

**Especie: *Lilaeopsis macloviana***



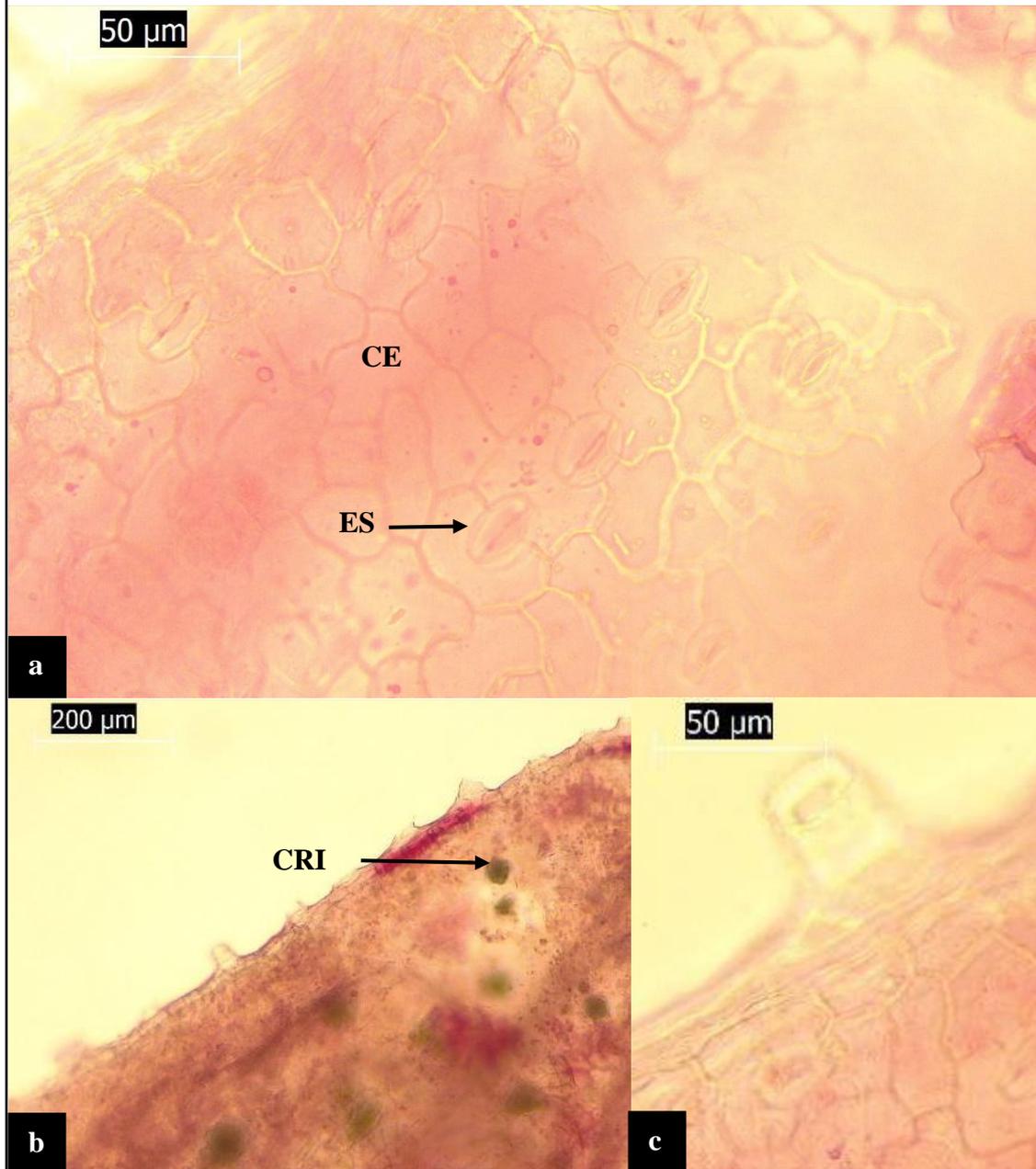
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) poligonales con paredes rectas. Células dispuestas en patrones de losa. Estomas (ES) anomocítico ubicadas aleatoriamente.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Caryophyllaceae**

**Especie: *Arenaria digyna***



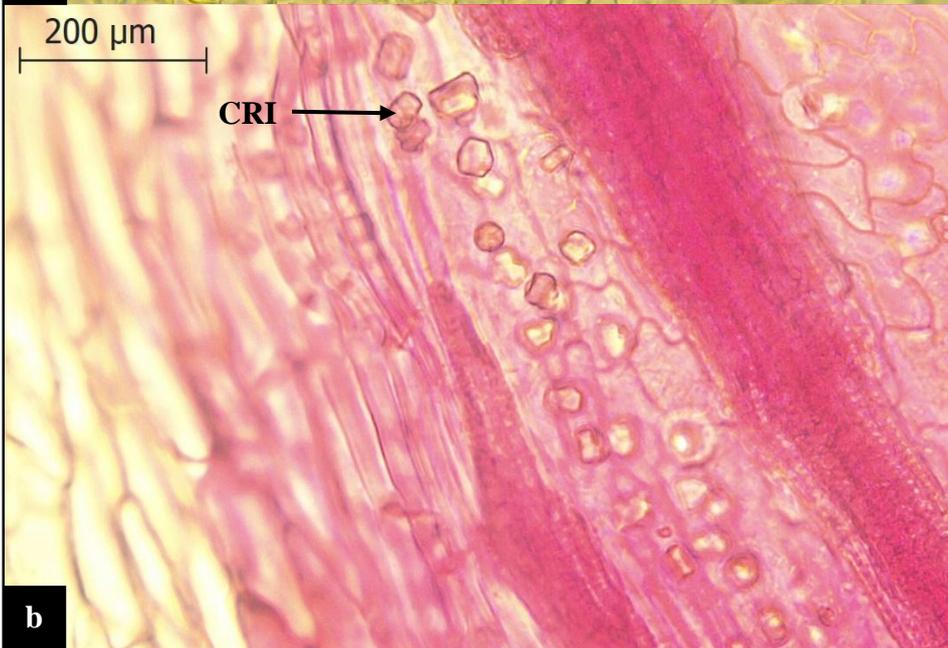
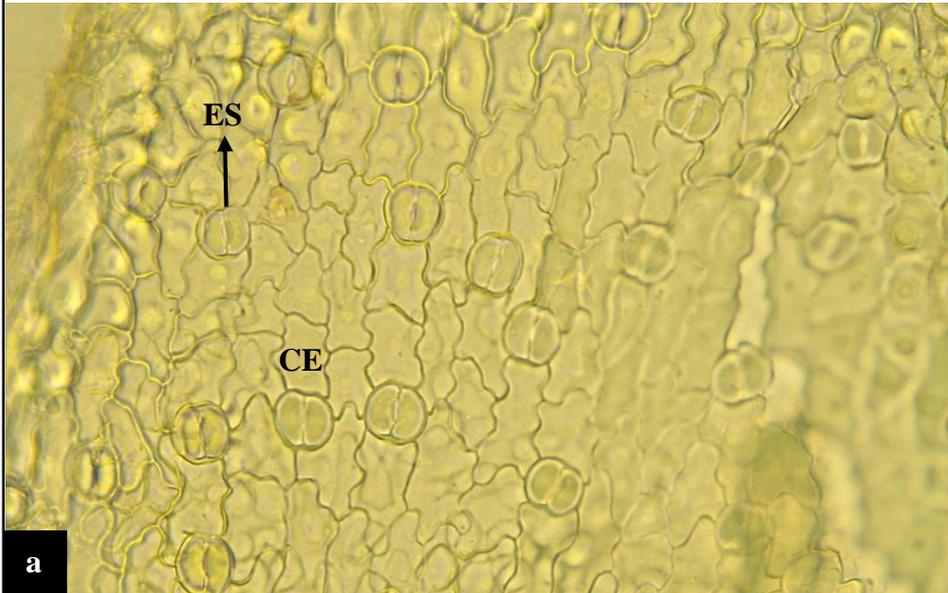
**Leyenda**

a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonal con paredes anticlinales de rectas a rectas-curvas. Células dispuestas en patrones de losas. Estomas (ES) diacíticos ubicados aleatoriamente. b). Microfotografía 100X. Cristales de oxalato de calcio (CRI) en forma y drusas dispuestas al azar en la matriz de la epidermis. c). Microfotografía 400X. Base de pelo segmentado.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Caryophyllaceae**

**Especie: *Pycnophyllum molle***



**Leyenda**

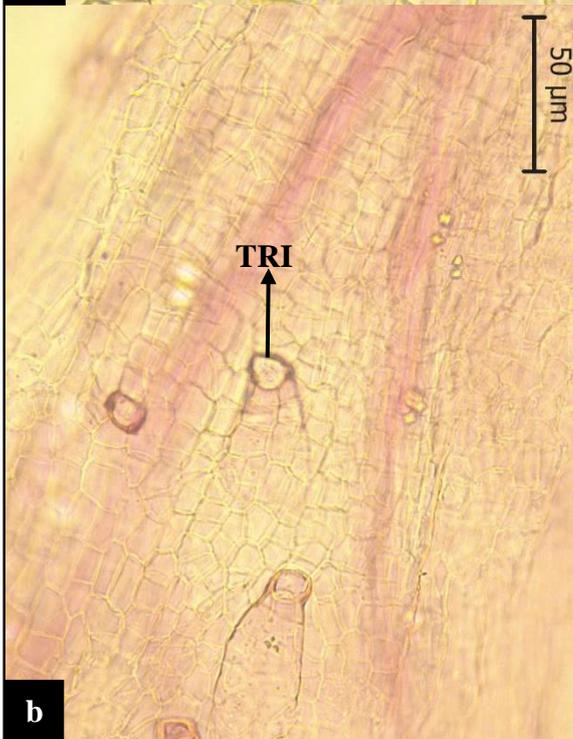
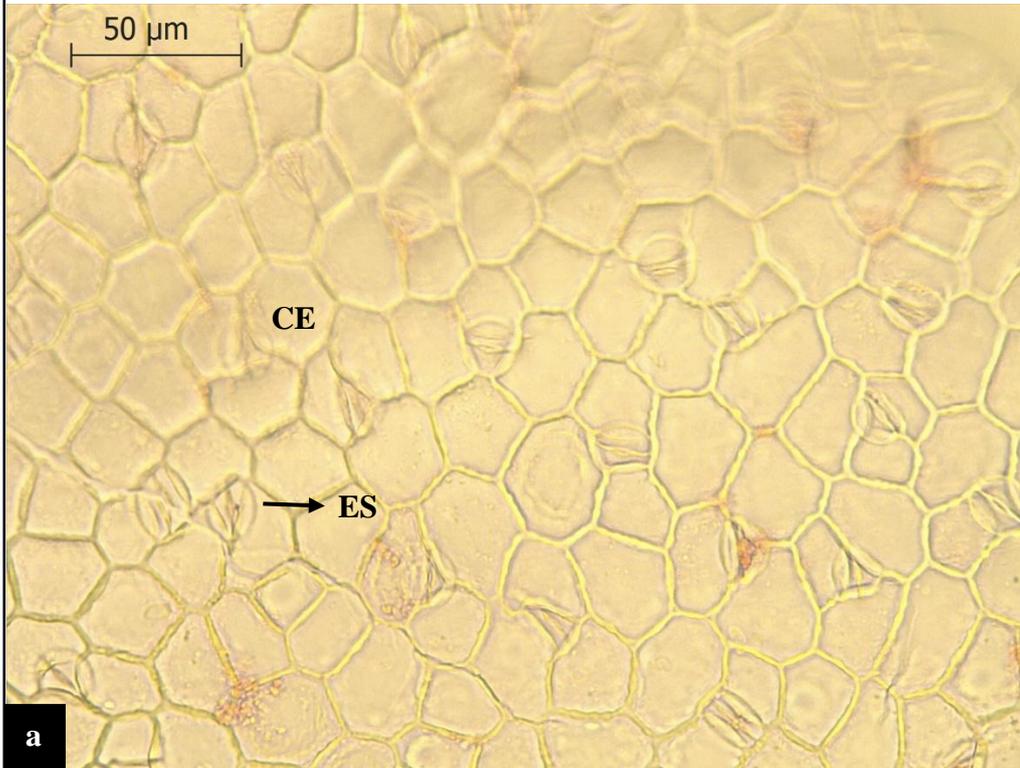
a). Células epidérmicas (CE) de forma irregular alargadas con paredes ondeadas. Células dispuestas en patrón de rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Papilas circulares grandes.

b). Cristales de oxalato de calcio (CRI) de forma de romboédrica.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Fabaceae**

**Especie: *Trifolium amabile***



**Leyenda**

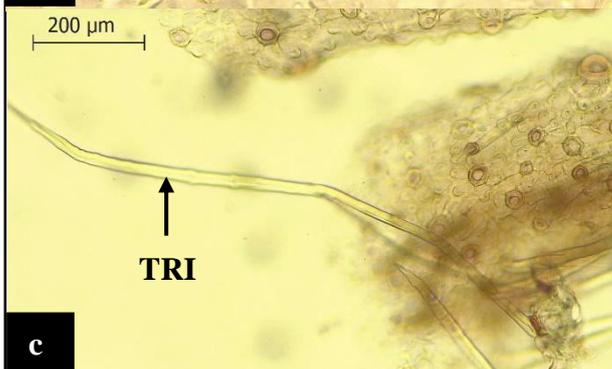
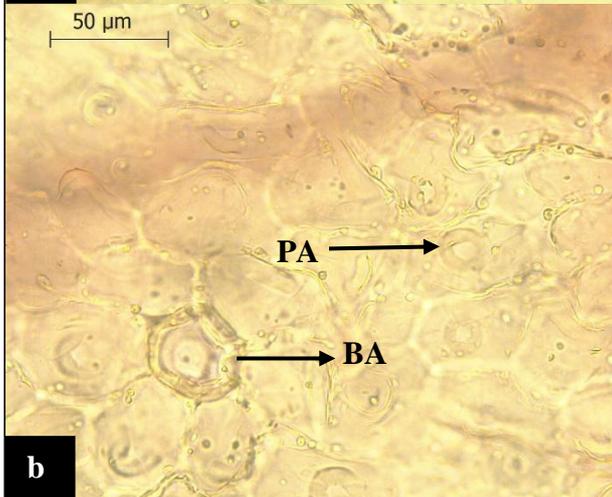
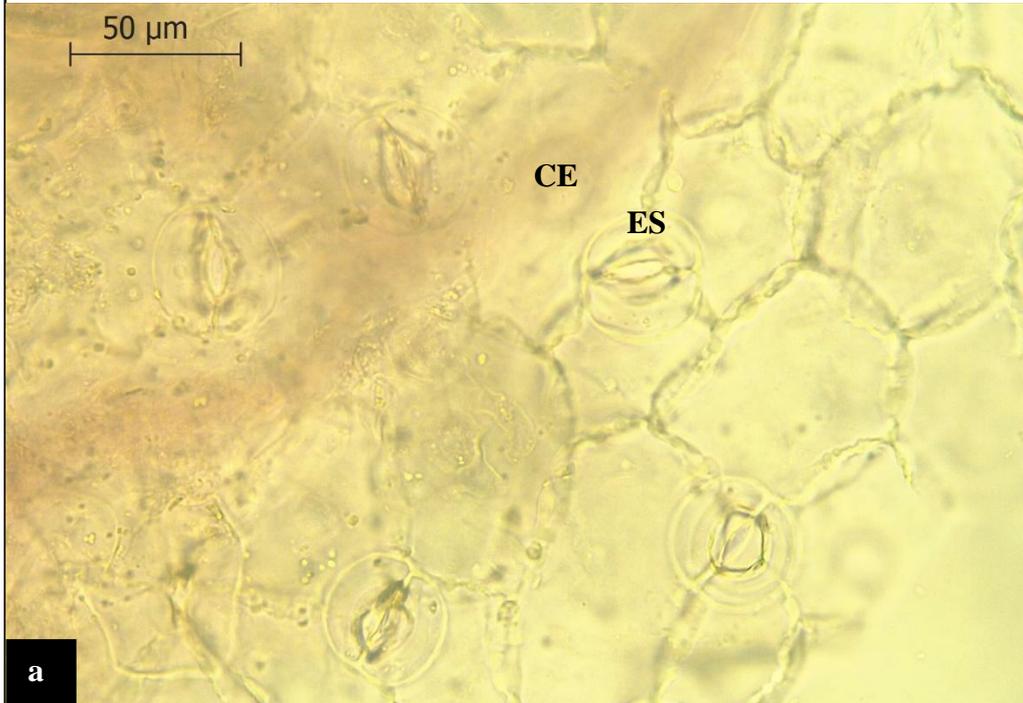
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonal con paredes anticlinales rectas. Células dispuestas en patrón de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente

b). Microfotografía 400X. Tricomas glandulares multicelulares y uniseriados (TRI).

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Fabaceae**

**Especie: *Lupinus ananeanus***



**Leyenda**

a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonal con paredes anticlinales rectas a curvas. Células dispuestas en patrón de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente

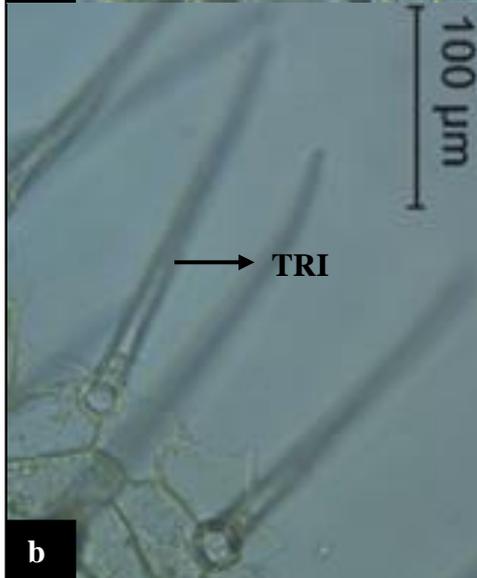
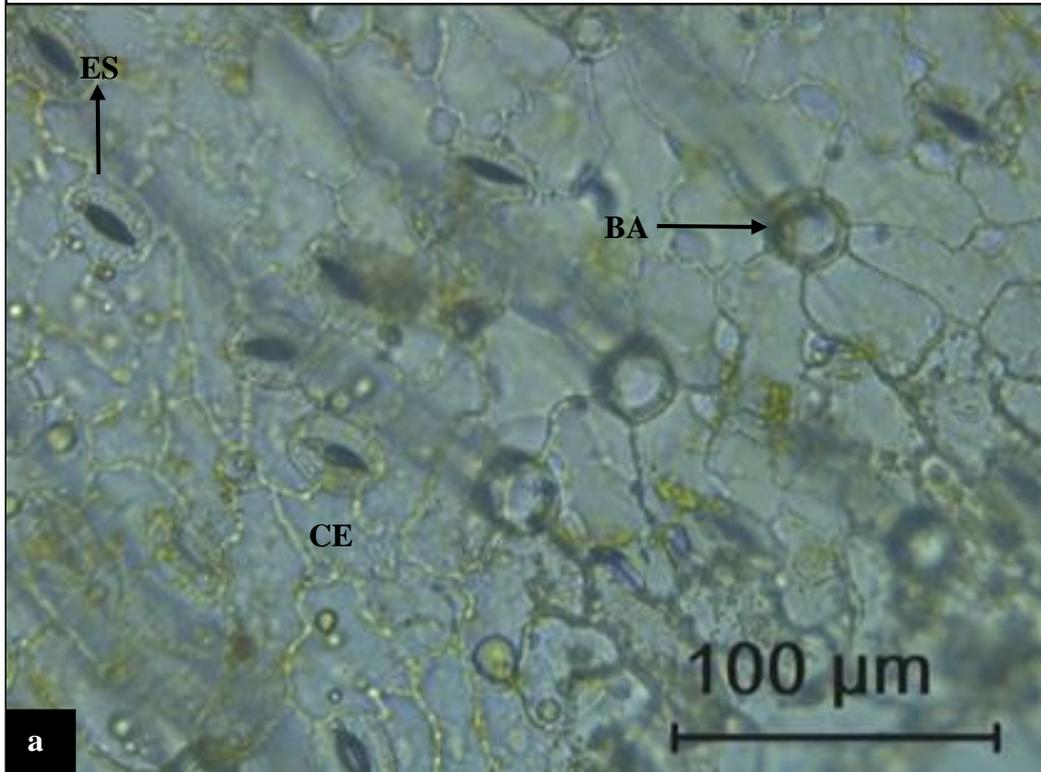
b). Microfotografía 400X. Base de tricoma (BA) rodeado por un anillo de 6 células epidérmicas. Papilas circulares pequeñas.

c). Microfotografía 100X. Tricomas unicelulares largos (TRI) con base circular ancha y terminación en punta.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Geraniaceae**

**Especie: *Geranium sessiliflorum***



**Leyenda**

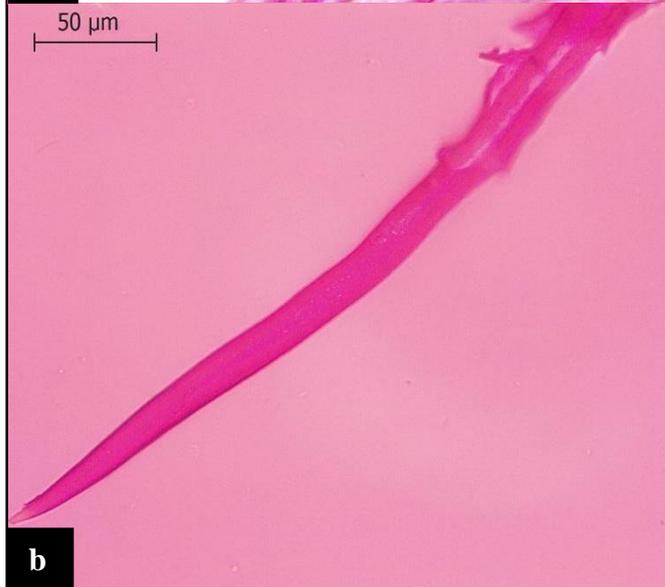
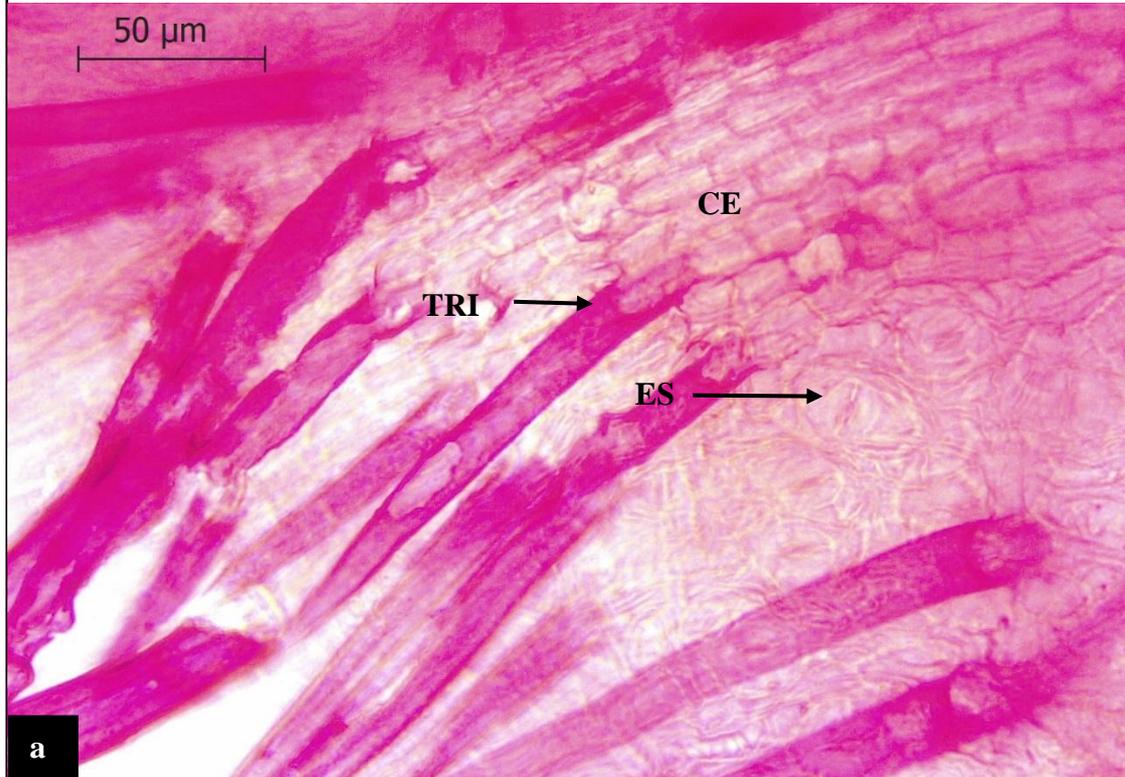
a). Microfotografía 100X. Células epidérmicas (CE) de irregulares con paredes anticlinales rectas – curvas. Células dispuestas en patrones de rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente Base de tricomas (BA) implantado en una roseta de células epidérmicas.

b). Microfotografía 100X. Tricomas unicelulares largos (TRI)

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Brassicaceae**

**Especie: *Descurainia sp.***



**Leyenda**

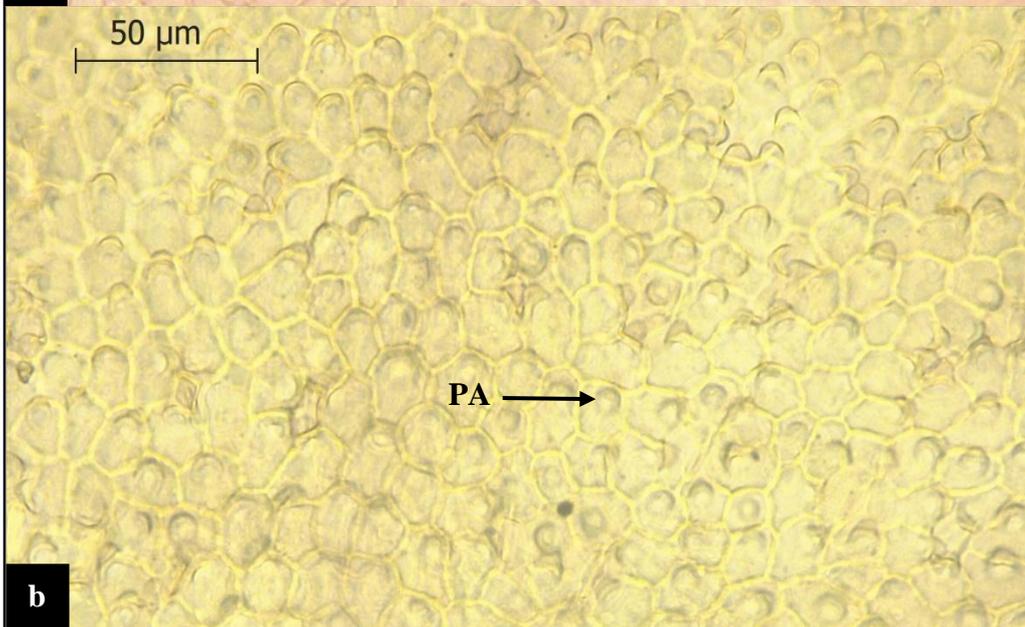
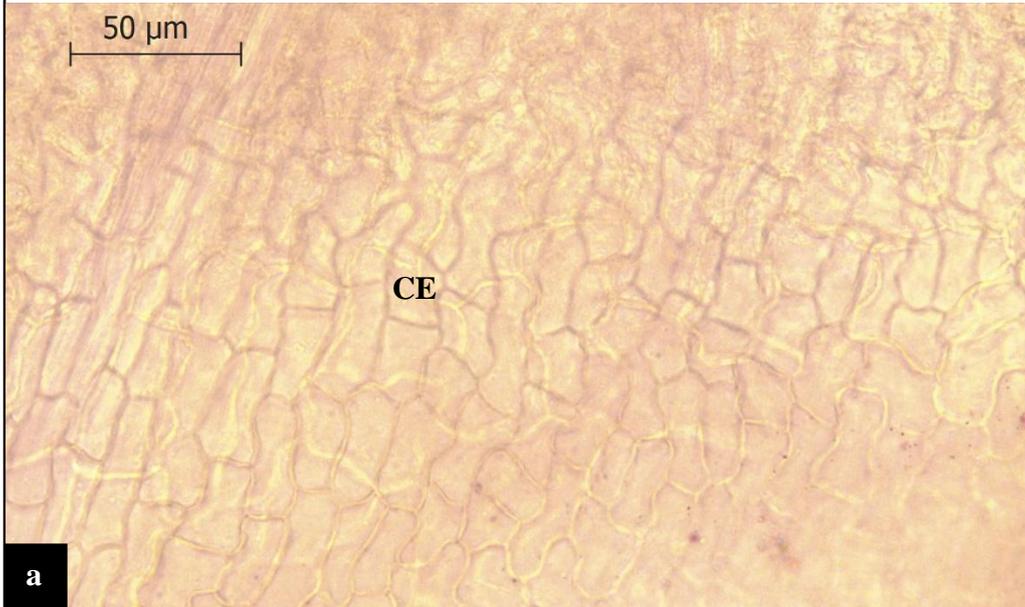
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de rectangulares y poligonales con paredes anticlinales rectas. Células dispuestas en patrones de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Tricomas unicelulares (TRI) abundantes.

b). Microfotografía 400X. Tricomas unicelulares con base ancha y terminación en punta.

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Rosaceae**

**Especie: *Alchemilla diplophylla***



**Leyenda**

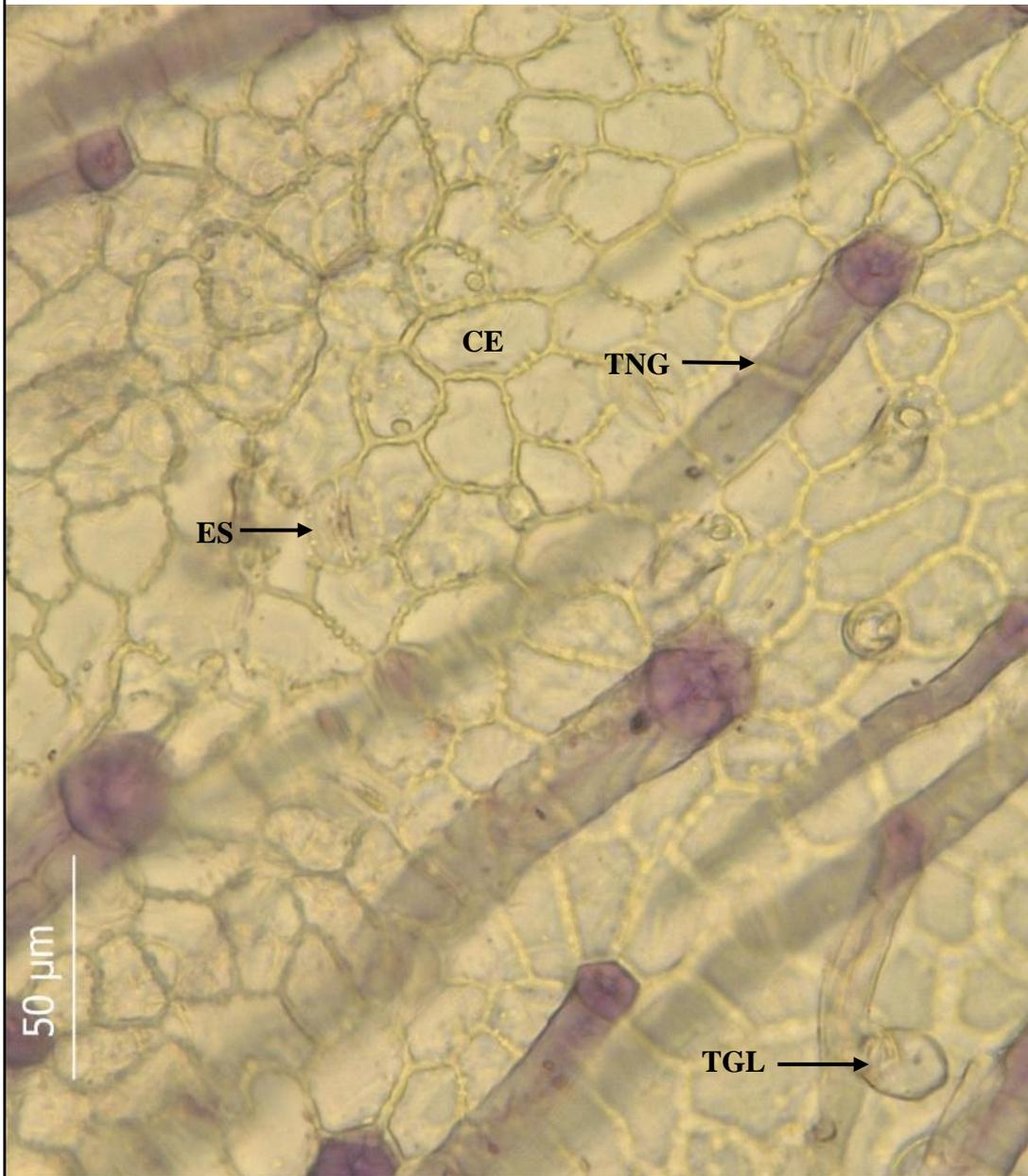
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma irregular con paredes rectas-curvas. Células dispuestas en patrón de rompecabezas.

b). Microfotografía 400X. Papilas circulares pequeñas (PA).

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Rosaceae**

**Especie: *Lachemilla pinnata***



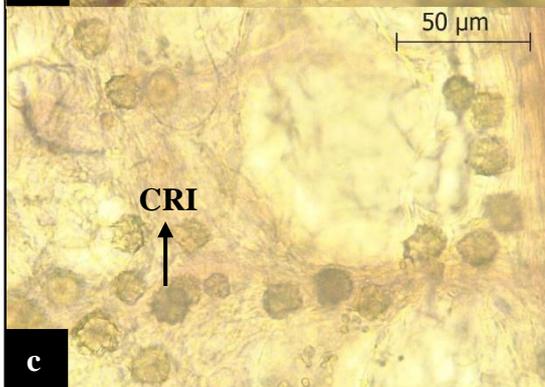
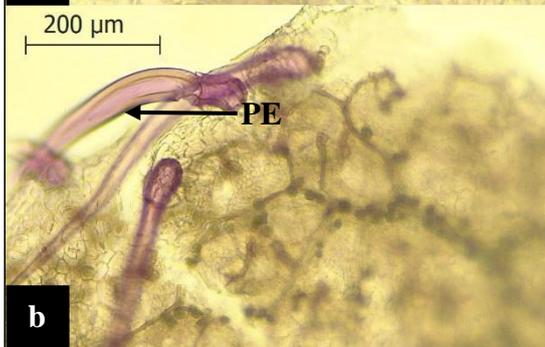
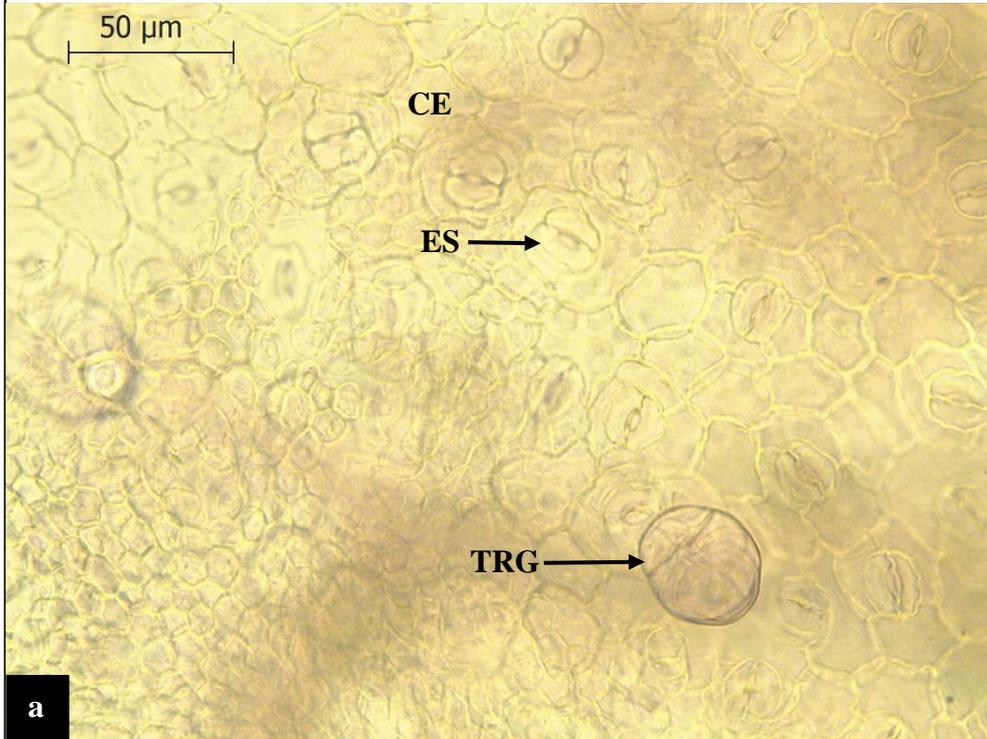
**Leyenda**

Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) poligonales con paredes anticlinales rectas a rectas-curvas. Células dispuestas en patrones de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Tricomas simples no glandulares, unicelulares (TNG) teniendo como base unas células epidérmicas dispuestas en roseta y tricomas glandulares unicelulares con cabeza globosa (TGL).

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Malvaceae**

**Especie: *Acaulimalva sp.***



### **Leyenda**

a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonales con paredes rectas-curvas. Células dispuestas en patrones de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Tricomas glandulares (TRG).

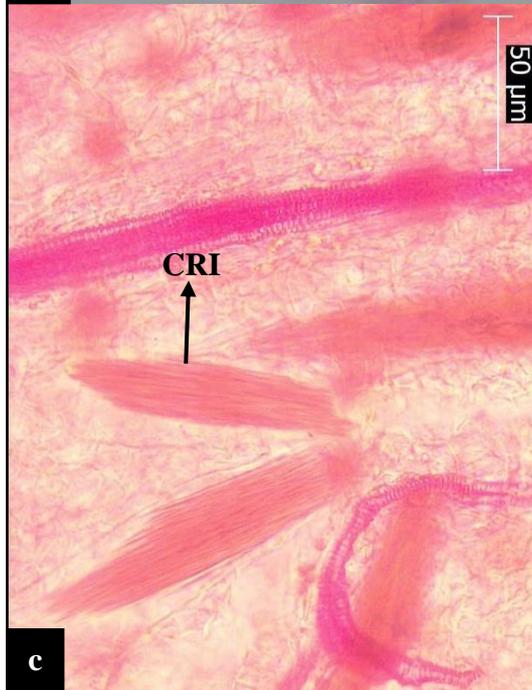
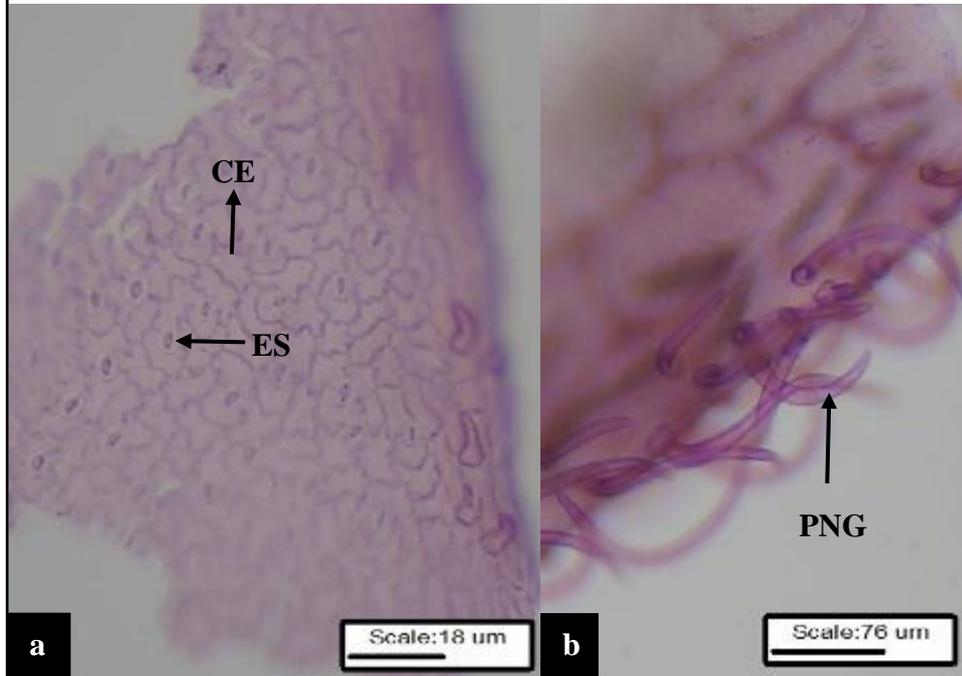
b). Microfotografía 100X. Pelo unicelular (PE)

c). Microfotografía 400X. Cristales de oxalato de calcio en forma de drusas (CRI).

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Onagraceae**

**Especie: *Oenothera multicaulis***



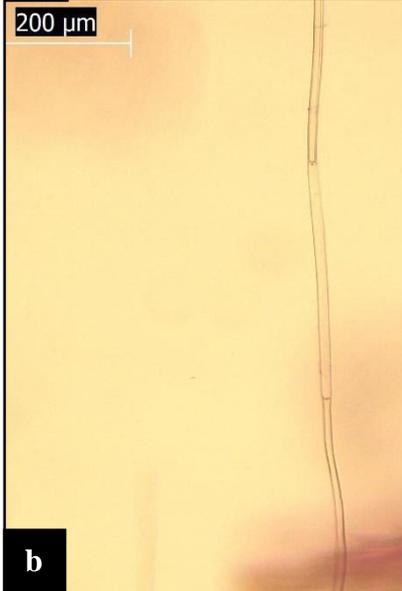
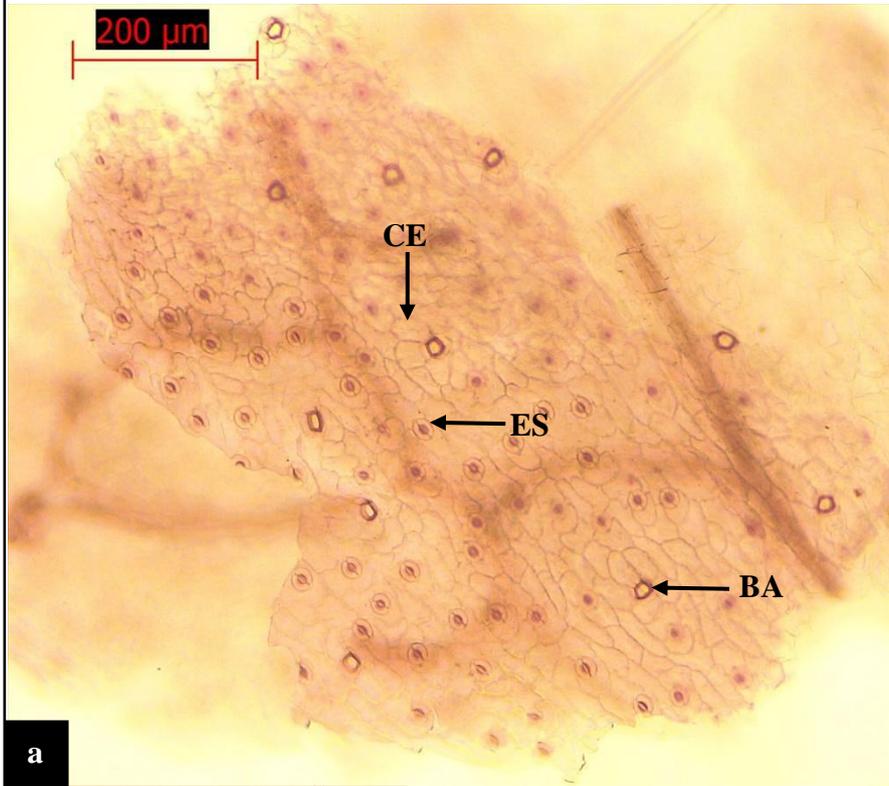
**Leyenda**

- a). Microfotografía 100X. Células epidérmicas (CE) irregulares con paredes sinuosas. Células dispuestas en patrones de losa y rompecabezas. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente.
- b). Microfotografía 400X. Pelos no glandulares unicelulares cortos (PNG).
- c). Microfotografía 400X. Cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios (CRI).

**Grupo funcional: Herbáceas**

**Familia: Plantaginaceae**

**Especie: *Plantago tubulosa***



### **Leyenda**

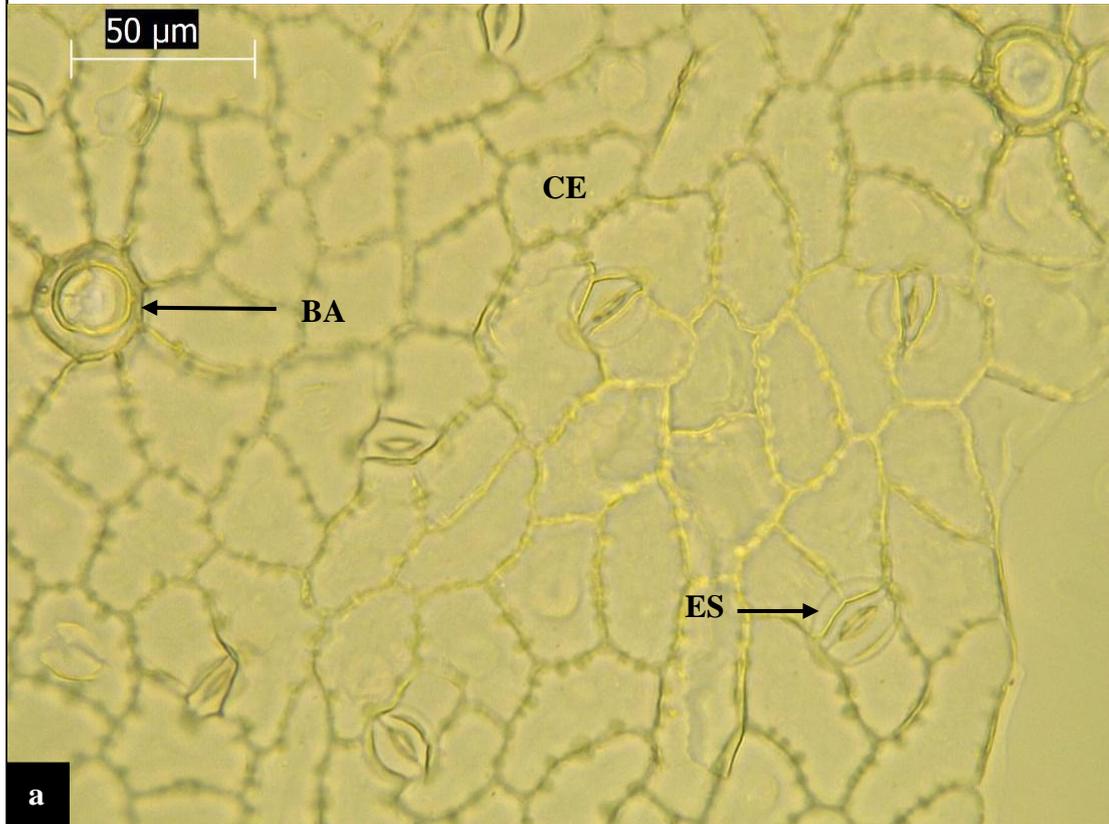
a). Microfotografía 100X. Células epidérmicas (CE) poligonales con paredes anticlinales de rectas a rectas- curvas. Células dispuestas en patrones de losa. Estomas (ES) diacíticos y anomocítico ubicados aleatoriamente. Base de tricoma (BA) de forma circular implantado en 5-6 células epidérmicas

b). Microfotografía 100X. Tricoma segmentado largo y delgado.

**Grupo funcional: Arbustivas**

**Familia: Fabaceae**

**Especie: *Astragalus brackenridgei***



**Leyenda**

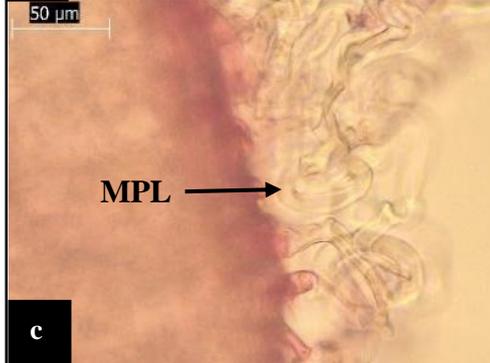
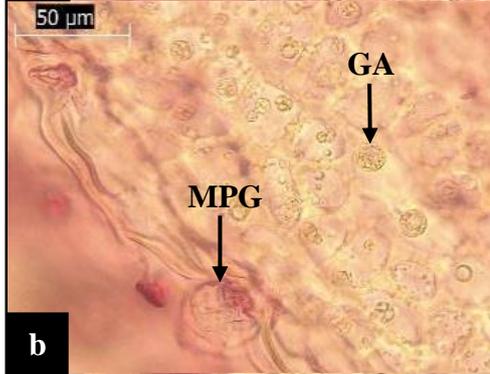
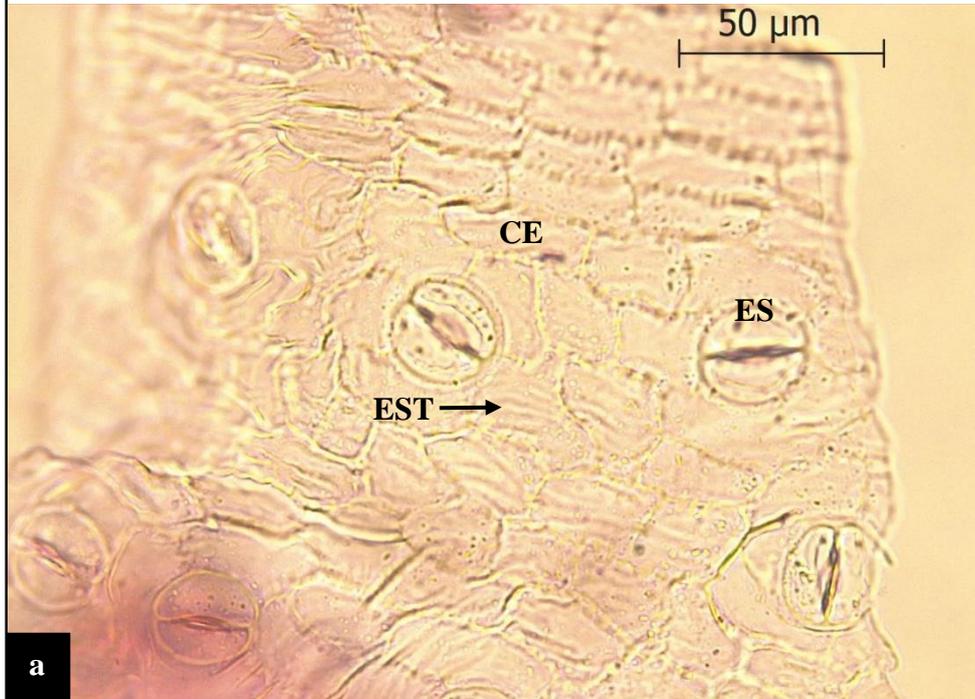
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonal con paredes anticlinales verrugoso. Células dispuestas en patrón de losa. Estomas (ES) anomocíticos ubicados aleatoriamente. Base de tricoma (BA) rodeado por un anillo de 6-8 células epidérmicas.

b). Microfotografía 400X. Tricoma con base ensanchada y la región apical aguda. A lo largo del tricoma se observa protuberancias redondeadas.

**Grupo funcional: Arbustivas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Parastrephia quadrangularis***



**Leyenda**

a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma irregular con paredes anticlinales verrugosa y rectas. Células dispuestas en patrones de losa. Estomas (ES) anomocítico ubicados aleatoriamente. Cutícula estriada (EST).

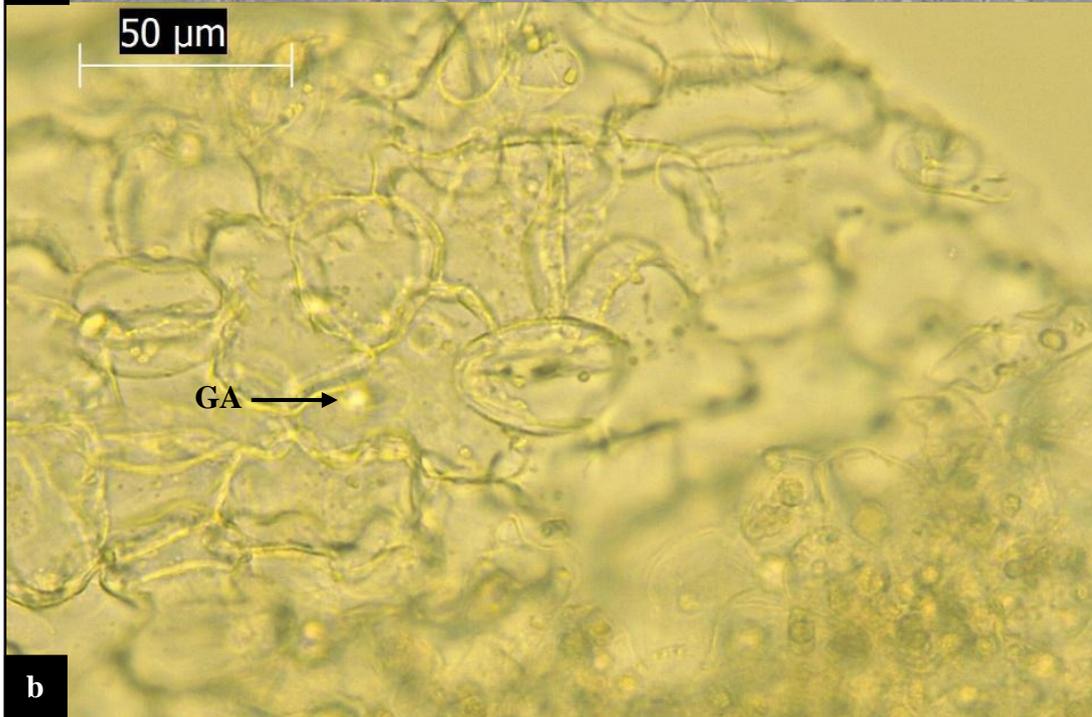
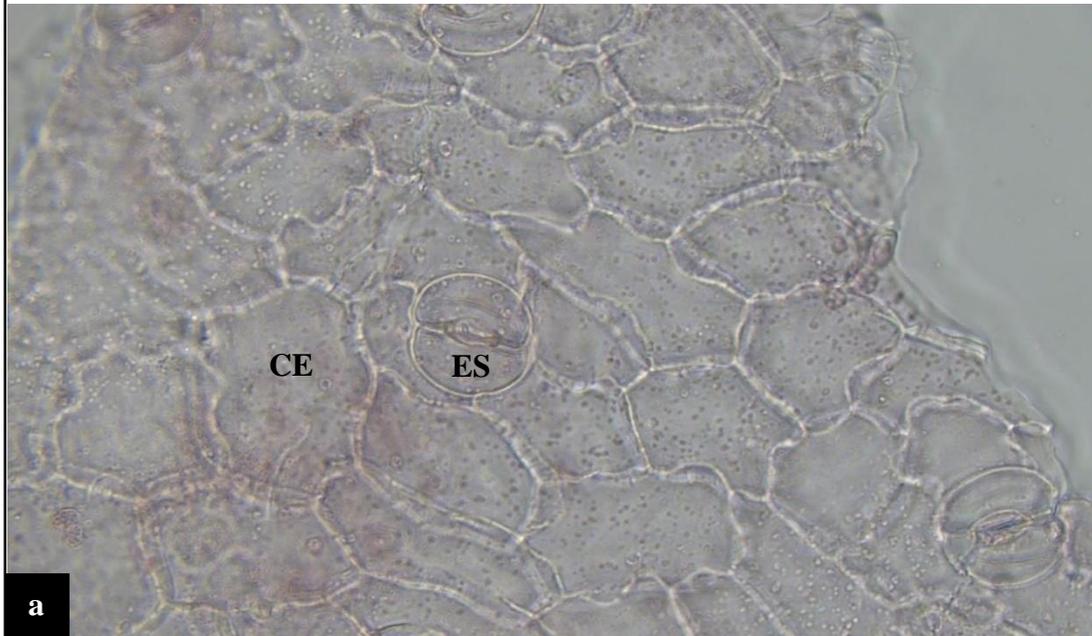
b). Microfotografía 400X. Micropelos con cabeza globosa (MPG) y gotas refringentes de aceite (GA).

c). Microfotografía 400X. Macropelos largos pluricelulares (MPL).

**Grupo funcional: Arbustivas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Senecio sp.***



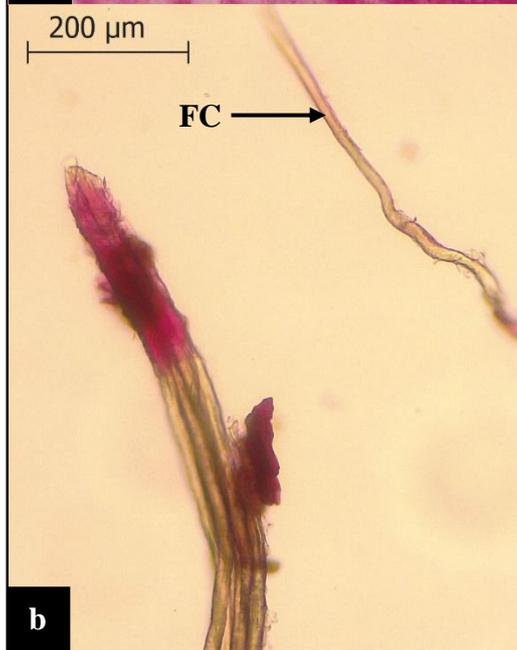
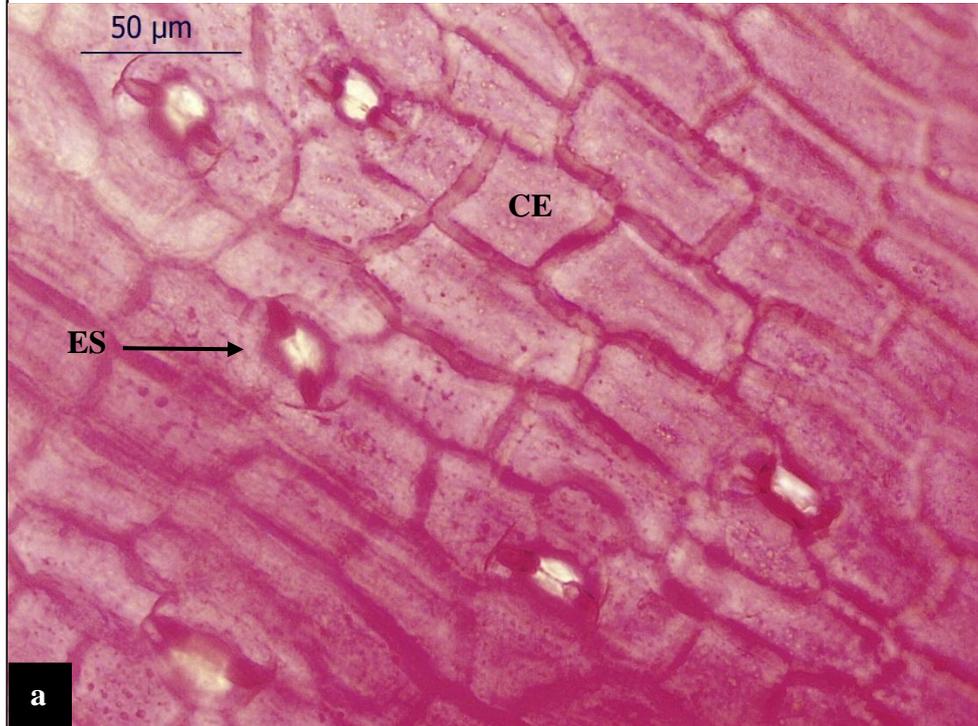
**Leyenda**

- a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma irregular con paredes rectas-curva y ondeadas. Células dispuestas en patrones de rompecabezas. Estomas (ES) anomocítico ubicados aleatoriamente.
- b). Microfotografía 400X. Gotas refringentes de aceites esenciales (GA).

**Grupo funcional: Arbustivas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Ephedra americana***



**Leyenda**

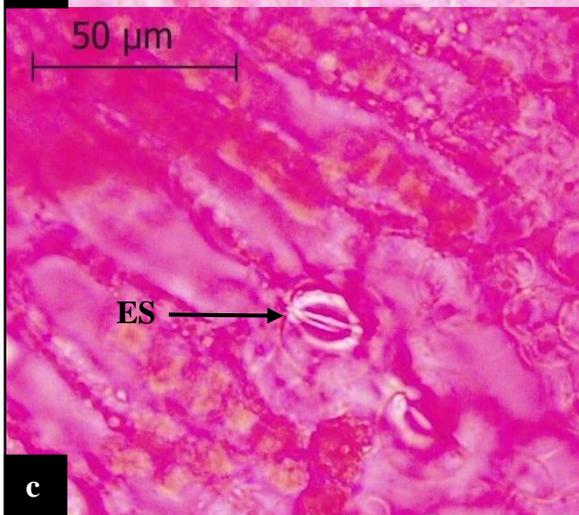
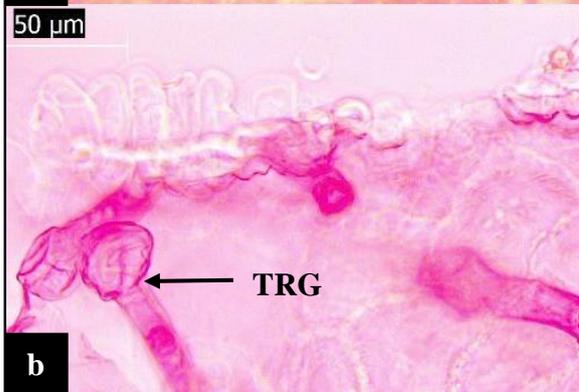
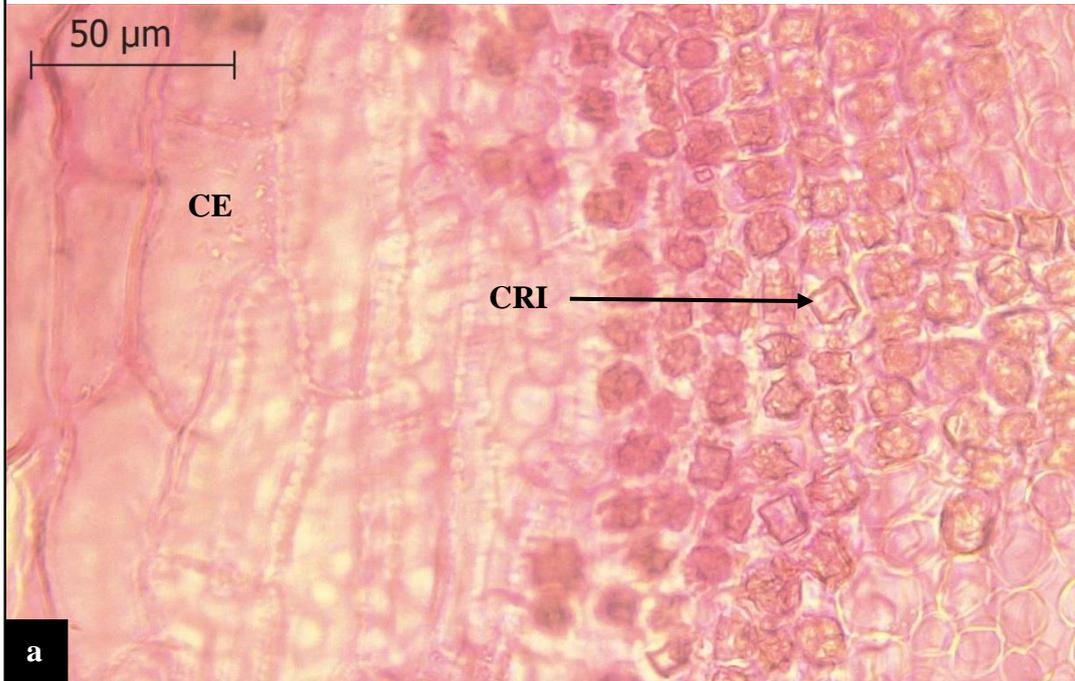
a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma cuadrangular, rectangulares y poligonales con paredes rectas. Estomas (ES) rodeados por 4 células (2 laterales y 2 polares) hundidos dispuestos en forma paralela.

b). Microfotografía 100X. Fibras celulosíticas (FC).

**Grupo funcional: Arbustivas**

**Familia: Asteraceae**

**Especie: *Tetraglochin cristata***



**Leyenda**

a). Microfotografía 400X. Células epidérmicas (CE) de forma poligonal alargadas con paredes rectas-curvas. Cristales de oxalato de calcio de forma romboédrica (CRI).

b). Microfotografía 400X. Tricomas glandulares con pie pluricelular y cabeza globosa (TRG).

c). Microfotografía 400X. Estomas anomocíticos (ES).

**Anexo 5:** Clave de reconocimiento de gramíneas encontradas en la comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho durante el mes de noviembre del 2019

A. Células largas con paredes ligeramente onduladas	B.
B. Presencia de agujijones	C.
C. Estomas con células subsidiarias ovaladas	
Células cortas altas y estrechas solitarias de contorno liso.	
Células largas con extremos en ángulo recto.	<i>Calamagrostis vicunarum</i>
CC. Estomas con células subsidiarias rectangulares	D.
D. Células cortas cuadradas solitarias con paredes sinuosas	
Células largas muchísimo más largas que anchas.	<i>Aciachne sp.</i>
DD. Células cortas cuadradas en pares y células de sílice de forma de pesas.	<i>Festuca rigescens</i>
BB. Ausencia de agujijones	E.
E. Células cortas en pares altas y estrechas de contorno irregular.	<i>Deyeuxia rigescens</i>
EE. Células cortas en pares de forma media luna que envuelve a la célula de sílice.	<i>Poa sp.</i>
AA. Células largas con paredes moderadamente o muy onduladas.	F.
F. Paredes de células largas delgadas	G.
G. Presencia de células papilosas	
Células cortas de forma cuadrada o rectángulo de contorno suave y presencia de micropelos claviformes.	<i>Muhlenbergia peruviana</i>
GG. Ausencia de células papilosas	
Células cortas de forma redonda o elíptica y pares sílico suberosos de forma media luna envolviendo a la célula de sílice, estomas con células subsidiarias rectangulares y abundantes pelos de base circular ubicadas entre células largas.	<i>Trisetum spicatum</i>
FF. Paredes de células largas moderadamente y muy gruesas	H.
H. Presencia de estomas ovalados	I.

## Continuación de Anexo 5

I. Presencia de aguijones cortos en la zona intercostal	<i>Anatherostipa obtusa</i>
II. Ausencia de aguijones Células cortas altas y estrechas de contorno crenado y presencia de macropelos.	<i>Nassella sp.</i>
HH. Presencia de estomas inflados Células cortas altas y estrechas de forma de media luna que envuelve a la célula de sílice y presencia de aguijones cortos en la zona intercostal.	<i>Jarava pungens</i>

**Anexo 6:** Clave de reconocimiento de graminoides encontradas en la comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho durante el mes de noviembre del 2019

A. Células epidérmicas con paredes celulares ligeramente onduladas.

B. Células epidérmicas papilosas

*Carex sp.*

BB. Células epidérmicas no papilosas

C.

C. Células epidermales oblongas con estomas ovalados

*Distichia muscoides*

CC. Células epidermales rectangulares con esquinas redondeadas en forma de ladrillos con estomas ovalados.

Presencia de depósitos rectangulares de sílice.

*Phylloscirpus deserticola*

AA. Células epidérmicas con paredes celulares moderadamente y muy onduladas.

D.

D. Paredes celulares delgadas y estomas del tipo rectangular

Células epidérmicas más largas que anchas.

*Eleocharis albibracteata*

DD. Paredes celulares gruesas y estomas del tipo inflado.

*Trichophorum rigidum*

**Anexo 7:** Clave de reconocimiento de herbáceas y arbustivas encontradas en la comunidad San Cristóbal de Lucanas – Ayacucho durante el mes de noviembre del 2019

A. Paredes de células epidermales rectas o rectas-curvas	B.
B. Estomas dispuestas en hileras.	
Presencia de fibras y células epidermales rectangulares.	<i>Ephedra americana</i>
BB. Estomas dispuestas aleatoriamente en la epidermis	C.
C. Células epidermales papilosas	D.
D. Ausencia de pelos	<i>Alchemilla diplophylla</i>
DD. Presencia de pelos unicelulares de base circular y terminado en punta. Base del tricoma rodeado por 6 células epidérmicas.	<i>Lupinus ananeanus</i>
CC. Células epidermales no papilosas	E.
E. Estomas con células subsidiarias diacíticas.	
Tricomas pluricelulares uniseriados en el borde de la hoja y presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de drusas.	<i>Arenaria digyna</i>
EE. Estomas con células subsidiarias anomocíticos	F.
F. Paredes celulares delgadas	G.
G. Ausencia de tricomas	<i>Lilaeopsis macloviana</i>
GG. Presencia de tricomas	H.
H. Dos tipos de tricomas	
Pelos glandulares con cabezas pluricelulares y pelos no glandulares bicelulares con paredes gruesas. Presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de drusas en nervaduras.	<i>Acaulimalva sp.</i>
HH. Un solo tipo de tricoma	I.
I. Tricomas no glandulares	J.

## Continuación de Anexo 7

J. Pelos pluricelulares Pelos muy largos con base circular implantado en 5-6 células epidérmicas. Presencia de algunas estomas diacíticos	<i>Plantago tubulosa</i>
JJ. Pelos unicelulares	K.
K. Pelos largos y grandes abundantes en toda la epidermis.	<i>Descurainia sp.</i>
KK. Pelos delgados y cortos con base ancha y terminación en punta. Tricomas implantados en una roseta de 6 células epidérmicas.	<i>Geranium sessiliflorum</i>
II. Tricomas glandulares	
Tricomas pluricelulares uniseriados	<i>Trifolium amabile</i>
FF. Paredes celulares moderadamente y muy gruesas.	L.
L. Ausencia de tricomas	M.
M. Presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de drusas.	<i>Azorella compacta</i>
MM. Ausencia de cristales de oxalato de calcio.	N.
N. Estomas circulares	<i>Werneria sp.</i>
NN. Estomas ovalados	<i>Hypochoeris taraxacoides</i>
MM. Presencia de tricomas	O.
O. Dos tipos de tricomas	P.
P. Tricomas no glandulares pluricelulares muy largos y tricomas glandulares con pie y cabeza pluricelular.	<i>Parastrephia quadrangularis</i>

## Continuación de Anexo 7

PP. Tricoma no glandular unicelular de Paredes lisas y tricomas glandulares sin pie ni cabeza.	
Presencia de estomas cicloclítico	<i>Lachemilla pinnata</i>
OO. Un solo tipo de tricoma	Q.
Q. Tricoma glandular	
Pie pluricelular y cabeza globosa	
Presencia de cristales de oxalato de calcio de forma romboédrica.	<i>Tetraglochin cristata</i>
QQ. Tricoma no glandular	
Pelos de paredes rugosas	<i>Astragalus brackenridgei</i>
AA. Paredes de células epidérmicas en forma ondeadas o sinuosas.	R.
R. Células epidérmicas alargadas con papilas	
Presencia de cristales de oxalato de calcio de forma romboédrica.	<i>Pycnophyllum molle</i>
RR. Células no papilosas	S.
S. Presencia de tricomas	T.
T. Presencia de tricomas glandulares	
Tricoma con pie pluricelular y cabeza unicelular	<i>Perezia multiflora</i>
TT. Presencia de tricomas no glandulares	U.
U. Pelos unicelulares	V
V. Pelos lanuginosos	<i>Belloa piptolepis</i>
VV. Pelos corto de forma con presencia de cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios.	<i>Oenothera multicaulis</i>
UU. Pelos pluricelulares	
Pelos cortos uniseriados implantados en 5-6 células epidérmicas.	<i>Cótula sp.</i>
SS. Ausencia de tricomas	
Presencia de gotas de aceites en la epidermis	<i>Senecio sp.</i>

**Anexo 8:** Composición (%) de la dieta de la vicuña en los cuatro tipos de vegetación

**Consumo (% de dieta) de grupos funcionales en Pajonal.**

Submuestras	Grupo funcional				
	Gramíneas	Graminoides	Herbáceas	Arbustos	N.D
<b>PJA<sub>1</sub></b>	80.37	2.45	4.29	3.07	9.82
<b>PJA<sub>2</sub></b>	83.24	2.16	3.51	4.86	6.22
<b>PJA<sub>3</sub></b>	82.85	0.87	3.20	5.23	7.85
<b>PJA<sub>4</sub></b>	74.54	3.37	3.37	10.43	8.28
<b>PJA<sub>5</sub></b>	78.13	3.13	6.25	8.33	4.17
<b>PJA<sub>6</sub></b>	76.96	4.71	4.97	6.54	6.81
<b>PJB<sub>1</sub></b>	79.53	5.88	4.24	6.82	3.53
<b>PJB<sub>2</sub></b>	75.72	8.09	4.18	8.88	3.13
<b>PJB<sub>3</sub></b>	71.27	9.07	7.13	8.64	3.89
<b>PJB<sub>4</sub></b>	75.00	6.60	6.84	9.43	2.12
<b>PJB<sub>5</sub></b>	74.76	5.00	7.14	8.33	4.76
<b>PJB<sub>6</sub></b>	75.65	3.78	9.22	8.98	2.36

Los números 1-6 corresponden a las submuestras

**Consumo (% de dieta) de grupos funcionales en Césped**

Submuestras	Grupo funcional				
	Gramíneas	Graminoides	Herbáceas	Arbustos	N.D
<b>CPA<sub>1</sub></b>	67.72	4.85	11.41	8.50	7.52
<b>CPA<sub>2</sub></b>	73.30	4.90	5.99	7.63	8.17
<b>CPA<sub>3</sub></b>	71.92	4.99	7.87	6.30	8.92
<b>CPA<sub>4</sub></b>	66.82	7.40	14.80	6.50	4.48
<b>CPA<sub>5</sub></b>	69.62	6.22	12.92	6.22	5.02
<b>CPA<sub>6</sub></b>	72.53	8.00	9.87	5.60	4.00
<b>CPB<sub>1</sub></b>	82.34	3.82	7.64	2.15	4.06
<b>CPB<sub>2</sub></b>	78.77	2.19	10.28	3.06	5.69
<b>CPB<sub>3</sub></b>	85.32	1.15	7.80	2.75	2.98
<b>CPB<sub>4</sub></b>	76.51	3.53	12.89	4.37	2.70
<b>CPB<sub>5</sub></b>	74.89	5.51	13.22	1.98	4.41
<b>CPB<sub>6</sub></b>	79.07	5.29	7.27	5.73	2.64

Los números 1-6 corresponden a las submuestras

**Consumo (% de dieta) de grupos funcionales en Pajonal-Césped.**

Submuestras	Grupo funcional				
	Gramíneas	Graminoides	Herbáceas	Arbustos	N.D
PCA <sub>1</sub>	67.50	5.56	8.61	12.50	5.83
PCA <sub>2</sub>	78.17	4.04	5.93	8.36	3.50
PCA <sub>3</sub>	76.32	6.14	6.80	6.58	4.17
PCA <sub>4</sub>	74.19	9.22	7.37	4.84	4.38
PCA <sub>5</sub>	75.53	8.47	6.12	5.65	4.24
PCA <sub>6</sub>	75.53	7.29	6.59	4.94	5.65
PCB <sub>1</sub>	75.33	4.00	7.33	6.22	7.11
PCB <sub>2</sub>	76.14	2.05	9.32	5.91	6.59
PCB <sub>3</sub>	75.18	5.85	9.13	2.58	7.26
PCB <sub>4</sub>	69.07	3.72	14.88	6.98	5.35
PCB <sub>5</sub>	70.25	3.43	14.19	6.64	5.49
PCB <sub>6</sub>	68.51	2.99	17.47	7.59	3.45
PCC <sub>1</sub>	76.32	4.55	11.24	3.83	4.07
PCC <sub>2</sub>	72.04	6.94	10.96	5.82	4.25
PCC <sub>3</sub>	71.98	5.45	13.23	6.03	3.31
PCC <sub>4</sub>	74.04	5.19	13.54	3.84	3.39
PCC <sub>5</sub>	73.32	3.25	14.10	4.77	4.56
PCC <sub>6</sub>	73.23	3.76	15.71	3.32	3.98

Los números 1-6 corresponden a las submuestras

**Consumo (% de dieta) de grupos funcionales en Tolar-Césped**

Submuestras	Grupo funcional				
	Gramíneas	Graminoides	Herbáceas	Arbustos	N.D
TC <sub>1</sub>	70.23	1.91	4.58	14.12	9.16
TC <sub>2</sub>	67.54	4.48	5.97	10.07	11.94
TC <sub>3</sub>	66.67	3.30	2.97	12.21	14.85
TC <sub>4</sub>	60.77	8.36	10.93	10.93	9.00
TC <sub>5</sub>	59.88	8.64	14.20	9.26	8.02
TC <sub>6</sub>	57.05	8.01	16.67	9.94	8.33

Los números 1-6 corresponde a las submuestras

**Anexo 9:** Análisis estadístico de la composición botánica de la dieta de la vicuña

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de los grupos funcionales presentes en la dieta.

	<b>Pajonal</b>	<b>Césped</b>	<b>Pajonal-césped</b>	<b>Tolar-césped</b>
<b>Shapiro-Wilk (W calculado)</b>	0.981	0.972	0.990	0.977
<b>p-valor</b>	0.449	0.173	0.756	0.738

Prueba de Bartlett de homogeneidad de varianza de los grupos funcionales presentes en la dieta.

	<b>Pajonal</b>	<b>Césped</b>	<b>Pajonal-césped</b>	<b>Tolar-césped</b>
<b>Bartlett's K-squared</b>	5.138	20.166	20.419	7.609
<b>g.l.</b>	4	4	4	4
<b>p-valor</b>	0.274	0.0005	0.0004	0.107

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis de los grupos funcionales presentes en la dieta.

	<b>Pajonal</b>	<b>Césped</b>	<b>Pajonal-césped</b>	<b>Tolar-césped</b>
<b>Kruskal -Wallis chi-squared</b>	34.01	41.01	62.91	19.14
<b>g.l.</b>	4	4	4	4
<b>p-valor</b>	7.416E-07	2.682E-08	7.073E-13	0.0007389

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de Pajonal

	<b>Arbustivas</b>	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>
<b>Gramíneas</b>	9.1E-05	-	-	-
<b>Graminoides</b>	0.024	2.50E-06	-	-
<b>Herbáceas</b>	0.058	2.50E-06	0.408	-
<b>N. D</b>	0.044	2.50E-06	0.612	0.671

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de Césped

	<b>Arbustivas</b>	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>
<b>Gramíneas</b>	1.80E-06	-	-	-
<b>Graminoides</b>	0.80512	1.80E-06	-	-
<b>Herbáceas</b>	0.00017	1.80E-06	9.90E-05	-
<b>N. D</b>	0.97740	1.80E-06	0.97740	0.00029

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de Pajonal-césped.

	<b>Arbustivas</b>	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>
<b>Gramíneas</b>	6.4E-07	-	-	-
<b>Graminoides</b>	0.270	6.4E-07	-	-
<b>Herbáceas</b>	2.3E-05	6.4E-07	2.7E-06	-
<b>N. D</b>	0.12	6.4E-07	0.910	4.3E-06

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de Tolar-césped.

	<b>Arbustivas</b>	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>
<b>Gramíneas</b>	0.0043	-	-	-
<b>Graminoides</b>	0.0043	0.0043	-	-
<b>Herbáceas</b>	0.7483	0.0043	0.3869	-
<b>N. D</b>	0.3432	0.0043	0.0433	0.7483

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk de los tipos de vegetación

	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>	<b>Arbustivas</b>	<b>N. D</b>
<b>Shapiro-Wilk</b>					
<b>(W calculado)</b>	0.990	0.978	0.983	0.947	0.939
<b>p-valor</b>	0.950	0.511	0.702	0.030	0.015

Prueba de Bartlett de homogeneidad de varianza de los tipos de vegetación

	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>	<b>Arbustivas</b>	<b>N. D</b>
<b>Bartlett's</b>					
<b>K-squared</b>	6.284	1.895	5.354	2.153	7.3325
<b>g.l.</b>	3	3	3	3	3
<b>p-valor</b>	0.0986	0.595	0.148	0.541	0.062

Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis de los tipos de vegetación.

	<b>Gramíneas</b>	<b>Graminoides</b>	<b>Herbáceas</b>	<b>Arbustivas</b>	<b>N. D</b>
<b>Kruskal -</b>					
<b>Wallis chi-</b>					
<b>squared</b>	18.11	0.833	18.34	16.15	13.56
<b>g.l.</b>	3	3	3	3	3
<b>p-valor</b>	0.0004	0.842	0.00037	0.0011	0.0036

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de gramíneas

	<b>Césped</b>	<b>Pajonal</b>	<b>Pajonal-césped</b>
<b>Pajonal</b>	0.26270	-	-
<b>Pajonal-césped</b>	0.62630	0.01763	-
<b>Tolar-césped</b>	0.00259	0.00065	0.00259

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de herbáceas

	<b>Césped</b>	<b>Pajonal</b>	<b>Pajonal-césped</b>
<b>Pajonal</b>	0.00029	-	-
<b>Pajonal-césped</b>	0.75461	0.00029	-
<b>Tolar-césped</b>	0.73975	0.49925	0.68053

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de graminoides.

	<b>Césped</b>	<b>Pajonal</b>	<b>Pajonal-césped</b>
<b>Pajonal</b>	0.87	-	-
<b>Pajonal-</b>			
<b>césped</b>	0.92	0.87	-
<b>Tolar-césped</b>	0.87	0.87	0.87

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de arbustivas

	<b>Césped</b>	<b>Pajonal</b>	<b>Pajonal-césped</b>
<b>Pajonal</b>	0.01801	-	-
<b>Pajonal-césped</b>	0.44601	0.04804	-
<b>Tolar-césped</b>	0.00065	0.00632	0.00085

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de Especies no determinadas

	<b>Césped</b>	<b>Pajonal</b>	<b>Pajonal-césped</b>
<b>Pajonal</b>	1	-	-
<b>Pajonal-césped</b>	1	1	-
<b>Tolar-césped</b>	0.0023	0.0041	8.9E-05

**Anexo 10:** Análisis estadístico de la diversidad dietaria de la vicuña

Resultados de p-valor de las comparaciones múltiples de la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon ajustados a Benjamini -Hochberg (BH) de índice diversidad de dieta según el tipo de vegetación.

	<b>Césped</b>	<b>Pajonal</b>	<b>Pajonal-césped</b>
<b>Pajonal</b>	0.336	-	-
<b>Pajonal-césped</b>	0.508	0.061	-
<b>Tolar-césped</b>	0.888	0.508	0.856

**Anexo 11:** Número de especies presentes en la composición de la dieta de la vicuña

	<b>Pajonal</b>	<b>Césped</b>	<b>Pajonal-césped</b>	<b>Tolar-césped</b>
<b>Número de especies en la dieta</b>	25	29	30	24
<b>Número de especies en el pastizal</b>	19	21	16	4