

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**



**“EVALUACIÓN DE DOS INSTRUMENTOS DE MUESTREO  
PARA ESTIMAR INDICADORES DEL ESTADO DE  
CONSERVACIÓN DE PASTIZALES”**

**Presentada por:  
LUCINDA TAFUR GUTIÉRREZ**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Lima - Perú**

**2024**

# Tesis posgrado\_Tafur

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

15%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

## ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

---

2%

★ [repositorio.unal.edu.co](http://repositorio.unal.edu.co)

Fuente de Internet

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**“EVALUACIÓN DE DOS INSTRUMENTOS DE MUESTREO  
PARA ESTIMAR INDICADORES DEL ESTADO DE  
CONSERVACIÓN DE PASTIZALES”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE  
MAGISTER SCIENTIAE EN PRODUCCIÓN ANIMAL**

**Presentada por:  
LUCINDA TAFUR GUTIÉRREZ**

**Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:**

Ph.D. Arturo Florez Martínez  
**PRESIDENTE**

Ph.D. Javier Ñaupari Vásquez  
**ASESOR**

Ph.D. Enrique Flores Mariazza  
**MIEMBRO**

Ph.D. Lucrecia Aguirre Terrazas  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Liborio y Nicida quienes me enseñaron que la mejor herencia que un padre a sus hijos es la educación y que el mejor conocimiento que se puede adquirir es el que se aprende por uno mismo.

A mis hermanos(as) Alex David, Magdali, Ofelia y Andersson por sus consejos, su cariño y comprensión durante todo este proceso.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios, quien me ha dado la fortaleza para seguir día a día; ha iluminado mi camino y ha permitido que pueda lograr una meta más en mi vida.

Al Ph. D. Javier A. Ñaupari Vásquez, patrocinador de esta tesis, por su inquebrantable apoyo, confianza y paciencia para la realización y presentación del presente trabajo de investigación.

Al Ph. D. Enrique Flores Mariazza y la Ph. D. Lucrecia Aguirre Terrazas, por su orientación durante la redacción de esta tesis y por las enseñanzas impartidas durante mis años de estudio de la maestría.

Al Equipo técnico del Laboratorio de Ecología y Utilización de Pastizales de la Universidad Nacional Agraria La Molina; en especial al Mg. Sc. Bill Yalli Huamani, un amigo incondicional que me inculco el amor por la agrostología de los pastizales; y al Mg. Sc. Raúl Tacuna Céspedes, por su apoyo y contribución brindadas durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

Al Fondo para la Innovación, Ciencia y Tecnología (FINCyT), actualmente Innóvate Perú, convenio N° 144-FINCyT-IA-2013, “Desarrollo de un Sistema de Alerta Temprana para Reducir la Vulnerabilidad de Pastores de Puna al Cambio Climático” por el financiamiento para el desarrollo de esta tesis.

A la comunidad de Canchayllo en la región Junín, Cordillera Blanca en la región de Ancash, Tomas de la región de Lima, Santa Ana de la región de Huancavelica y a la Cooperativa Comunal San Pedro de Racco de la región Pasco por su apoyo y las facilidades brindadas en las labores de campo.

## ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN .....	1
II.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1.	PASTIZALES ALTOANDINOS .....	3
2.2.	SITUACIÓN ACTUAL DE PASTIZALES ALTOANDINOS .....	4
2.3.	ECOSISTEMAS DE PASTIZAL.....	7
2.4.	TIPOS DE PASTIZALES .....	7
2.5.	ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE PASTIZALES.....	8
2.6.	HERRAMIENTAS PARA EVALUAR INDICADORES DE ESTADOS DE CONSERVACIÓN .....	16
2.6.1.	Anillo Censador de Parker.....	16
2.6.2.	Marco Puntual Modificado .....	17
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO .....	19
3.2.	PROTOCOLO DE MUESTREO DE CAMPO.....	21
3.2.1.	Selección del Sitio .....	21
3.2.2.	Instalación de Transectas.....	21
3.2.3.	Censo con el Anillo de Parker .....	22
3.2.4.	Censo con el Marco Puntual Modificado .....	24
3.3.	INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN .....	24
3.3.1.	Composición Florística.....	24
3.3.2.	Diversidad.....	25
3.3.3.	Cobertura basal .....	26
3.3.4.	Porcentaje de Mantillo.....	26
3.3.5.	Porcentaje de Suelo Desnudo .....	26
3.3.6.	Plantas Invasoras .....	26
3.4.	COSTO-EFICIENCIA .....	28

3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	28
3.5.1.	Análisis Estadístico .....	28
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1.	INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE PASTIZALES.. .....	30
4.1.1.	Pajonal .....	30
4.1.2.	Césped de Puna.....	34
4.1.3.	Bofedal .....	36
4.2.	COSTO – EFICIENCIA.....	38
V.	CONCLUSIONES.....	41
VI.	RECOMENDACIONES .....	42
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	43
VIII.	ANEXOS .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Definiciones de Pastizales .....	3
Tabla 2: Atributos e indicadores para evaluar el valor ecológico .....	9
Tabla 3: Escala y valor relativo para estimar el Valor Ecológico .....	10
Tabla 4: Coordenadas de ubicación y datos climatológicos de las áreas en estudio .....	20
Tabla 5: Número de transectas instaladas dentro de cada comunidad según tipo de vegetación.....	22
Tabla 6: Aspectos y claves consideradas en el registro de observaciones de los censos de vegetación con el anillo de Parker y el Marco Puntual Modificado.....	23
Tabla 7: Relación de especies invasoras presentes en pastizales de la sierra clasificados por tipo de vegetación.....	27
Tabla 8: Comparación de la Florística, diversidad, cobertura, mantillo, suelo desnudo, plantas invasoras con dos instrumentos de muestreo de la vegetación pajonal (Kruskal Walis $p < 0.05$ ) .....	31
Tabla 9: Comparación de la Florística, diversidad, cobertura, mantillo, suelo desnudo, plantas invasoras con dos instrumentos de muestreo de la vegetación césped de puna (Kruskal Walis $p < 0.05$ ) .....	34
Tabla 10: Comparación de la Florística, diversidad, cobertura, mantillo, suelo desnudo y plantas invasoras con dos instrumentos de muestreo de la vegetación bofedal (Kruskal Walis $p < 0.05$ ) .....	36
Tabla 11: Tiempo promedio en minutos que duró una evaluación con el Anillo de Parker y con el Marco Puntual Modificado en 3 tipos de vegetación (Kruskal Walis $p < 0.05$ ).....	39
Tabla 12: Costo eficiencia promedio obtenidos con el Anillo de Parker y con el Marco Puntual Modificado en 3 tipos de vegetación (Kruskal Walis $p < 0.05$ ).....	40



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Superficie de Pastos Naturales en el Perú según región. ....	5
Figura 2. Clasificación de los métodos para calcular la diversidad alfa.....	11
Figura 3. Anillo censador de Parker .....	17
Figura 4. Marco puntual modificado .....	17
Figura 5. Ubicación de las áreas de estudio .....	19
Figura 6. Representación de la secuencia de censo de la vegetación con los dos instrumentos de muestreo .....	22

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Formato relevamiento método de Parker .....	54
Anexo 2. Formato de relevamiento del Marco Puntual Modificado. ....	55
Anexo 3. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Anillo de Parker en Pajonales.....	57
Anexo 4. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Marco Puntual Modificado en pajonales .....	58
Anexo 5. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el anillo de Parker en césped de puna.....	59
Anexo 6. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Marco Puntual Modificado en césped de puna .....	60
Anexo 7. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el anillo de Parker en bofedales.....	61
Anexo 8. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Marco Puntual Modificado en bofedales .....	61
Anexo 9. Número de especies por transecta encontradas en pajonales con el Anillo de Parker.....	62
Anexo 10. Número de especies por transecta encontradas en pajonales con el Marco Puntual Modificado .....	66
Anexo 11. Número de especies por transecta encontradas en Césped de Puna con el Anillo de Parker.....	71
Anexo 12. Número de especies por transecta encontradas en Césped de Puna con el Marco Puntual Modificado.....	75
Anexo 13. Número de especies por transecta encontradas en Bofedal con el Anillo de Parker.....	79
Anexo 14. Número de especies por transecta encontradas en Bofedal con el Marco Puntual Modificado .....	80
Anexo 15. Cálculo del Costo-Eficiencia con el Anillo de Parker y el Marco Puntual Modificado en Pajonal.....	81
Anexo 16. Cálculo del Costo-Eficiencia con el Anillo de Parker y el Marco Puntual Modificado en Césped de Puna .....	82

Anexo 17. Cálculo del Costo-Eficiencia con el Anillo de Parker y el Marco Puntual Modificado en Bofedal .....	82
---	----

## RESUMEN

Los cambios en la composición florística y la pérdida de producción forrajera y cobertura vegetal de los pastizales en la sierra de nuestro país es el reflejo del proceso de degradación que estos sufren. Por lo tanto, la clave para el monitoreo de los pastizales es el desarrollo de instrumentos que permitan una estimación más precisa y rápida de estos parámetros. Uno de los más utilizados por la Sociedad de Manejo de Pastizales ha sido el anillo censador, de una pulgada de diámetro, desarrollado por Parker (1951) para estimar la condición y tendencia de los pastizales (Parker 1954). Este anillo permite evaluar la composición florística del campo en una transecta radial de 30 metros de longitud. Sin embargo, con el desarrollo de nuevas tecnologías basadas en el uso de sensores remotos y modelos ecológicos para estimar la producción de forraje, también se han desarrollado nuevos instrumentos como el Marco Puntual Modificado para evaluar la composición florística del campo en transectas de 200 m. Esta información es usada por el Modelo PHYGROW (Phytomass Growth Simulator) para desarrollar un submodelo de vegetación que estima finalmente la producción de forraje. El objetivo de este estudio fue comparar dos instrumentos de muestreo para estimar indicadores del estado de conservación como composición florística, diversidad, porcentaje de cobertura basal, mantillo, suelo desnudo y plantas invasoras (perennes y anuales), así como el costo - eficiencia en pajonales, césped de puna y bofedales de la sierra central. Las evaluaciones se condujeron en 46 transectas instaladas en el año 2015 en pastizales de cinco regiones de la sierra central; Canchayllo (Junín), Cordillera Blanca (Huaraz), Santa Ana (Huancavelica), San Pedro de Racco (Pasco) y Tomas (Lima). Los resultados revelan que tanto en pajonal como césped de puna existe predominancia de gramíneas; mientras que en bofedales la predominancia está dada por las herbáceas; sin embargo, estos valores son similares para ambos instrumentos de evaluación ( $p > 0.05$ ). En lo referente a diversidad, solamente se encontraron diferencias significativas en el número de especies y especies perennes en pajonales y césped de puna; en donde el Marco puntual modificado nos proporcionó valores superiores a los del anillo censador de Parker, caso contrario ocurrió en bofedales, donde no se encontraron diferencias significativas. Asimismo, se puede apreciar con respecto al porcentaje de cobertura basal, de mantillo y de suelo desnudo, no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los instrumentos de medida; mientras que, en

el porcentaje de plantas basal, invasoras, de mantillo y de suelo desnudo, no se encontraron diferencias significativas para ninguno de los instrumentos de medida; mientras que, en el porcentaje de plantas invasoras, perennes, si existió diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para los instrumentos de evaluación. Todo lo contrario, en el caso del tiempo de evaluación, los resultados indican diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para los 3 tipos de vegetación en estudio (Pajonal, Césped de puna y Bofedal), tendiendo a ser mejor; por el menor tiempo empleado; el anillo censador de Parker. No obstante, el indicador costo-eficiencia no mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ).

**Palabras Clave:** Parker, Marco Puntual Modificado, Ecosistemas, Composición Florística.

## ABSTRACT

The changes in the floristic composition and the loss of forage production and plant cover of the grasslands in the mountains of our country reflects the degradation process that they suffer. Therefore, the key to grassland monitoring is the development of instruments that allow a more precise and rapid estimation of these parameters. One of the most used by the Range Management Society has been the census ring, one inch in diameter, developed by Parker (1951) to estimate the condition and trend of rangelands (Parker 1954). This ring allows evaluating the floristic composition of the field in a 30-meter-long radial transect. However, with the development of new technologies based on the use of remote sensors and ecological models to estimate forage production, new instruments have also been developed such as the Modified Point Framework to evaluate the floristic composition of the field in 200 m transects. This information is used by the PHYGROW Model (Phytomass Growth Simulator) to develop a vegetation sub model that ultimately estimates forage production. The objective of this study was to compare two sampling instruments to estimate conservation status indicators such as floristic composition, diversity, percentage of basal cover, mulch, bare soil, and invasive plants (perennials and annuals), as well as cost-efficiency in tussock grasslands, short grass, and Andean wetlands of the central mountains. The evaluations were conducted on 46 transects installed in 2015 in grasslands in five regions of the central highlands: Canchayllo (Junín), Cordillera Blanca (Huaraz), Santa Ana (Huancavelica), San Pedro de Racco (Pasco) and Tomas (Lima). The results reveal that in both tussock and short grasslands there is a predominance of grasses, while in Andean wetlands the predominance is given by herbaceous plants. However, these values are similar for both evaluation instruments ( $p > 0.05$ ). Regarding diversity, significant differences were only found in the number of species and perennial species in tussock and short grasslands; where the modified punctual framework provided us with higher values than those of the Parker census ring, otherwise the opposite occurred in Andean wetlands, where no significant differences were found. Likewise, it can be seen with respect to the percentage of basal coverage, mulch and bare soil, no significant differences were found for any of the measuring instruments; while, in the percentage of basal, invasive, mulch and bare soil plants, no significant differences were found for any of the measurement instruments; while, in the percentage of invasive,

perennial plants, there were significant differences ( $p < 0.05$ ) for the evaluation instruments. On the contrary, in the case of evaluation time, the results indicate highly significant differences ( $p < 0.01$ ) for the 3 types of vegetation under study (Tussock grassland, short grassland and Andean wetland), tending to be better; for the shortest time spent; Parker's sensing ring. However, the cost-efficiency indicator did not show significant statistical differences ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** Parker, Modified Point Framework, Ecosystems, Floristic Composition.

## I. INTRODUCCIÓN

Del total de los pastizales altoandinos del Perú, se estima que alrededor del 60 por ciento se encuentra en proceso de degradación, esto se refleja en los cambios de la composición florística, en la caída de la producción forrajera y la pérdida de la cobertura vegetal. Desde 1951, la evaluación de los pastizales se ha realizado haciendo uso del anillo censador de Parker, el cual es un instrumento eficaz y preciso; en el 2014, un instrumento llamado Marco Puntual Modificado fue utilizado en investigaciones para identificar la vegetación herbácea para su uso en modelos de simulación (Rhodes *et al.* 2014).

El buen manejo o gestión de los pastizales se planifica a partir de datos de inventario y monitoreo de la composición florística y la condición de la vegetación en sitios ecológicos con características de vegetación, clima y suelo diferentes a áreas vecinas. Estos datos son esenciales para interpretar adecuadamente las condiciones actuales y los recursos para el análisis de las alternativas de gestión (Ruyle y Dyess 2010); asimismo nos brindan información necesaria para determinar los estados de conservación de los pastizales. Los pastizales sirven como hábitat para muchas especies, producen energía, alimentos y otros bienes, y ayudan a almacenar carbono y agua (Huerta 2002). Sin embargo, el mal manejo de los pastizales ocasiona degradación debido al sobrepastoreo; por lo que un buen plan de manejo y conservación de estos requiere de métodos que ayuden a determinar indicadores como la composición florística, la diversidad, la cobertura entre otros de forma rápida, precisa y con bajos costos.

El método más utilizado para inventariar la condición de pastizales en el Perú es el “Método de los 3 pasos de Parker”, el cual utiliza como herramienta un anillo censador a lo largo de una transecta fija de 30 m o al paso de 100 m. El anillo de 1 pulgada de diámetro permite determinar composición florística y cobertura basal de plantas, información que permite estimar la condición del pastizal. Sin embargo, el área evaluada con este método cubre solo un cuarto de hectárea, información que se asume



es representativa de un sitio ecológico, cuya área puede variar entre 20 ha a 100 ha.

Las imágenes de sensores remotos de mediana resolución espacial (30 m) ofrecen datos espectrales que se pueden usar para clasificar tipos de vegetación y estimar la biomasa aérea, indicadores del estado de conservación de pastizales. En adición, el desarrollo de modelos de simulación como PHYGROW desarrollados para estimar la dinámica de producción de forraje, introduce el uso de una nueva herramienta, marco puntual modificado, para colectar y validar datos de campo en transectas de 100 a 200 m de longitud.

El objetivo del presente trabajo fue comparar dos instrumentos de muestreo para estimar indicadores del estado de conservación (composición florística, diversidad, porcentaje de cobertura basal, de mantillo, de suelo desnudo y de plantas invasoras) de pastizales y determinar el costo-eficiencia de ambos instrumentos.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. PASTIZALES ALTOANDINOS

Según Ojima *et al.* (1993), los pastizales ocupan una cuarta parte de la superficie del planeta e incluyen una variedad de condiciones climáticas, desde desérticas hasta húmedas (IPCC 2006). Los pastizales son un ecosistema de vegetación abierta dominado por plantas herbáceas cuyos principales productos son consumidos por los herbívoros (Miller 1990 citado por Rebollo y Gómez 2003). En la Tabla 1 se muestran algunas definiciones más sobre pastizales consideradas por diferentes autores, siendo el común denominador en todas ellas que la vegetación predominante son las gramíneas (Gibson 2009).

**Tabla 1: Definiciones de Pastizales**

Definición	Fuente
“...una comunidad de plantas en la que las gramíneas son dominantes y los árboles están ausentes”.	Milner & Hughes (1968)
“...un tipo de vegetación dominada por gramíneas pero que contiene muchas hierbas de hoja ancha (herbáceas)”.	Bazzaz & Parrish (1982)
“Tierra en la que la vegetación está predominada por gramíneas.”	El Comité de Terminología de Forraje y Pastoreo (1992).
“[Pastizales]...son dominadas principalmente por gramíneas (Gramineae) y plantas como las hierbas (Cyperaceae)”.	Sims (1988)
“...ecosistemas terrestres dominados por vegetación herbácea y arbórea, y mantenidos por el fuego, el pastoreo, la sequía y/o las temperaturas de congelación”	Evaluaciones Piloto de los Ecosistemas Globales; White <i>et al.</i> (2000)
“Una cuarta parte o más de la vegetación total consiste en una comunidad principalmente herbácea en la cual las gramíneas son la forma de	Kucera (1981)

<p><i>Continuación...</i></p> <p>vida dominante... las hierbas dan carácter y unidad de estructura vegetal al paisaje... un exceso de árboles y arbustos dispersos puede estar presente”.</p> <p>“... cualquier comunidad de plantas, incluyendo forrajes cosechados, en los cuales gramíneas y/o leguminosas forman la vegetación dominante”.</p> <p>“...tipos de vegetación que están sujetos a sequía periódica, que tienen un dosel dominado por gramíneas y especies de hierba, y que crecen donde hay menos de 10 a 15 árboles por hectárea”.</p>	<p>Barnes &amp; Nelson (2003)</p> <p>Risser (1988)</p>
---	--

Fuente: Adaptado de Grasses and Grassland Ecology, Gibson (2009)

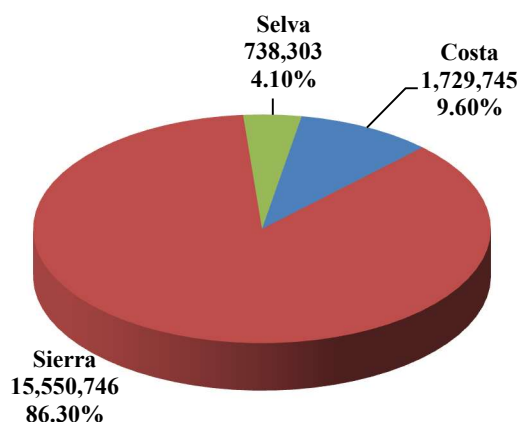
Según Tapia y Flores (1984), la composición de estos depende de las propiedades del suelo, como la textura y el contenido de materia orgánica, la exposición del sol y la humedad del suelo; por lo general consisten en gramíneas, ciperáceas y rosáceas; y su valor radica en el uso de los animales de pastoreo (Florez y Bryant 1989).

## 2.2. SITUACIÓN ACTUAL DE PASTIZALES ALTOANDINOS

Según el IV Censo Nacional Agropecuario del año 2012, los pastos naturales representan un 57 por ciento del área no agrícola con un total de 18'018,795 Has, de los cuales el 86.30 por ciento se encuentran en la sierra del Perú. Asimismo, del total de pastos naturales, tan solo un 8.65 por ciento (1'559,337 Has) son pastizales manejados y el 91.35 por ciento restante (16'459,457 Has) son pastizales sin manejo (Figura 1).

Por otra parte, el INRENA (2004), manifiesta que existe un total de 22'228,000 Has de pastos naturales altoandinos; de los cuales 19'711,400 Has son pajonales, 2'424,900 Has son césped de puna y 91,700 Has son bofedales. El Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM 2015) también señala en su memoria descriptiva que el 14.76 por ciento de la superficie terrestre del Perú son ocupados por pastos naturales andinos, esto equivale a un total de 18'976,149 Has. En este sentido, los pajonales ocupan la mayor

superficie con 18'192,418 Has; mientras que los bofedales ocupan tan solo 5444,562 Has.



**Figura 1. Superficie de Pastos Naturales en el Perú según región.**

Fuente: PERU INEI - IV Censo Nacional Agropecuario (2012)

Flores (1996) realizó una investigación para conocer la realidad y las limitaciones de los ecosistemas altoandinos, observó los cambios en la condición de los pastizales según sus sistemas de manejo, el principal resultado fue que el 57.9 por ciento de los pastizales se encuentra en condición pobre y el 30.65 por ciento en condición regular. Si la cubierta vegetal se ha perdido debido a la degradación del pasto a causa del sobrepastoreo, entonces el pasto muestra una condición pobre o muy pobre. Pizarro (2017) señala que los pastizales altoandinos se encuentran en un estado de degradación severa y con tendencia a intensificarse.

Las principales razones de la degradación de las zonas naturales y de las praderas son el pastoreo excesivo, la superpoblación de animales y la mala gestión en el manejo de estas; como resultado, los pastizales naturales se deterioran, se pierde la composición florística, hay disminución de especies vegetales de alto valor nutricional, aumento de especies invasoras, disminución de la disponibilidad de forrajes de alta calidad para satisfacer las necesidades nutricionales en la época seca (Soluciones Prácticas-ITDG. 2008).

El clima, la composición del suelo, las características agrícolas, las condiciones

económicas, la tecnología de producción predominante y el tipo de desarrollo son solo algunos ejemplos de factores locales que afectan la forma en que interactúan la producción agrícola y el medio ambiente (Segrelles 2010).

Entre los procesos globales que afectan el estado de conservación de pastizales destacan el cambio climático y la degradación de pastizales. Los efectos del cambio climático varían en todo el mundo dependiendo de la latitud del sitio. Estos efectos provocan cambios en factores como la temperatura y la humedad, que pueden afectar el establecimiento, desarrollo y la producción de los pastos usados en la alimentación del ganado.

El mayor impacto del cambio climático en pastizales de la ecorregión Puna en los próximos años será la reducción del área de los ecosistemas de pastizales; en este contexto, la superficie de pajonales disminuirá de 15,4 a 4,6 millones de hectáreas, mientras que la superficie de los bofedales disminuirá de 0,5 millones de hectáreas a 200,000 hectáreas. Caso contrario ocurriría con los arbustales, los cuales tendrán un aumento significativo, pasando de 2,8 a 7,1 millones hectáreas. Este aumento, sin embargo, no implica un incremento en la densidad ganadera, ya que este tipo de vegetación permiten menores niveles de uso y producen menor cantidad de forraje (BID-CEPAL 2014).

Los pastizales y humedales son recursos estratégicos debido a que representan fuentes importantes de forraje durante la sequía; la reducción de sus áreas, la baja productividad relativa de la vegetación de matorrales y la expansión agrícola reducirán la capacidad de carga, es decir, la contribución relativa de la ganadería al PIB, que en su conjunto obstaculizaría el desarrollo del sector ganadero (BID-CEPAL 2014).

La degradación de los pastizales puede ser una colección compleja de procesos dinámicos como desertificación, salinización, compactación del suelo, inundación del suelo, erosión eólica, erosión hídrica (Kovdaa 1976, Li *et al.* 2006). Según Bedunah y Angerer (2012), como resultado de la actividad humana y el uso insostenible del suelo, los pastizales se están degradando, lo que afecta la composición de la vegetación, función hidrológica y procesos del suelo; debido a que conducen a una reducción o

pérdida de la productividad biológica y económica durante un largo período de tiempo.

Senra (2009), la adopción de tecnologías y estrategias de manejo que no son compatibles con el medio ambiente, sin el control necesario y ajuste sistemático de los indicadores básicos de su sostenibilidad y eficiencia traen consigo el riesgo de la degradación del suelo y se produce la degradación del pastizal.

### **2.3. ECOSISTEMAS DE PASTIZAL**

Desde el punto de vista ganadero, las áreas que difieren significativamente de las áreas cercanas en términos de clima, suelo, topografía y factores abióticos se consideran ecosistemas de pastizales y deben gestionarse como tales (Yamasaki 2002). Mientras que los regímenes de temperatura y precipitación regulan la distribución de diversos pastos (Lieth 1975; Bailey y Hogg 1986; Whitaker 1975), los factores climáticos afectan la disponibilidad de humedad del suelo (Mason y Zanner 2005).

### **2.4. TIPOS DE PASTIZALES**

Flores (1991), mencionó que en el ecosistema de la puna peruana se encuentran hasta 5 tipos de pastizales, los cuales se diferencian por su coloración, altura, composición del grupo de plantas presentes. Por otra parte, Weberbauer 1945, citado por Tovar y Oscanoa (2002), señalan que esta vegetación en su conjunto no es uniforme, por lo que se puede apreciar a grandes rasgos diferentes comunidades vegetales. Dentro de los tipos de vegetación presentes en estos ecosistemas podemos encontrar:

- a. Pajonal:** La mayoría de los pastizales naturales están cubiertos por esta clase de vegetación. Está dominado por gramíneas de porte alto o ichus; entre los géneros más representativos destacan el Calamagrostis, Stipa, Festuca y Poa. Estas especies protegen a otras gramíneas de hojas suaves y a otras familias (Leguminaceae, Malvaceae y Geraniaceae).
  
- b. Césped de Puna:** El tipo de plantas por lo que se distingue este tipo de vegetación son de una apariencia arrosetada que crecen cerca del suelo,

cespitosas y plantas en forma de cojín. Dentro de los géneros que los representan están el *Pycnophyllum*, *Azorella*, *Paranephelius* y *Aciachne*. Hay lugares donde el *Calamagrostis vicunarum* se encuentra en comunidades puras formando este tipo de vegetación.

- c. **Bofedal:** Conocido igualmente como “oconal” o “tubera” (por su significado en quechua *oqo* = mojado). Este tipo particular de pastizal habita en suelos húmedos o inundados, a menudo se encuentran alrededor de lagunas y cochas; está dominado por gramínoideas como la *Distichia* y hierbas como el *Plantago rígida*, la *Alchemilla diplophylla* y *pinnata*, el *Hypochaeris taraxacoides* y la *Werneria pygmaea*.
- d. **Tolar:** Tipo de vegetación arbustiva cuya característica resaltante es la resina que contienen las plantas que es usada como protección del sobrepastoreo. Están dominados por arbustos tales como la *Parastrephia lepidophylla*, *Diplostephium tacurense* y *Baccharis microphylla*. Su presencia según la mayor representación geográfica está en el sur, en las regiones de Puno, Tacna, Moquegua, Arequipa, Ayacucho y Apurímac (MINAM 2015).
- e. **Canllar:** Conformado por especies leñosas y espinosas de porte bajo. Está dominado por arbustos del género *Margyricarpus*. Este tipo de vegetación se desarrolla bien en suelos pobres, arenosos y secos.

## 2.5. ESTADOS DE CONSERVACIÓN DE PASTIZALES

En el año 2016 el Ministerio del Ambiente (MINAM) publicó la Guía Complementaria para la Compensación Ambiental: Ecosistemas Altoandinos (Resolución Ministerial 183-2016-MINAM). Esta guía indica el proceso y la metodología para calcular las pérdidas y ganancias basados en el valor ecológico de ecosistemas altoandinos (pajonal, tólar y césped de puna). Tres atributos básicos del ecosistema son usados para el del valor ecológico: florística del sitio, estabilidad del suelo e integridad biótica. Estos atributos muestran la capacidad del ecosistema para llevar a cabo importantes procesos ecológicos como el flujo de energía, ciclo de nutrientes y los ciclos hidrológicos, así

como su capacidad para recuperarse de las perturbaciones provocadas por factores perturbación.

La **florística del sitio**, basada en la capacidad del ecosistema para alojar especies y, por ende, el potencial para resistir cualquier cambio desfavorable en su condición. El grado de diversidad y la estabilidad del ecosistema están correlacionados positivamente, por lo que se evalúan dos indicadores, la riqueza de especies y la composición florística. Estos dos indicadores muestran la contribución de gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos (grupos funcionales) a la resiliencia del ecosistema y procesos.

La **estabilidad del suelo** basada en la aptitud del ecosistema de preservar condiciones estables para el desarrollo de las plantas y tolerar la erosión. La cobertura aérea del suelo, el suelo desnudo superficial, la pérdida de suelo superficial y la cantidad de materia orgánica en el horizonte superficial son los cuatro indicadores que se evalúan para determinar este atributo.

La **integridad biótica** se basa en la capacidad de un área para conservar los procesos ecológicos cruciales como: el ciclo de nutrientes, la captura de energía, la productividad y la regulación del ciclo del agua, así como la resistencia a la pérdida de funciones como resultado de perturbaciones ambientales durante los cambios. Los cuatro indicadores que se emplean para determinarlo son: la altura de plantas dominantes, la cantidad de biomasa aérea, el mantillo superficial y la presencia de plantas invasoras.

Es el resultado o valor que refleja el estado de conservación del ecosistema se conoce como valor ecológico. Los atributos fueron medidos por medio de 10 indicadores (Tabla 2).

**Tabla 2: Atributos e indicadores para evaluar el valor ecológico**

Atributos del Ecosistema	Indicadores
Florística del sitio	Riqueza (Nº de especies): Gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos.
	Composición florística (%): Gramíneas y graminoides,



	hierbas y arbustos.
Estabilidad del suelo	Cobertura aérea (%)
	Suelo desnudo superficial (%)
	Pérdida de suelo superficial
	Materia orgánica de horizonte superficial (%)
Integridad biótica	Altura de la canopia de plantas dominantes (cm)
	Cantidad de biomasa aérea (g/m <sup>2</sup> )
	Cantidad de mantillo (g/m <sup>2</sup> )
	Plantas invasoras (%)

Fuente: MINAM (2016)

A cada indicador se le da un peso entre 0 a 10. Al final se obtiene un valor relativo el cual se clasifica de acuerdo con la siguiente escala (Tabla 3):

**Tabla 3: Escala y valor relativo para estimar el Valor Ecológico**

Escala	Valor Relativo (%)	Estado de Conservación
0 – 2	00 – 20	Muy Pobre
2 – 4	20 – 40	Pobre
4 – 6	40 – 60	Regular
6 – 8	60 – 80	Bueno
8 – 10	80 – 100	Muy Bueno

Fuente: MINAM (2016)

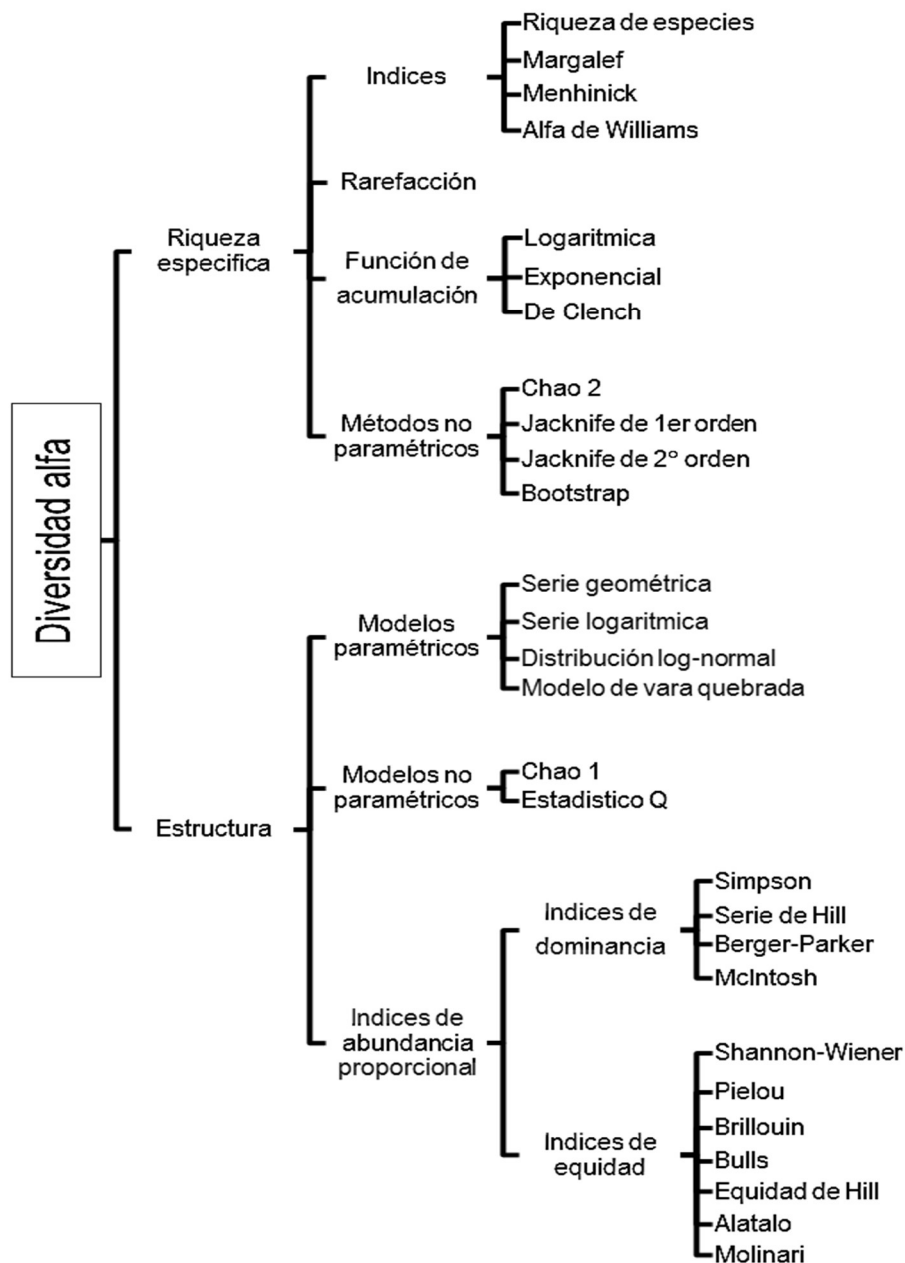
## 2.5.1. Indicadores del Estado de Conservación:

### 2.5.1.1. Diversidad

Cuando se habla de diversidad, hay dos factores primordiales a considerar: la riqueza de especies (McIntosh 1967) y la equitatividad (Lloyd & Ghelardi 1964). El número de especies en una comunidad es conocido como riqueza de especies; mientras que las proporciones relativas de cada especie en esa comunidad se refiere a la equitatividad, reconociendo que en una comunidad pueden existir especies dominantes y raras (Krebs 1999).

Para medir la diversidad, Moreno (2001) propuso una clasificación de los distintos

métodos y los divide en dos grandes grupos; unos basados en la estructura comunitaria o la distribución proporcional de los valores de importancia de cada especie (número relativo de los individuos, biomasa, cobertura, productividad, etc.) que a su vez se clasifican según la dominancia o la equidad de la comunidad; y otros basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica). Esta clasificación propuesta se muestra en la figura 2.



**Figura 2. Clasificación de los métodos para calcular la diversidad alfa**  
Fuente: Moreno (2001)

### 2.5.1.2. Composición Florística

Las diversas proporciones de cada "forma de vida" en relación con la masa vegetal general determinan el aspecto de un ecosistema natural. La identificación de las diferentes especies vegetales que se encuentran en un lugar determinado se denomina composición florística o botánica. Se expresa en términos relativos y representa la proporción de varias especies con respecto al área total de un área determinada. Se emplea para evaluar el estado o condición de la vegetación y describir sitios ecológicos.

Según Cano y Stevenson (2009); la composición florística se define como el número total de especies de plantas que se encuentran en un lugar, teniendo en cuenta generalmente su biomasa, densidad y distribución.

En la evaluación de los estados de conservación, la composición florística está basada en la contribución relativa de los grupos funcionales (gramíneas y graminoides, hierbas y arbustos) y la cobertura del suelo.

En la sierra altoandina de nuestro país, los pajonales se componen por pastos de los géneros: *Festuca*, *Stipa*, *Calamagrostis* y *Poa*; las especies más conocidas presentes son: *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis antoniana*, *Calamagrostis recta*, *Stipa ichu*, *Stipa obtusa*, etc.; en césped de puna, hay predominio de pastos de los géneros: *Pycnophyllum*, *Azorella*, *Aciachne* y *Werneria*; entre las más distinguidas encontramos al *Pycnophyllum molle*, *Azorella diapensioides*, *Calamagrostis vicunarium*; mientras que en bofedales, las especies más representativas son la *Distichia muscoides*, *Plantago rígida*, *Alchemilla pinnata*, *Hypochaeris taraxacoides* (MINAGRI 2008).

#### a. Grupos funcionales

Blondel (2003) realizó una discusión sobre "Gremios y Grupos funcionales" debido a que ambos términos se han utilizado erróneamente como sinónimos. Gremio se refiere principalmente a los mecanismos de intercambio de recursos por especies en contexto; por otro lado, los grupos funcionales, se refieren a cómo diferentes especies procesan recursos o cualquier otro componente ecológico para proporcionar servicios o funciones ecosistémicas.

Al igual que los atributos, las especies se pueden definir en términos de su contribución a los procesos del ecosistema o su respuesta a los cambios en las variables ambientales. Las especies con diferentes estados o niveles de atributos pueden formar un grupo funcional. (Lavorel *et al.* 1997).

Se demandan cinco pasos básicos para clasificar las especies en grupos funcionales (Fonseca y Ganade 2001): (1) definir criterios taxonómicos para grupos funcionales (p. ej., un grupo de especies con respuestas similares al cambio ambiental o un grupo de especies con rasgos ecológicos similares), (2) determinar el tipo de bioma que se estudiará, en otras palabras, determinar los criterios para incluir especies, (3) seleccionar las funciones clave a evaluar, (4) seleccionar las características de interés que mejor describen los rasgos funcionales, (5) construir una matriz de rasgos de especies (caracteres E especie x R) y utilizar métodos multivariados apropiados para obtener los grupos funcionales (ej. Análisis clúster)

De acuerdo con Holechek *et al.* 2001, citado por Galaz & González 2005; los pastizales están formados por diferentes tipos de plantas, estos se pueden dividir en cuatro grupos funcionales (gramíneas, graminoides o pseudogramíneas, hierbas y arbustos).

**Las Gramíneas**, también conocidas como Poáceas; son plantas perennes de diversos tamaños que pertenecen a una de las familias de plantas vasculares más diversas del planeta. Se distinguen por tallos huecos y curvos, hojas alargadas, paralelas y atenuadas e inflorescencias en forma de espiga o panojas con una o más flores muy pequeñas; su sistema radicular es fibroso. Se adaptan a diferentes hábitats, desde cálido-secos a húmedos, tropicales, alpinos, etc. Con frecuencia forman grandes áreas de pastizales en simbiosis con otras plantas herbáceas (Gould y Shaw 1983).

**Las Graminoides o Pseudogramíneas**, son plantas que se parecen a las gramíneas pero que tienen tallos duros sin nudos; se componen por dos familias vegetales: la Cyperaceae y la Juncaceae.

**Las Hierbas**, son plantas herbáceas, muy diferentes en forma a las gramíneas y graminoides; se caracterizan por tener hojas anchas, inflorescencias de diversos tamaños

y formas, además de flores de colores brillantes y raíces pivotantes.

*Los Arbustos*, son vegetaciones leñosas con tallos ramificados coronados desde la base, que sobreviven durante todo el año y tienen un sistema radicular es muy extenso.

#### **2.5.1.3. Cobertura Aérea**

La cobertura aérea tiene una correlación positiva con el grado de protección que la vegetación brinda al suelo frente al potencial erosivo de la lluvia al impactar de forma directa contra este. Una mayor cobertura significa una mayor probabilidad de formación de una cubierta de líquenes y musgo. Para que se considere una protección adecuada la superficie del suelo debe estar cubierta al menos en un 70 por ciento (Elwell y Stocking 1976, citado por Morgan 1997), aunque se puede obtener una protección aceptable con el 40 por ciento de suelo cubierto.

#### **2.5.1.4. Suelo Desnudo Superficial**

La cobertura del suelo está directamente correlacionada con las tasas de escorrentía, erosión e infiltración; a menor cubierta del suelo mayor será el nivel de escorrentía, permitiendo así una erosión más severa y una menor tasa de infiltración.

#### **2.5.1.5. Pérdida de Suelo Superficial**

La degradación de la estructura superficial del suelo y la reducción del contenido de materia orgánica, a causa de la pérdida del horizonte A, afecta la capacidad del sitio para suministrar nutrientes y almacenar agua de lluvia para su posterior uso en el crecimiento de las plantas.

#### **2.5.1.6. Materia Orgánica en el Horizonte Superficial**

La materia orgánica que se encuentra en el horizonte superior aporta nutrientes al ecosistema y proporciona condiciones favorables para el crecimiento de la vegetación y el funcionamiento eficiente del sistema hidrológico.

#### **2.5.1.7. Altura de la Canopia de Plantas Dominantes**

La altura de la canopia refleja el vigor de las plantas predominantes. Existe una correlación entre la altura de la planta y la longitud de las raíces. Las raíces profundas y

bien ramificadas están ligadas a una buena aireación, porosidad y retención de humedad en todo el perfil del suelo.

#### **2.5.1.8. Cantidad de Biomasa**

Nos muestra la capacidad de producción del sitio para capturar energía, almacenarla y transferir nutrientes vitales a toda la planta. La cantidad total de materia viviente en términos de peso, presente en un momento concreto, asociado al tipo de pradera, temperatura y la humedad se define como biomasa forrajera o producción de forraje (Sociedad de Manejo de Pastizales 1989, citado por Holecheck *et al.* 1989).

#### **2.5.1.9. Cantidad de Mantillo**

Está directamente relacionado con la materia orgánica disponible en términos de cuantía para descomponer y procesar nutrientes. Refleja la capacidad de un sistema para conservar un apropiado funcionamiento de cadena trófica de detritus y el pastoreo. El mantillo u hojarasca al estar en contacto con el suelo, se convierte en una principal fuente de materia orgánica reciclada y de nutrientes (Whitford 1988 y Whitford 1996).

#### **2.5.1.10. Plantas Invasoras**

El Centro Nacional de Información sobre Especies Invasoras (NISIC por sus siglas en inglés) define una 'especie invasora' como una especie que es: 1) no nativa (o ajena) al ecosistema en cuestión y 2) cuya introducción cause o pueda causar daños económicos, ambientales o a la salud humana. Las plantas, animales y otros organismos especies pueden ser invasoras (SRM 2018). La actividad humana es el principal medio de introducción de especies invasoras. Según Ríos y Vargas (2003), se considera a las especies invasoras como un subconjunto de las especies exóticas. La capacidad de colonizar y expandirse agresivamente a lo largo de varios hábitats naturales es lo que implica el concepto de invasora (New 2000). Una causa secundaria de la pérdida de la biodiversidad es la introducción de especies exóticas en los ecosistemas nativos, lo que tiene una variedad de efectos ecológicos, económicos y sociales negativos (León y Vargas 2009).

Cuando un sitio por factores ambientales o de mal manejo es alterado, las plantas invasoras desplazan a las especies originales (DeVries 1979; Mueller-Dombois y

Ellenburg 1974). Las plantas invasoras son especies pobres que tienden a pulular en campos sobrepastoreados, en muchos casos pueden ser toxicas, duras y espinosas (Flores 1997). La productividad de las praderas se ve afectada por la invasión de malezas; existe una reducción en el rendimiento, disminuye la calidad de los pastos, y pueden causar envenenamiento de los animales (DiTomaso *et al.* 2010; Frost y Launchbaugh 2003).

Las causas primordiales de invasión se deben a las distintas perturbaciones antropogénicas tales como la agricultura, ganadería, forestación, construcción de caminos y carreteras, urbanizaciones (Díaz Espinosa *et al.* 2012).

## **2.6. HERRAMIENTAS PARA EVALUAR INDICADORES DE ESTADOS DE CONSERVACIÓN**

### **2.6.1. Anillo Censador de Parker**

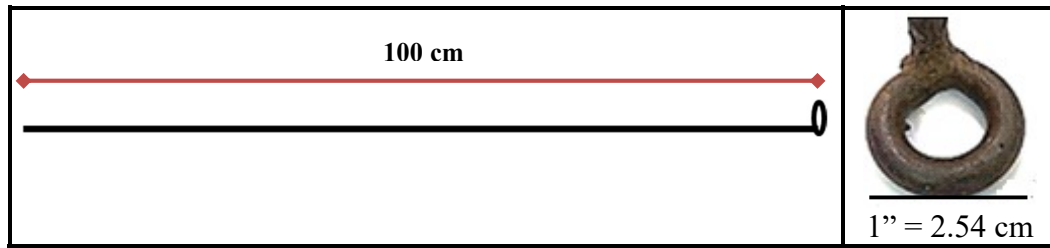
En el año 1951, la división del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Department of Agriculture) desarrollo un método para evaluar pastizales, el cual es conocido como “Método de los 3 pasos de Parker”. Este método demanda de poco tiempo (Johnston 1957), es bastante simple, práctico, preciso y tiene una base técnica para medir objetivamente la condición del pastizal e identificar tendencias (Gastó *et al.* 1993).

Este método consiste en medir y observar las características esenciales de la vegetación y la estabilidad del suelo sobre transectas permanentes. Las mediciones de las características se realizan por medio de un anillo o bucle con un diámetro de  $\frac{3}{4}$  de pulgada en 100 puntos a lo largo de la transecta (Parker y Harris 1959).

En el Perú, las evaluaciones del método de los 3 pasos de Parker se realizan con un instrumento conocido como el anillo censador de Parker; este anillo de 1 pulgada de diámetro (Figura 3) permite medir cobertura basal de plantas, composición florística, suelo desnudo y vigor (Florez 2005).

El anillo censador es colocado a nivel del suelo a intervalos de un metro. Se anota lo

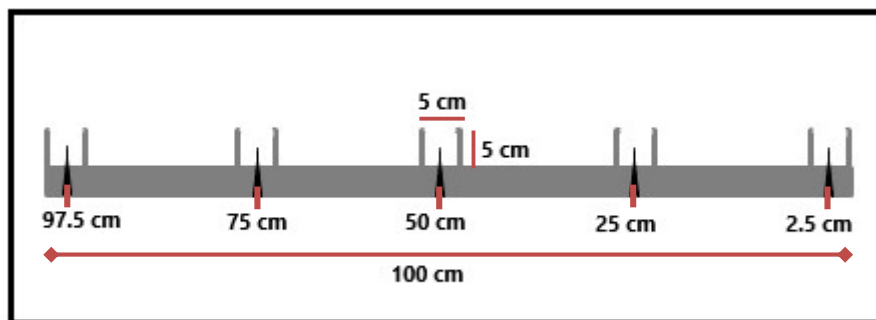
que se encuentra adentro del anillo; puede ser una especie vegetal, mantillo, musgo, roca, pavimento en erosión o suelo desnudo (Parker 1951).



**Figura 3. Anillo censador de Parker**

### 2.6.2. Marco Puntual Modificado

Byenkya (2004); Ryan (2004); Angerer *et al.* (2008); Angerer (2012), utilizaron datos recogidos de un amplio marco de un metro (Figura 4), denominado Punto-Frecuencia (PF), Marco Puntual Modificado (MPM) o Marco de Muestreo PHYGROW para parametrizar el modelo PHYGROW (Phytomass Growth Model). PHYGROW es un modelo que simula el crecimiento de las plantas en base a la proporción de especies en la comunidad vegetal y la disponibilidad de agua del suelo (Stuth *et al.* 2003; Stuth *et al.* 2005, Angerer 2008); contiene cuatro submodelos integrados: clima, suelo, crecimiento de la planta y pastoreo.



**Figura 4. Marco puntual modificado**

El Marco Puntual Modificado, se compone de cinco pines o barras de metal equidistantes espaciados por 25 cm entre sí que se utilizan para medir las características basales de cobertura del suelo: suelo desnudo, roca, superficie combustible, y gramínea perenne (Rhodes *et al.* 2014). Cada uno de los cinco pines está centrado en un cuadrante de 5 cm × 5 cm, y cada cuadrante está separado entre sí por una zona buffer. Este marco



fue diseñado para determinar la frecuencia espacial o de un cuadrante de hierbas, cobertura basal de gramíneas y la cobertura efectiva de la canopia de árboles y arbustivas simultáneamente en cinco puntos de muestreo individuales (Ryan 2004). El punto central del pequeño cuadrante mide la cobertura de gramíneas; mientras que los cuadrantes de 0.25 cm<sup>2</sup> miden la frecuencia de hierbas. El Marco Puntual Modificado se coloca perpendicularmente una vez cada cinco pasos a lo largo de un transecto lineal por un total de 50 veces, obteniendo un total de 250 posibles pines y cuadrantes de frecuencia por transecto.

Ryan (2004) caracterizó comunidades vegetales con el marco puntual modificado en Laikipia – Kenia para la parametrización del modelo PHYGROW, base de sistema de alerta temprana de ganadería (LEWS por sus siglas en inglés Livestock Early Warning System). Asimismo, Byenkya (2004) utilizó el marco puntual modificado para estudiar la abundancia y distribución de especies de sistemas pastorales de Uganda suroccidental; los datos obtenidos permitieron la parametrización del modelo PHYGROW.

Rhodes *et al.* (2014) compararon dos métodos de muestreo, el protocolo de Punto-Frecuencia y el protocolo Común para Muestrear Vegetación de Áreas no Forestadas (CNVSP, por sus siglas en inglés “Common Non-Forested Vegetation Sampling Protocol”), los datos de ambos métodos fueron usados para parametrizar el modelo PHYGROW. Se midió riqueza de especies, cobertura y biomasa herbácea en pie. La hierba perenne, combustible de 1 hora, suelo desnudo y roca se correlacionaron fuertemente entre los dos métodos; mientras que la riqueza de especies se correlacionó moderadamente entre los protocolos de muestreo de pasto perenne, hierba anual, especies herbáceas perennes, herbáceas anuales y la riqueza total combinada. Los datos proporcionados por el CNVSP fueron suficientes para la parametrización del modelo y pueden ser utilizados para el modelado del crecimiento de la planta herbácea, y la producción de combustible, por lo tanto, también, en el modelo PHYGROW.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de marzo y abril del año 2015, en 5 comunidades campesinas de la sierra central del país: Canchayllo de la provincia de Jauja, región Junín; Cordillera Blanca de la provincia de Recuay, región de Ancash; San Pedro de Racco de la provincia y región de Pasco; Santa Ana de la provincia de Castrovirreyna, región de Huancavelica y Tomas de la provincia de Yauyos, región de Lima (Figura 5).

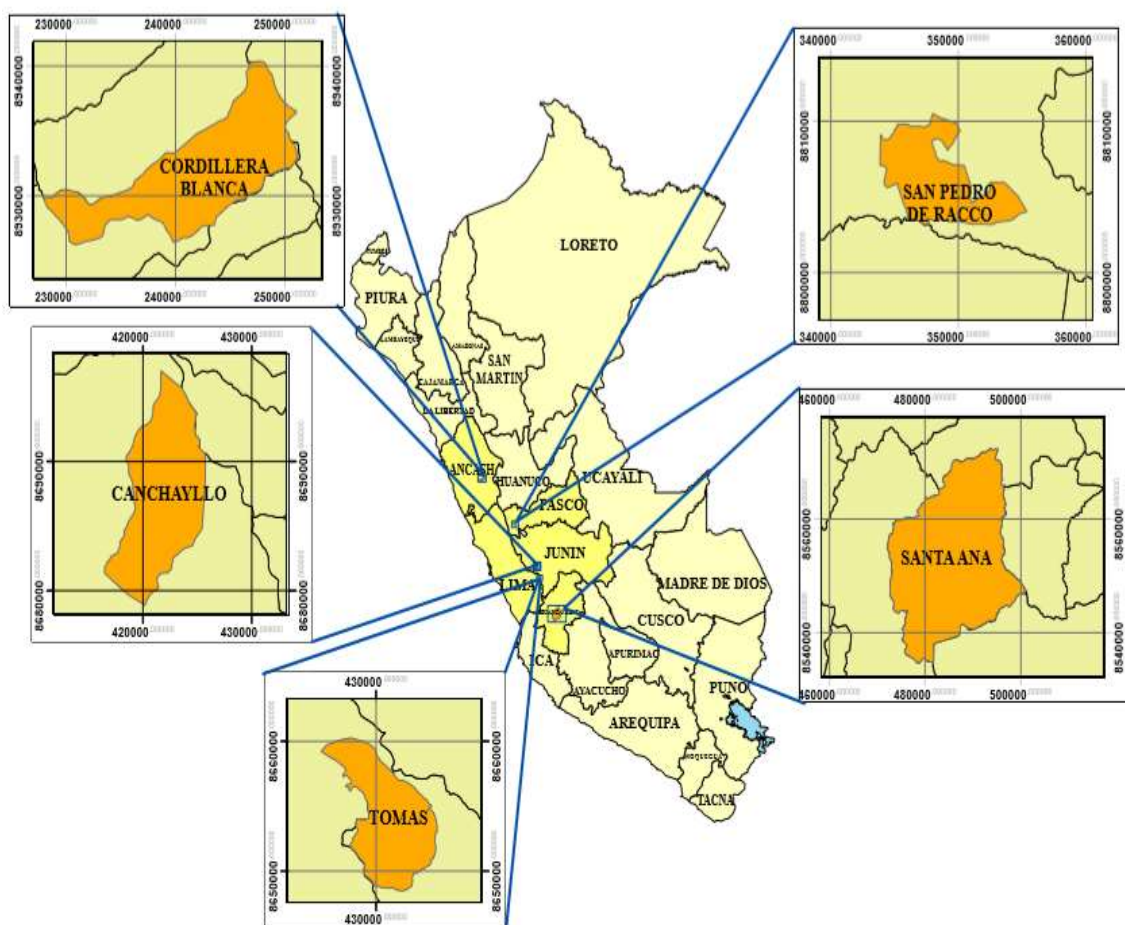


Figura 5. Ubicación de las áreas de estudio

Las coordenadas de ubicación, características del clima de estas zonas de ubicación se presentan en la Tabla 4; recalando que todas las áreas evaluadas están por encima de los 4000 m.s.n.m.

**Tabla 4: Coordenadas de ubicación y datos climatológicos de las áreas en estudio**

Comunidad	Coordenadas			Temperatura (°C)		Precipitación (mm/Año)	Humedad (%)
	Norte	Este	Altitud (m.s.n.m.)	Mínima	Máxima		
Canchayllo*	8686277	422230	4161	5	20	724.8	64.6
Cordillera Blanca	8930325	239409	4070	7.5	23.8	819.7	74.4
San Pedro de Racco*	8806246	346810	4387	1	11	991.7	84.9
Santa Ana	8557091	485801	4514	-1.4	12	767.4	75.3
Tomas	8654894	431072	4574	4	19	749.3	69.8

Fuente: Servicio de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) (2015 y \*2017)

La comunidad de Canchayllo se caracteriza por presentar planicies y/o pendientes convexas con paisajes circundantes de ondulado suave; pendientes que van desde el 2 hasta el 15 por ciento; con suelos poco profundos (profundidad menor a 25 cm), poco pedregosos (de 0 a 15 por ciento) y un afloramiento rocoso menor al 2 por ciento y en algunos casos entre los 2 a 15 por ciento.

La comunidad de Cordillera Blanca se caracteriza por presentar planicies o laderas convexas en pajonales y césped de puna y fondo de valle en bofedales; con paisajes circundantes ondulado suave, colinado y montañoso; pendientes que varían entre el 0 hasta el 10 por ciento; con suelos poco profundos a muy profundos (profundidad mayor a los 75 cm); pedregosidad superficial entre el 0 al 15 por ciento y un afloramiento rocoso menor al 2 por ciento en la mayoría de las áreas en estudio.

La Cooperativa Comunal de San Pedro de Racco se caracteriza por sus planicies con paisajes circundantes de ondulado suave o colinado; pendientes que van desde casi a nivel hasta fuertemente inclinadas (entre los 0 a 15 por ciento); con suelos muy superficiales (menor a 25 cm de profundidad) a superficiales (de 25 a 50 cm de profundidad); de pedregosidad superficial menor al 3 por ciento y de afloramiento rocoso menor al 2 por ciento.

La comunidad de Santa Ana se caracteriza por sus laderas convexas, planicies o fondos de valle; con paisajes circundantes de tipo colinado o montañoso; con pendientes moderadamente inclinadas (5 a 10 por ciento) o empinadas (15 a 30 por ciento); suelos muy superficiales, superficiales o muy profundos; con una pedregosidad superficial menor al 3 por ciento y un afloramiento rocoso menor al 2 por ciento.

La comunidad de Tomas se caracteriza por sus laderas convexas o planicies; con paisajes circundantes del tipo colinado; pendientes que van desde el 2 por ciento hasta el 50 por ciento aproximadamente; de pedregosidad superficial entre los 0 a 15 por ciento y un afloramiento rocoso menor al 2 por ciento.

## **3.2. PROTOCOLO DE MUESTREO DE CAMPO**

### **3.2.1. Selección del Sitio**

Se identificaron distintas áreas de referencia en base del tipo de vegetación, geología y zona de vida, con la ayuda de técnicas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), las cuales fueron georreferenciadas para la ubicación espacial de cada transecta. El número de transectas a instalar dependió del tipo de vegetación encontrado en cada comunidad, siendo así 8 para las comunidades de Canchayllo y San Pedro de Racco, las cuales solo cuentan con 2 tipos de vegetación (Pajonal y Césped de Puna) y de 10 para las comunidades de Cordillera Blanca, Santa Ana y Tomas, las cuales cuentan con 3 tipos de vegetación (Pajonal, Césped de Puna y Bofedal).

### **3.2.2. Instalación de Transectas**

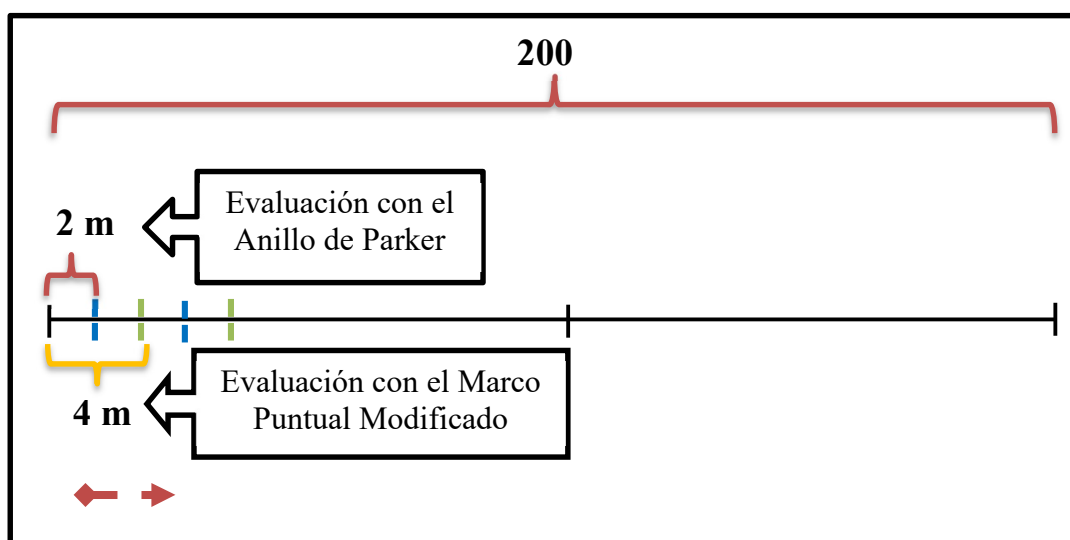
Para la instalación de las transectas se utilizaron transectas fijas de 200 m. Primero se plantaron estacas de metal y al mismo tiempo se marcaron los puntos iniciales y los finales con pintura roja; después, todos los puntos fueron georreferenciados con un GPS. Se instalaron un total de 46 transectas; 18 en pajonales, 20 en césped de puna y 8 en bofedales (Tabla 5).

**Tabla 5: Número de transectas instaladas dentro de cada comunidad según tipo de vegetación**

Tipo de Vegetación	Comunidad					Total
	Canchayllo	Cordillera Blanca	San Pedro de Racco	Santa Ana	Tomas	
Pajonal	4	4	4	2	4	18
Césped de Puna	4	4	4	2	4	20
Bofedal	-	2	-	4	2	8
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>46</b>

### 3.2.3. Censo con el Anillo de Parker

El censo se realizó utilizando el anillo censador de Parker, el cual fue colocado de manera lineal al lado derecho de la driza cada 2 metros en las marcas de color azul (Figura 6). Se registraron un total de 100 lecturas en los formatos correspondientes (Anexo 1). Con este anillo es posible registrar las especies vegetales, mantillo, suelo desnudo, pavimento en erosión, roca y musgo. Los aspectos por considerar durante la evaluación se encuentran en la Tabla 6.



**Figura 6. Representación de la secuencia de censo de la vegetación con los dos instrumentos de muestreo**

**Tabla 6: Aspectos y claves consideradas en el registro de observaciones de los censos de vegetación con el anillo de Parker y el Marco Puntual Modificado**

Punto de Contacto	Consideraciones		Clave
	Anillo de Parker	Marco Puntual Modificado	
Vegetación herbácea perenne	Se considera vegetación cuando parte de ella o toda el área basal cae dentro del anillo censador en el punto de contacto.	Si el pin del centro cae o toca parte de la planta.	Se considera la primera sílaba del género y de su especie. Ejemplo: <i>Calamagrostis Vicunarium</i> = <b>Cavi</b>
Mantillo u Hojarasca	Si sobre la superficie del suelo más de la mitad del anillo censador es cubierto por materia orgánica muerta o estiércol.	Si sobre la superficie del suelo el pin del centro cae o toca materia orgánica muerta o estiércol.	M
Musgo	Si el musgo o costra cae en más de la mitad del anillo.	Si el pin del centro cae o toca musgo.	L
Pavimento de erosión	Si pequeñas partículas del suelo y raíz de 3 a 20 mm de tamaño cubren en más de la mitad el anillo.	Si pequeñas partículas de suelo y raíz de 3 a 20 mm de tamaño son tocadas por el pin del centro.	P
Roca, guijarro, piedra o grava	Si una roca más grande que el anillo (mayor de 2 cm) cubre más de la mitad o todo de este.	Si el pin del centro cae o toca roca (grava mayor de 2 cm).	R
Suelo desnudo	Si el anillo cae sobre suelo sin cubierta vegetal, musgo o mantillo u hojarasca.	Si el pin del centro cae o toca suelo sin cobertura basal de ningún tipo.	S o D
Lámina de Agua	Si el anillo censador cae sobre áreas con acumulación de agua desprovistas de vegetación.	Si el pin del centro cae sobre áreas con acumulación de agua desprovistas de vegetación.	LA

### 3.2.4. Censo con el Marco Puntual Modificado

Similar al censo con el anillo censador de Parker, sobre la transecta instalada en el campo, se colocó el marco puntual modificado de manera transversal a la driza de 200 m en el punto marcado de color verde (cada 4 metros), tal que el tercer pin del marco puntual modificado (el centro) coincidiera con la marca de color verde para empezar la lectura de los datos (Figura 6). En cada muestreo se obtuvo 5 lecturas, ya que este marco cuenta con 5 pines, por cada pin se registraba la información correspondiente. Al final se realizaron 50 toques que representan un total de 250 lecturas.

La lectura de los puntos del marco puntual modificado se registró en el formato PHYGROW (Anexo 2), anotándose datos de las especies vegetales (gramíneas, graminoides, hierbas, arbustivas), mantillo, suelo desnudo, pavimento en erosión, roca, musgo y láminas de agua (Tabla 6).

## 3.3. INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN

### 3.3.1. Composición Florística

Todos los censos de la vegetación fueron analizados en gabinete. Para determinar la composición florística, primero se realizó una clasificación de las especies vegetales según su grupo funcional (gramíneas, graminoides, herbáceas y arbustivas). Solo se tomó en cuenta las especies vegetales más no los atributos sin valor (mantillo, suelo desnudo, pavimento en erosión, roca y láminas de agua).

Una vez clasificadas todas nuestras especies respectivamente, se procedió a aplicar la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Composición Florística} = \frac{X}{Y} \times 100$$

#### Dónde:

- ✓ X = Número total de contactos con el grupo funcional
- ✓ Y = Número total de plantas

### 3.3.2. Diversidad

Los índices de diversidad ampliamente utilizados, según Lou y Gonzáles (2012), son medidas matemáticas que pueden o no ser simples para medir la complejidad de un grupo de especies. La riqueza (el número total de especies) y la uniformidad (la abundancia relativa de especies) son dos componentes de la estructura comunitaria que frecuentemente se combinan en muchas de estas mediciones.

De los diversos índices, el más usado es el índice de Shannon que consiste en totalizar de manera sencilla el número de especies para obtener la riqueza de las especies (Magurran 1988).

- ✓ **Riqueza:** El número de especies encontradas a lo largo de la transecta durante la evaluación es conocido como riqueza.
  
- ✓ **El Índice de Diversidad de Shannon:** Manifiesta que los valores de importancia para todas las especies de la muestra son uniformes. Asume que todas las especies están incorporadas en la muestra y que los individuos se eligen al azar. Su valor está entre cero, cuando existe una sola especie, y el logaritmo de S, cuando cada especie está representada por el mismo número de individuos (Magurran 1988). La fórmula para encontrar este índice es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

**Dónde:**

- ✓ **S** = Número de especies.
- ✓  **$p_i$**  = Proporción de los individuos o la abundancia de las especies expresadas en proporción de la cobertura total.
- ✓  **$\ln$**  = Logaritmo en base n

Los valores del índice usualmente varían entre 1,5 y 3,5, pero en algunos casos



el valor puede sobrepasar a 4,5 (Kent & Coker 1994).

Así mismo es posible calcular el índice de regularidad o equidad de Pielou “J” (Moreno 2001); cuyos valores fluctúan entre 0 y 1. La fórmula es la siguiente:

$$J = \frac{H'}{H'_{max}} = \frac{\sum_{i=1}^S p_i \ln l_i}{\ln s}$$

**Dónde:**

- ✓  $S$  = Número de especies.
- ✓  $p_i$  = Proporción de los individuos o la abundancia de las especies expresadas en proporción de la cobertura total.
- ✓  $\ln$  = Logaritmo en base n

### **3.3.3. Cobertura basal**

La cobertura basal fue determinada utilizando el método de punto (Goodall 1952), dentro de los transectos de 200 m de largo a intervalos de 2 m para el anillo censador de Parker y 4 m para el marco puntual modificado. El resultado final obtenido está dado por la sumatoria del porcentaje de especies vegetales, mantillo y musgo encontrados en el transecto.

### **3.3.4. Porcentaje de Mantillo**

El porcentaje de mantillo fue determinado a partir de los datos obtenidos en el censo de la vegetación. El resultado de la sumatoria de todos los toques en mantillo llevados al 100 por ciento.

### **3.3.5. Porcentaje de Suelo Desnudo**

El porcentaje de suelo desnudo fue determinado a partir de los datos obtenidos en el censo de la vegetación. El resultado de la sumatoria de todos los toques en suelo desnudo fue llevado al 100 por ciento.

### **3.3.6. Plantas Invasoras**

Para el estudio de plantas invasoras se consideró en primer lugar el número de especies;

en segundo lugar, el porcentaje de plantas dentro de cada transecta y finalmente la identificación de estas como plantas invasoras perennes o anuales; para lo cual se realizó una identificación y clasificación de todas las especies invasoras, luego, en base a dicha información se obtuvieron los resultados correspondientes.

### **Criterios de Clasificación de Invasoras:**

Los criterios de clasificación de una especie invasora se basaron en:

- Plantas nativas anuales o perennes con alta tasa de reproducción vegetativa en áreas perturbadas.
- Plantas indeseables que pueden causar daño al animal e impacto económico en la producción animal.

De acuerdo con estos criterios de clasificación, las especies invasoras encontradas en pastizales de la sierra se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7: Relación de especies invasoras presentes en pastizales de la sierra clasificados por tipo de vegetación**

N°	Especie	Vegetación		
		Césped de Puna	Pajonal	Bofedal
1	<i>Aciachne acicularis</i>	X		
2	<i>Aciachne pulvinata</i>	X	X	X
3	<i>Astragalus garbancillo</i>	X	X	X
4	<i>Astragalus pickeringii</i>	X	X	
5	<i>Astragalus sp.</i>	X		
6	<i>Astragalus uniflorus</i>	X	X	
7	<i>Azorella diapensioides</i>	X		
8	<i>Bidens andicola</i>	X		
9	<i>Lupinus microphyllus</i>	X	X	
10	<i>Opuntia flocosa</i>		X	
11	<i>Oreithales integrifolia</i>	X	X	
12	<i>Oreomyrrhis andicola</i>	X	X	
13	<i>Perezia multiflora</i>	X		
14	<i>Perezia pygmaea</i>		X	
15	<i>Plantago rígida</i>	X	X	
16	<i>Pycnophyllum molle</i>	X		
17	<i>Pycnophyllum sp.</i>	X	X	
18	<i>Rumex acetosella</i>	X	X	

<b>Continuación...</b>				
19	Urtica flabellata		X	
20	Werneria nubigena	X	X	X

### **3.4. COSTO-EFICIENCIA**

El costo-eficiencia está basado en información obtenida por unidad de tiempo y la cantidad total de información obtenida (Stohlgren *et al.* 1998). El costo-eficiencia nos permite determinar el uso de recursos por unidad de tiempo que se emplean durante la evaluación de ambos instrumentos de muestreo. Se registró el tiempo que se utilizó en realizar el censo de una transecta con el anillo censador de Parker y con el Marco Puntual Modificado respectivamente. El tiempo fue medido con un cronometro y esta expresado en minutos, seguido de los segundos y el número total de especies. El costo-eficiencia se expresa en total de especies registradas por transecta (Stohlgren *et al.* 1998).

### **3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

El procesamiento de los datos recogidos en el campo se realizó en el Laboratorio de Ecología y Utilización de pastizales, y consistió en primer lugar en realizar una agrupación de los datos según tipos de vegetación: pajonal, césped de puna y bofedal. El procesamiento de las fichas de campo se realizó en el programa Microsoft Excel. Para determinar la diversidad que comprende el análisis del número de especies, el índice de Shannon y la Equidad, se utilizó el programa Past Diversity. El análisis estadístico se realizó en el programa SAS (Statistics Analysis Software).

#### **3.5.1. Análisis Estadístico**

Para el análisis estadístico, debido a que nuestros datos no cumplieron con los supuestos de normalidad, independencia y homogeneidad para realizar una prueba paramétrica, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para determinar si existió o no diferencias significativas entre los instrumentos utilizados en el censo para las variables de composición florística, diversidad, cobertura basal, mantillo, suelo desnudo, plantas invasoras, tiempo, y costo-eficiencia.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** No existen diferencias estadísticas significativas entre los instrumentos de muestreo.

**H<sub>1</sub>:** Existen diferencias estadísticamente significativas entre los instrumentos de muestreo.

**Fórmula de Kruskal-Wallis:**

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Donde:

- H: Estadístico de contraste de Kruskal-Wallis.
- k: Número de muestras.
- n: Número total de observaciones de todas las muestras.
- N<sub>i</sub>: Número de observaciones en la i-ésima muestra.
- R: La suma de los rangos en la i-ésima muestra.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. INDICADORES DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE PASTIZALES

#### 4.1.1. Pajonal

En la Tabla 8, se observa los resultados del análisis de los indicadores del estado de conservación de pajonales. Las evaluaciones con el anillo de Parker y el marco puntual modificado, para el indicador de composición florística, analizada por grupos funcionales, revelan que el grupo funcional dominante fueron las gramíneas, con valores superiores al 50 por ciento. Sin embargo; estadísticamente no se observaron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) para los instrumentos de muestreo; tanto el anillo de Parker como el marco puntual modificado registran valores promedios similares; 55.21 y 55.67 por ciento respectivamente.

El segundo grupo funcional dominante identificado en esta investigación fueron las herbáceas, seguido por las gramíneas y las arbustivas; no registrándose, al igual que en las gramíneas, diferencias significativas para ninguno de estos grupos funcionales.

La dominancia de los grupos funcionales dentro de la composición florística de este tipo de pastizales, muestran similar tendencia a los encontrados por Zarria (2015) y Zegarria (1999), quienes reportan la predominancia de la familia Poaceae en este tipo de vegetación. La predominancia de este grupo funcional se debe a las características de zonas de vida: Paramo muy húmedo-subalpino tropical (pmh-Sat), a los patrones de precipitación, a la temperatura y a la elevación en que se encuentran (Zarria 2015), y el potencial del suelo basados en la materia orgánica del horizonte superior del suelo.

Las especies dominantes de la familia Poaceae encontradas fueron: *Festuca humilior*, *Calamagrostis vicunarium*; *Aciachne pulvinata*, *Calamagrostis recta*, *Calamagrostis macrophylla*, *Festuca subulifolia*, *Festuca rigescens*, *Anatherostipa hans-meyeri*,

*Nassella mexicana*, *Jarava pungens*, y *Nassella brachyphylla*.

**Tabla 8: Comparación de la Florística, diversidad, cobertura, mantillo, suelo desnudo, plantas invasoras con dos instrumentos de muestreo de la vegetación pajonal (Kruskal Wallis  $p < 0.05$ )**

<b>Indicadores</b>	<b>Anillo</b>	<b>Marco</b>	<b>H</b>	<b>P valor</b>
<b>Florística (Porcentaje)</b>				
Gramíneas	55.21	55.67	0.0000	1.0000
Graminoides	9.46	9.59	0.0090	0.9243
Hierbas	33.92	33.71	0.0040	0.9495
Arbustivas	1.41	1.03	0.0449	0.8321
<b>Diversidad</b>				
Número de Especies	16	21	4.1218	0.0423*
Perennes	15	20	3.9982	0.0455*
Anuales	1	1	0.0577	0.8101
Índice de Shannon	2.277	2.334	0.1001	0.7517
Equidad	0.835	0.781	6.0138	0.0142**
<b>Cobertura (Porcentaje)</b>	86.61	87.00	0.0023	0.9621
<b>Mantillo (Porcentaje)</b>	9.28	8.38	0.0363	0.8489
<b>Suelo Desnudo (Porcentaje)</b>	8.89	9.09	0.0565	0.8121
<b>Plantas Invasoras</b>				
Número de Especies	1.78	2.39	2.2822	0.1309
Porcentaje	9.44	8.68	0.0063	0.9369
Perennes (Porcentaje)	83.33	88.89	0.2258	0.6347
Anuales (Porcentaje)	0.00	0.35	1.0000	0.3173

\* Nivel de significancia  $p < 0.05$ , \*\* Nivel de significancia  $p < 0.001$

Por otro lado, indicadores como el número de especies, especies perennes y anuales, el Índice de Shannon y la equidad en las evaluaciones con ambos instrumentos de muestreo revelan solamente diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para las variables número de especies encontradas y especies perennes; siendo el marco puntal modificado el que reporta mayor número de especies, 21 especies en total de las cuales 20 son perennes. Respecto a las variables especies anuales y el Índice de Shannon ( $H'$ ), no se encontraron diferencias significativas con ninguna de las pruebas estadísticas. Mientras, en el caso de la equidad ( $J'$ ), se observó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con la prueba de Kruskal Wallis.

La cantidad de especies encontradas con el marco puntal modificado se debería a la

frecuencia de cinco lecturas realizadas por cada toque, respecto a sólo uno del anillo de Parker, lo que facilitaría una mayor opción de encontrar más especies a lo largo del transecto con el marco con respecto al anillo. Stohlgren *et al.* (1998), evaluaron pastizales de porte alto con 4 técnicas de muestreo de pastizales; el anillo de Parker fue una de las técnicas de muestreo utilizada, reportaron una riqueza promedio de 22.2 especies en promedio; menor a lo encontrado con el método de Whittaker, Daubenmire y del cuadrante; estos resultados son superiores a los nuestros esta diferencia se debería al tipo de manejo de los pastizales (Sitios no pastoreados con prácticas de quema prescrita cada 3 o 4 años y resembradas con pastos nativos). En un estudio realizado en el Parque Nacional de Coconio, Arizona, Estados Unidos, con el marco puntual modificado (Rhodes *et al.* 2014) lograron captar una riqueza total de 11.96 especies, este resultado es menor a los obtenidos en este estudio (21 especies); la diferencia en estos resultados se puede atribuir a los ecosistemas donde se realizaron los estudios, de nosotros fue una pradera altoandina dominada por gramíneas y de ellos fue un bosque que incluía una variedad de gramíneas, matorrales desérticos y arboles (Rhodes *et al.* 2014).

El número de especies es afectado por el sobrepastoreo (Parra y Torres 2004); siendo el 92 por ciento de los pastizales de la sierra pastos naturales sin manejo (INEI 2012), el sobrepastoreo en tierras de pastoreo comunal es superior a otros sistemas de producción (Hurtado 1999); como consecuencia de un nulo o escaso manejo en los pastizales. Asimismo, la menor proporción de especies que registro el anillo de Parker se debe a una mayor autocorrelación espacial (Stohlgren *et al.* 1998), que difiere con el marco puntual modificado en 2 metros de distancia y a una sola línea de evaluación respecto a las 5 obtenidas con el marco puntual modificado.

Las evaluaciones con ambos instrumentos de muestreo para porcentaje de cobertura basal, mantillo y suelo desnudo mostraron valores similares y no significativos ( $p > 0.05$ ). Los suelos pobres en usufructo presentan una condición pobre, con una cobertura basal de 63 por ciento; mientras que un pajonal de condición regular presenta una cobertura promedio del 91 por ciento (Tácuna *et al.* 2015). La cobertura basal obtenida con el anillo de Parker en nuestro estudio (alrededor del 87 por ciento) no concuerdan con lo reportado por Tácuna *et al.* (2015) debido que ellos evaluaron áreas con

revegetación de especies nativas y sin pastoreo.

Los resultados del porcentaje de suelo desnudo obtenidos en praderas comunales con el anillo de Parker fueron del 8.89 por ciento, siendo estos valores mayores a lo reportado por Zarría (2015), en Asociaciones de Productores (4.33 por ciento), Granjas Comunales (3.60 por ciento) y Cooperativas comunales (0.52 por ciento). La razón de la mayor proporción de suelo desnudo se debe a la alta presión del pastoreo y el mal manejo de los pastizales, como consecuencia del pisoteo del ganado sobre el suelo, este queda expuesto causando rompimiento de los agregados, desintegración de las partículas, lo que resultó en la pérdida de partículas provocando así erosión (Blanco y Lal 2008); es decir, a menor cobertura del suelo, la degradación física y biológica del suelo mayor será (Muñoz *et al.* 2013).

Finalmente, el resultado de la variable de plantas invasoras; expresada en número de especies, porcentaje total, especies perennes y anuales mostradas en la Tabla 8, indican que no existe diferencias estadísticas para ninguno de los instrumentos de muestreo ( $p > 0.05$ ). Casi el total de las especies invasoras fueron clasificadas como especies perennes.

Las principales especies invasoras perennes más frecuentes fueron la *Werneria nubigena*, *Aciachne pulvinata* y la *Aciachne acicularis*. Asimismo, se encontró presencia de *Plantago rigida*, *Oreomyrrhis andicola*, *Oreithales integrifolia*, *Rumex acetosella*, *Urtica flabellata*, *Opuntia flocosa* y *Perezia pygmaea*. Estas plantas son consideradas indeseables para el animal y suelen abundar en campos sobrepastoreados (Flores 1997).

La cantidad de plantas invasoras varían dependiendo del estatus ecológico del pastizal en que se encuentre a lo largo del tiempo como indica Dyksterhuis (1949), las plantas invasoras emergen cuando las plantas decrecientes y acrecentantes del tipo I disminuyen, esto es debido al mal manejo y a factores ambientales. Así mismo, (Flórez 2005; CIAT 1989) sugieren que cuando existe un mal manejo de estos pastizales se incrementan las plantas invasoras, la cual puede ser fácilmente observado por cualquier instrumento de evaluación.



#### 4.1.2. Césped de Puna

Los resultados del análisis de los indicadores de estados de conservación del césped de puna se muestran en la Tabla 9; donde se aprecia, en relación con la composición florística analizadas por grupos funcionales, que existe mayor dominancia del grupo funcional de las gramíneas similares ocurridas al del pajonal con valores superiores al 55 por ciento; asimismo, el segundo grupo superior en proporción son las herbáceas. Mientras las gramíneas y las arbustivas mostraron los niveles más bajos de dominancia dentro de los grupos funcionales; caso similar al de los pajonales. Los resultados obtenidos fueron similares para ambos instrumentos de muestreo ( $p > 0.05$ ); no mostraron diferencias significativas dentro de los grupos funcionales.

**Tabla 9: Comparación de la Florística, diversidad, cobertura, mantillo, suelo desnudo, plantas invasoras con dos instrumentos de muestreo de la vegetación césped de puna (Kruskal Wallis  $p < 0.05$ )**

Indicadores	Anillo	Marco	H	P valor
<b>Florística (Porcentaje)</b>				
Gramíneas	59.66	56.49	0.2927	0.5885
Graminoides	7.17	6.32	0.0149	0.9029
Hierbas	31.77	35.24	0.3871	0.5338
Arbustivas	1.40	1.95	0.3179	0.5729
<b>Diversidad</b>				
Número de Especies	17	21	7.4295	0.0064**
Perennes	16.70	20.85	6.7086	0.0096**
Anuales	0.04	0.60	1.3224	0.2502
Índice de Shannon	2.28	2.36	0.5334	0.4652
Equidad	0.81	0.78	3.6378	0.0565
<b>Cobertura (Porcentaje)</b>	85.95	83.62	0.7269	0.3939
<b>Mantillo (Porcentaje)</b>	5.10	6.12	0.7750	0.3787
<b>Suelo Desnudo (Porcentaje)</b>	8.65	11.70	2.6384	0.1043
<b>Plantas Invasoras</b>				
Número de Especies	2.15	2.75	1.6942	0.1930
Porcentaje	11.02	11.24	0.0117	0.9138
Perennes (Porcentaje)	85.00	100.00	3.1622	0.0754
Anuales (Porcentaje)	0.00	0.31	1.0000	0.3173

\* Nivel de significancia  $p < 0.05$ , \*\* Nivel de significancia  $p < 0.001$

Las especies de la familia Poaceae que dominan en este tipo de vegetación son: *Nassella brachyphylla*, *Piptochaetium indutum*, *Muhlenbergia peruviana*, *Calamagrostis*

*macrophylla*, *Calamagrostis vicunarium*, *Aciachne pulvinata*, *Nassella mexicana*, *Festuca humilior*, *Jarava ichu* y *Festuca rigescens*.

Para el caso del indicador de la diversidad, las evaluaciones con el anillo de Parker y el marco puntual modificado revelan diferencias estadísticas significativas en el número total de especies y el número de especies perennes ( $p < 0.05$ ), encontrándose así un total de: 21 especies con el marco puntual modificado y 17 con el anillo de Parker; no obstante, el Índice de Shannon ( $H'$ ) y equidad ( $J'$ ), no mostraron diferencias estadísticamente significativas. Nuestros resultados de riqueza de especies reportados por el anillo de Parker menor al del marco puntual modificado son ratificados por los de Stohlgren *et al.* 1998, quienes compararon 4 técnicas de muestreo de pastizales en 4 praderas de pasto corto, una de las técnicas de muestreo utilizada fue el anillo de Parker, reportando una riqueza promedio de 12 especies; menor a los reportados por los otros métodos. Rhodes *et al.* 2014, haciendo uso del marco puntual modificado, reportaron una riqueza de 11.96 especies; menor a lo registrado en esta investigación; esta diferencia se debe a las características propias de la vegetación estudiada.

El porcentaje de cobertura basal, así como también el mantillo a la evaluación con ambos instrumentos de muestreo no reportaron diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, la cobertura vegetal obtenida con el anillo de Parker fue similar a las obtenidas por Ortiz (2014) quien reportó valores entre el 80.1 al 85.7 por ciento en césped de puna de condición regular, similar resultado obtuvo Zarria (2015) en Asociaciones de Productores con pastizales de condición regular (89.9 por ciento de cobertura vegetal); no obstante, son inferiores a los que obtuvo en Granjas Comunes (92.63 por ciento) en condiciones similares.

En las evaluaciones del número de especies de plantas invasoras y su porcentaje con el anillo de Parker y el marco puntual modificado, no existió diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, cabe resaltar, que en el caso de las especies invasoras perennes se observó que estas fueron mejor identificadas por el marco puntual modificado.

Las especies invasoras perennes con mayor dominancia encontradas, al igual que en el pajonal fueron la *Werneria nubigena*, la *Aciachne pulvinata* y la *Aciachne acicularis*; asimismo se encontraron en menor cantidad, *Astragalus* del género *uniflorus*, *garbancillo*, *pickeringii* y *sp.*, *Pycnophyllum sp.*, *Oreomyrrhis andicola*, *Oreithales integrifolia* y *Perezia multiflora*.

#### 4.1.3. Bofedal

La composición florística de ecosistemas de bofedal (Tabla 10) clasificadas por grupo funcional siguen un patrón diferente a los del pajonal y césped de puna; en este sentido, el orden de importancia de este tipo de vegetación es herbáceas, gramíneas, graminoides y arbustivas. Las herbáceas, son el grupo funcional con mayor dominancia después de las gramíneas, las cuales difieren de los pajonales y del césped de puna; con más del 40 por ciento de presencia dentro de la vegetación presente. No obstante, estos resultados no son suficientes para demostrar diferencias significativas.

**Tabla 10: Comparación de la Florística, diversidad, cobertura, mantillo, suelo desnudo y plantas invasoras con dos instrumentos de muestreo de la vegetación bofedal (Kruskal Walis  $p < 0.05$ )**

Indicadores	Anillo	Marco	X <sup>2</sup>	P valor
<b>Florística (Porcentaje)</b>				
Gramíneas	11.08	11.68	0.0000	1.0000
Graminoides	40.47	34.99	0.2757	0.5995
Hierbas	48.33	53.33	0.0994	0.7525
Arbustivas	0.13	0.00	1.0000	0.3173
<b>Diversidad</b>				
Número de Especies	12	15	1.3484	0.2456
Perennes	12	15	1.3464	0.2459
Anuales	0	0	1.0000	0.3173
Índice de Shannon	1.709	1.872	0.9969	0.3181
Equidad	0.688	0.693	0.0441	0.8336
<b>Cobertura (Porcentaje)</b>	91.25	90.35	0.0691	0.7926
<b>Mantillo (Porcentaje)</b>	1.25	0.85	0.4341	0.5100
<b>Suelo Desnudo (Porcentaje)</b>	8.75	9.65	0.0691	0.7926
<b>Plantas Invasoras</b>				
Número de Especies	0.50	0.38	0.0341	0.8535
Porcentaje	0.83	0.59	0.0328	0.8564
Perennes (Porcentaje)	25.00	37.50	0.2727	0.6015
Anuales (Porcentaje)	12.50	0.00	1.0000	0.3173

El segundo grupo funcional con mayor proporción dentro de los bofedales son las gramíneas; donde al igual que en el pajonal y el césped de puna, no existió suficiente evidencia para obtener diferencias significativas al análisis con las pruebas estadísticas ( $p > 0.05$ ); no obstante, el anillo de Parker reportó mejor el porcentaje de gramíneas (40.47 por ciento) frente al marco puntual modificado (34.39 por ciento). Estos resultados difieren de Ortiz (2014), quien reporta mayor presencia de gramíneas (28.81 por ciento) en bofedales de la comunidad de Tomas.

En este tipo de vegetación, las especies dominantes fueron: la *Xyris subulata* (Comunidad de Cordillera Blanca), la *Distichia muscoides*, el *Phylloscirus deserticola*, la *Alchemilla diplophylla*, la *Werneria pygmaea*, el *Plantago tubulosa* y la *Calamagrostis chrysantha* (Comunidades de Tomas y Santa Ana). Las especies vegetales presentes en este tipo de pastizal son consistentes con los encontrados por León 2016, quien menciona haber encontrado como especies principales a la *Alchemilla diplophylla*, *Phylloscirus deserticola*, *Lilaeopsis andina*, *Distichia muscoides* y *Plantago tubulosa* en bofedales de Huancavelica, Arequipa y Puno.

Para la diversidad, las evaluaciones con el anillo de Parker y el marco puntual modificado no revelan diferencias estadísticas significativas en la riqueza de especies, especies perennes y anuales, el Índice de Shannon ( $H'$ ) y la equidad ( $J'$ ), mostrando valores similares para ambos instrumentos de muestreo.

El número total de especies obtenidas en este estudio por el anillo de Parker fue de 12 especies; mientras que con el marco puntual modificado fue de 15 especies; estos resultados difieren a los de León (2016) quien utilizó el marco puntual modificado en evaluaciones de bofedales de Ancash, Huancavelica, Arequipa y Puno y reportó promedios de 11, 14, 7 y 7 especies respectivamente.

Al análisis de los indicadores de cobertura basal, porcentaje de mantillo y de suelo desnudo se observaron valores similares para ambos instrumentos de muestreo al ser comprobadas a las pruebas estadísticas. Sin embargo, podemos resaltar que este tipo de vegetación presenta un bajo porcentaje de mantillo (alrededor del 1 por ciento) respecto

a un pajonal donde los valores promedios fluctúan alrededor del 9 por ciento y césped de puna donde los valores estimados van del 5 al 6 por ciento.

A pesar de que al análisis de la cobertura basal obtenida no se registraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), los valores reportados con el anillo de Parker y marco puntual modificado fueron de 91.25 y 90.35 respectivamente; los cuales son superiores a los obtenidos por Alegría (2013), quien reporta coberturas entre el 25 al 78 por ciento en ecosistemas de pajonales y bofedales; no obstante, son corroborados con los de Ortiz (2014), el cual, haciendo uso del anillo de Parker, obtuvo valores entre el 83.3 al 98.5 por ciento en bofedales de condición regular y buena. Por otra parte, los resultados obtenidos con el marco puntual modificado difieren a los de León (2016), quien encontró coberturas promedio de 95, 98.5, 99 y 97 por ciento en bofedales de Ancash, Huancavelica, Arequipa y Puno correspondientemente; estos resultados son superiores a los obtenidos en esta investigación (90.35 por ciento). La disminución en la cobertura basal de la vegetación se genera cuando se incrementa la intensidad de pastoreo (Gaitán *et al.* 2009).

Entre las principales especies invasoras encontradas en bofedales tenemos: la *Werneria nubigena*, *Aciachne pulvinata*, *Aciachne acicularis*, *Oreomyrrhis andicola*, *Oreithales integrifolia*, *Astragalus* del género *uniflorus*, *garbancillo*, *pickeringii* y *sp.*, *Plantago rígida*, *Rumex acetosella*, *Pycnophyllum molle* y *Pycnophyllum sp.*; por otro lado, las especies que se encuentran con menor presencia fueron la *Urtica flabellata*, *Opuntia flocosa* y *Perezia multiflorum*.

#### **4.2. COSTO – EFICIENCIA**

En la Tabla 11 se revela el tiempo utilizado para la evaluación con ambos instrumentos de muestreo para luego determinar con estos datos el costo – eficiencia. El anillo de Parker, logro el menor tiempo al evaluar una transecta, con respecto al marco puntual modificado; revelando así diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) en los tres tipos de vegetación en estudio. El mayor tiempo registrado se dio en las evaluaciones con el marco puntual modificado en bofedales (en promedio 34 minutos

aproximadamente). La duración promedio mínima de la evaluación de una transecta de un pajonal con el anillo de Parker fue de aproximadamente 13 minutos; mientras que para el marco puntual modificado fue de 29 minutos; caso similar se obtuvo para el césped de puna con 12 y 28 minutos aproximadamente con el anillo de Parker y el marco puntual modificado respectivamente. Reafirmando así lo mencionado por Brady *et al.* 1991; el método de Parker es más rápido que los métodos de intercepción de línea o de marco de punto vertical. El tiempo de evaluación dependerá de la forma de la vegetación; en pastizales como césped de puna y bofedal es menor debido a que el porte de las plantas es pequeño o pegado al suelo; sin embargo, en pajonales, donde pastizales de porte alto predominan induce a un mayor tiempo de evaluación; sin embargo, durante las evaluaciones con el marco puntual modificado el mayor tiempo obtenido en bofedales es debido a la presencia de un mayor porcentaje de herbáceas, ratificando lo expuesto por Ryan (2004) de que este marco fue diseñado para determinar la frecuencia de hierbas.

**Tabla 11: Tiempo promedio en minutos que duró una evaluación con el Anillo de Parker y con el Marco Puntual Modificado en 3 tipos de vegetación (Kruskal Wallis  $p < 0.05$ )**

<b>Tipo de Vegetación</b>	<b>N</b>	<b>Anillo</b>	<b>Marco</b>	<b>H</b>	<b>P valor</b>
Pajonal	18	13:19,55	29:00,03	26.2703	<.0001**
Césped de Puna	20	12:18,29	28:12,67	29.2683	<.0001**
Bofedal	8	12:23,14	34:23,69	11.2941	0.0008**

\* Nivel de significancia  $p < 0.05$ , \*\* Nivel de significancia  $p < 0.001$

El número de especies registradas por minuto (Tabla 12) fue similar entre los instrumentos de muestreo, no se encontraron diferencias estadísticas ( $p > 0.05$ ); los valores encontrados para el anillo de Parker fueron de 5.39, 6.30 y 7.28 especies por minuto para pajonal, césped de puna y bofedal respectivamente y para el marco puntual modificado fueron de 6.27, 6.33 y 6.83 especies por minuto en pajonal, césped de puna y bofedal. El costo eficiencia obtenido en esta investigación para el anillo de Parker fue mayor a los reportados por Stohlgren *et al.* 1998, quienes encontraron valores de 0.24 especies por minuto para Parker; las principales razones asociadas a que no se capture gran parte de la diversidad de plantas en un sitio fueron: el área total de muestreo

pequeña (transectas de 30.5 m evaluadas cada 30.5 cm) y al alto grado de autocorrelación espacial, es decir, 2 puntos cercanos son más similar que dos puntos lejanos; en tal sentido, Parker tiende a registrar información redundante a lo largo de la transecta. En base a esto se puede manifestar; que en nuestro estudio el grado de autocorrelación espacial en nuestro estudio fue menor debido al tamaño de las transectas utilizadas que fueron de 200 m evaluadas cada 2 m con Parker y cada 4 m con el marco puntual modificado.

**Tabla 12: Costo eficiencia promedio obtenidos con el Anillo de Parker y con el Marco Puntual Modificado en 3 tipos de vegetación (Kruskal Walis  $p < 0.05$ )**

Tipo de Vegetación	N	Anillo	Marco	H	P valor
Pajonal	18	5.39	6.27	2.2115	0.1370
Césped de Puna	20	6.30	6.33	0.0148	0.9031
Bofedal	8	7.28	6.83	0.7059	0.4008

La utilización de las herramientas de muestreo para evaluación de pastizales dependerá del objetivo de estudio; si el objetivo es determinar la composición florística y la diversidad en áreas de pastizales pobres o áreas perturbadas, lo más recomendable sería utilizar el marco puntual modificado, ya que nos permitirá encontrar en un mayor rango especies raras e invasoras tanto perennes como anuales; asimismo, si solo se desea realizar un estudio rápido sobre especies gramíneas predominantes, lo más recomendable sería utilizar el anillo censador de Parker.

## V. CONCLUSIONES

- ✓ El anillo de Parker y el marco puntual modificado (MPM) registran una predominancia de gramíneas y herbáceas en pajonales y césped de puna ( $p < 0.05$ ), y predominancia de graminoides y herbáceas en bofedales ( $p > 0.05$ ), siendo el marco puntual modificado el instrumento que registró una mayor riqueza de especies.
- ✓ El anillo de Parker y el marco puntual modificado, para los tres tipos de vegetación, registraron valores similares para cobertura basal, porcentaje de mantillo y porcentaje de suelo desnudo, y porcentaje de plantas invasoras perennes y anuales.
- ✓ El costo-eficiencia fue similar estadísticamente para el anillo de Parker y el marco puntual modificado; sin embargo, el anillo de Parker registró el menor tiempo de evaluación de una transecta.



## **VI. RECOMENDACIONES**

- ✓ Establecer áreas de referencia en pastizales de la puna para monitorear el estado de conservación y procesos de degradación que permitan establecer planes de manejo sostenible en pastizales.
  
- ✓ Realizar estudios y estandarizar criterios para clasificar plantas por grupo funcional y establecer estudios de autoecología de especies invasoras en pastizales.
  
- ✓ Continuar la evaluación de la eficiencia de tiempo de ambas herramientas en otros tipos de pastizales, en diferentes épocas y años de evaluación.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegría, F. 2013. Inventario y uso sostenible de pastizales en la zona colindante a los depósitos de relavera de Ocroyoc - Comunidad San Antonio de Rancas - Pasco. Tesis Mag. Lima, Perú, PUCP. 161 p.

Angerer, JP. 2012. Gobi forage livestock early warning system. *In* Coughenour, MB; Makkar, HPS (eds.). Conducting national feed assessments, volume. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy. p. 115–130.

Angerer, JP; Han GD; Fujisaki, I; Havstad, K. 2008. Climate Change and Ecosystems of Asia with Emphasis on Inner Mongolia and Mongolia. *Rangelands* 30(3):46-51.

Bailey, RG; Hogg, HC. 1986. A World Ecoregions Map for Resource Reporting. *Environmental Conservation* 13(3):195-202. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/44520453>

Barnes, RF; Nelson, CJ. 2003. Forages and grasslands in a changing world. *In* Barnes, RF; Nelson, CJ; Collins, M; Moore, KJ (eds.). Forages: an introduction to grassland agriculture. Iowa State University Press, Ames, IA. 1:3–24.

Bazzaz, FA; Parrish, JAD. 1982. Organization of grassland communities. *In* Estes, JR; Tyrl, RJ; Brunken, JN (eds.). Grasses and grassland communities: systematics and ecology, University of Oklahoma Press, Norman, USA. p. 233–254.

Bedunah, DJ; Angerer, JP. 2012. Rangeland Degradation, Poverty, and Conflict: How Can Rangeland Scientists Contribute to Effective Responses and Solutions?. *Rangeland Ecology & Management*. 65(6):606-612.

BID-CEPAL (Banco Interamericano de Desarrollo - Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2014. La economía del cambio climático en el Perú: Impactos sobre los recursos naturales: ecosistemas, uso de la tierra y disponibilidad hídrica. Lima, Perú. 152 p.

Blondel, J. 2003. Guilds or functional groups: does it matter? – *Oikos* 100:223–231.

Brady, WW; Cook, JW; Aldon, EF. 1991. A microplot for updating Loop Frequency Range Trend Data: Theoretical Considerations and a Computer simulation. Res. Pap. RM-295. Fort Collins. CO: U.S. Department of Agriculture. Forest Service. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 19 p.

Byenkya, GS. 2004. Impact of undesirable plant communities on the carrying capacity and livestock performance in pastoral systems of South-Western Uganda. PhD Thesis. Texas, USA, Texas A&M University. 206 p.

Cano, A; Stevenson, PR. 2009. Diversidad y composición florística de tres tipos de bosque en la Estación Biológica Caparú Vaupés. *Colombia Forestal* 12(1):63-80.

DeVries, PG. (1979). Line intersect sampling: statistical theory, applications, and suggestions for extended use in ecological inventory. *In* Cormack, RM; Patiland, GP; Robson, DS (eds.). *Sampling Biological Populations*. Fairland, Maryland: International Co-operative Publishing House. p. 1-70.

Díaz-Espinosa, AM; Díaz-Triana JE; Vargas, O. 2012. Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá. Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia y Secretaría Distrital de Ambiente. Bogotá, D.C., Colombia. 248 p.

DiTomaso, J; Masters, R; Peterson, V. 2010. Rangeland invasive plant management. *Rangelands* 32(1):43-47.

Flores, ER. 1991. Utilización de pastizales. *In* Fernández-Baca, S (ed.). Avances y perspectivas del conocimiento de los camélidos sudamericanos. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. p. 192-211.

Flores, ER. 1996. Reality, Limitations and Research Needs of the Peruvian Livestock Sector. Latin America Livestock Regional Assessment Workshop, Costa Rica. p. 85-96.

Flores, ER. 1997. Tambos alpaqueros y pastizales I: Manejo y conservación de praderas naturales. Proyecto Especial Tambos Alpaqueros, Boletín LUP N° 11. Lima, Perú. 11 p.

Florez, A. 2005. Manual de pastos y forrajes altoandinos. Lima, Perú: ITDG AL, Oikos. 53 p.

Florez, A; Bryant, F. 1989. Manual de Pastos y Forrajes. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. Lima. 77-89.

Fonseca, CR., Ganade, G. 2001. Species functional redundancy, random extinctions and the stability of ecosystems. *Journal of Ecology* 89:118-125.

Forage and Grazing Terminology Committee. 1992. Terminology for grazing lands and grazing animals. *Journal of Production Agriculture* 5:191–201.

Frost, R; Launchbaugh, K. 2003. Prescription Grazing for Rangeland Weed Management A new look at an old tool. *Rangelands* 25(6):43-47.

Gaitán, JJ; López, CR; Bran, DE. 2009. Efectos del pastoreo sobre el suelo y la vegetación en la Estepa Patagónica, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Cienc. suelo*. 27(2).

Galaz, JL; González, G. 2005. Técnicas para el manejo productivo de la Vicuña (*Vicugna vicugna* Molina, 1782) en Chile. CONAF.

Gastó, J; Cosio, F; Panario, D. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de sitio y condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. CIID-Canadá Quito, Ecuador, Red de Pastizales Andinos. 253 p.

Gibson, DJ. 2009. Grasses and Grassland Ecology. Oxford University Press. 305 p.

Goodall, DW. 1952. Some considerations in the use of point quadrats for the analysis of vegetation. Aust. J. Sci. Res., Series B:1-41.

Gould, FW; Shaw, RB. 1983. Grass systematics. 2 ed. Texas, United State, Texas A & M Union Press. 397 p.

Holecheck, JL; Pieper, RD; Herbel, CH. 1989. Range management principles and practices. University of New Mexico, USA 501 p.

Huerta, L. 2002. Formulación de herramientas de gestión integral para el manejo sostenible de las praderas altoandinas: estudio de caso en la cabecera de microcuenca Quitaracza – Cuenca Santa, Sihuas – Ancash. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 282 p.

INEI (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, PE). 2013. Resultados Definitivos IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Lima. 63 p.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 2004. Mapa forestal.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, CH), 2006. Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Ginebra. 4:1-55.

Johnston, A. 1957. A comparison of the Line Intercept, Vertical Point Quadrant, and Loop Methods as used in measuring basal area of grassland vegetation. Canadian Journal of Plant Science. 37:34-42.

Kent, M; Coker, P. 1994. *Vegetation description and analysis: A practical approach*. Hichester, England. John Wiley and Sons. X. 363 p.

Kovdaa, VA. 1976. Soil loss: an overview. *Agro-Ecosystems*. 3(1):205–224.

Krebs, CJ. 1999. *Ecological Methodology*. Addison Wesley Longman, Inc. California. 620 p.

Kucera, CL; Ehrenreich, JH. 1962. Some effects on annual burning on central Missouri prairie. *Ecology* 43:334–336.

Lavorel, S; McIntyre, S; Landsberg, J; Forbes, TDA. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Trends in Ecology & Evolution* 12(12):474-478.

León, AY. 2016. Reserva de carbono en bofedales y su relación con la florística y condición del pastizal. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, UNALM. 102 p.

León, O; Vargas, O. 2009. Restauración ecológica en zonas invadidas por retamo espinoso y plantaciones forestales de especies exóticas: Las especies invasoras: un reto para la restauración ecológica. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 305 p.

Li, XR; Jia, XH; Dong, GR. 2006. Influence of desertification on vegetation pattern variations in the cold semi-arid grasslands of Qinghai-Tibet Plateau, North-West China. *Journal of Arid Environments* 64(3):505–522.

Lieth, H. 1975. Primary productivity of the biosphere, *Ecological studies: Modeling the primary productivity of the world*. New York, United State, Springer\_Verlag. 340 p.

Lloyd, M; Ghelardi, RJ. 1964. A table for calculating the "equitability" component of species diversity. *Journal of Animal Ecology* 33:217-225.

Lou, J; González, JA. 2012. Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta Zoológica Lilloana* 56 (1-2):3-14.

Magurran, AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.

Mason, JA; Zanner, CW. 2005. Grassland Soils. *In* Hillel, D (eds.). *Encyclopedia of Soils in the Environment*. Columbia University, New York, NY, USA. p. 138-145.

McIntosh, RI. 1967. An index of diversity and the relation of certain concepts to diversity. *Ecology* 48:392-404.

Milner, C; Hughes, RE. 1968. Methods for the measurement of the primary production of grassland. *International Biological Programme* 6. 70 p.

MINAGRI (Ministerio de Agricultura, PE). 2008. Los Pastos Naturales Altoandinos, disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/40-sector-agrario/situacion-de-las-actividades-de-crianza-y-producci/306-pastos-naturales>? Consultado el 14 de diciembre del 2014.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2015. Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva/Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Lima. 108 p.

MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2016. Resolución Ministerial N° 183-2016-MINAM, Guía Complementaria para la Compensación Ambiental: Ecosistemas Altoandinos.

Moreno, CE. 2001. Métodos para medir la biodiversidad en M&T Manuales y Tesis SEA. 1. Zaragoza, España, 84 p.

Morgan, RPC. 1997. Erosión y conservación del suelo. Madrid, España, Mundi-Prensa. 343 p.

Mueller-Dombois, D; Ellenburg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley Sons, New York, NY. p. 72-76.

Muñoz, DJ; Ferreira, M; Escalante, IB; López, J. 2013. Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida. *Terra Latinoamericana* 31(3):201-210.

New, TR. 2000. Conservation Biology. An introduction for southern Australia. Vistoria, Australia, Oxford University Press. 304 p.

Ojima, DS; Parton, WJ; Schimel, DS; Scurlock, JMO; Kittel, TGF. 1993. Modeling the effects of climatic and CO<sub>2</sub> changes on grassland storage of soil C. *Water, Air, and Soil Pollution* 70:643-657.

Ortiz, R. 2014. Estudio agrostodafológico y capacidad de carga animal en Contadera – Tomas – Yauyos. Trabajo monográfico. Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 109 p.

Parker, KW. 1951. Final report. Development of a method for measuring trend in range condition of national-forest ranges. U.S. Service. Washington. 113 p.

Parker, KW. 1954. Application of ecology in the determination of range condition and trend. *Journal of Range Management*. 7:150–154.

Parker, KW; Harris, RW. 1959. The 3-step method for measuring condition and trend of forest ranges: a resume of its history, development, and use. *Techniques and methods of measuring understory vegetation*. Tifton, GA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station: 55–69.



Parra, F., Torres, J. 2004. Procesos de Desertificación en las Cuencas Andinas: El Pachachaca, un caso en las montañas de Huancavelica, Perú. *Zonas Áridas* 8:48-56.

Pizarro, SE. 2017. Degradación y vulnerabilidad al cambio climático en pastizales altoandinos. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, UNALM. 201 p.

Rebollo, S; Gómez-Sal, A. 2003. Aprovechamiento sostenible de los pastizales. *Ecosistemas* 12(3):1-10.

Rhodes, EC; Tolleson, DR; Angerer, JP; Kava, JA; Dyess, J; Nicolet, T. 2014. A comparison of rangeland monitoring techniques for modeling herbaceous fuels and forage in central Arizona, USA. *Fire Ecology* 10(2):76–91.

Ríos, HF; Vargas, O. 2003. Ecología de las especies invasoras. *Pérez-Arbelaezia* (14):119–148.

Risser, PG. 1988. Chapter 19: Diversity in and among grasslands. *In* Wilson, EO (eds.). *Biodiversity.*, National Academy Press, Washington (DC), USA. p. 176–180.

Ruyle, G; Dyess, J. 2010. Rangeland monitoring and the Parker 3-Step Method: Overview, Perspectives and Current Applications. *Arizona Cooperative Extension AZ1525.* 9 p.

Ryan, Z. 2004. Establishment and evaluation of a livestock early warning system for Laikipia, Kenya. MSc Thesis. Texas, USA, Texas A&M University. 123 p.

Segrelles, JA. 2010. La distribución agroalimentaria y su influencia en la pobreza campesina. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* 14(325):1-26.

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). 2015. Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). 2017. Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

Senra, A. 2009. Impacto del manejo del ecosistema del pastizal en la fertilidad natural y sostenibilidad del suelo. *Avances en Investigación Agropecuaria* 13(2):3-16.

Sims, PL. 1988. Grasslands. In Barbour, MG; Billings, WD (eds.). *North American terrestrial vegetation*. Cambridge University Press, Cambridge. P. 265–286.

SRM (Society for Range Management, USA). 2018. Rangeland Invasive Species Committee. Disponible en: <https://rangelands.org/committees/rangeland-invasive-species-committee/>, consultado el 14 de Julio del 2018.

Stohlgren, T; Bull, KA; Otsuki, Y. 1998. Comparison of rangelands vegetation sampling techniques in the Central Grasslands. *Range Management* 51(2):164-172.

Stuth, JW; Angerer, J; Kaitho, R; Zander, K; Jama, A; Heath, C; Bucher, J; Hamilton, W; Conner, R; Inbody, D. 2003. The livestock early warning system (LEWS): Blending technology and the human dimension to support grazing decisions. *Arid lands newsletter*, University of Arizona. Available at <http://cals.arizona.edu/OALS/ALN/aln53/stuth.html>.

Stuth, JW; Angerer, JP; Kaitho, R; Jama, A; Marambii, R. 2005. Livestock early warning system for Africa rangelands. In Boken, VK; Cracknell, AP; Heathcote, RL (eds.). *Monitoring and predicting agricultural drought: a global study*, Oxford University Press, New York, USA. 472 p.

Tácuna, RE; Aguirre, L; Flores, ER. 2015. Influencia de la revegetación con especies nativas y la incorporación de materia orgánica en la recuperación de pastizales degradados. *Ecología Aplicada*. 14(2):191-200.

Tapia, ME; Flores, JA. 1984. Pastoreo y Pastizales de Los Andes del Sur del Perú. Instituto Nacional de Investigación y Promoción Agropecuaria. Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Rumiantes Menores. 323 p.

Soluciones Prácticas-ITDG. 2008. Gestión de cuencas para enfrentar el cambio climático y el Fenómeno El Niño. Torres, J; Gómez, A; Berrú, M (eds.). 106 p.

Gestión de cuencas para enfrentar el cambio climático y el Fenómeno El Niño

Tovar, O; Oscanoa, L. 2002. Guías para la identificación de pastos naturales altoandinos de mayor importancia ganadera. Instituto de Montaña. Proyecto FOCAL Obc. Primera Edición. Huaraz. 184 p.

Whitaker, RH. 1975. *Communities and ecosystems*. 2nd Edition. New York, United State, Macmillan. 385 p.

White, R; Murray, S; Rohweder, M. 2000. Pilot analysis of global ecosystems: grassland ecosystems technical report. World Resources Institute, Washington, DC.

Whitford, WG. 1988. Decomposition and nutrient cycling in disturbed arid ecosystems. *In* Allen, EB (eds.). *The Reconstruction of Disturbed Arid Lands*. American Association for the Advancement of Science, Westview Press, Boulder, CO. p. 136-161.

Whitford, WG. 1996. The importance of the biodiversity of soil biota in arid ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 5:185-195.

Yamasaki, L. 2002. Optimización de las estrategias para la conservación y mejoramiento de praderas naturales en la Microcuenca de Río Negro Ancash. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 123 p.

Zarria, MR. 2015. Inventario y estrategias de mejora de los pastizales de los sistemas de producción de alpacas en la sierra central. Tesis Ing. Zootecnista. Lima, Perú, UNALM. 211 p.

Zegarra, MR. 1999. Inventario de recursos naturales optimización de estrategias para el mejoramiento de praderas nativas en el fundo “San Lorenzo” – Ancash. Tesis Mg.Sc. Lima, Perú, UNALM. 146 p.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Formato relevamiento método de Parker

#### Registro de Transacción Lineal Permanente (Parker)

Sitio/Transecta N°..... Fecha: .....

Sp. Indicadora Ovino ..... Sp. Indicadora Vacuno ..... Sp. Indicadora Llama .....

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

M Mantillo   R Roca   P Pavimento de erosión   L Musgo   D Suelo desnudo   LA Lámina de agua

**Anexo 2. Formato de relevamiento del Marco Puntual Modificado.**

**Registro de Transacción Lineal Permanente (PHYGROW)**

Fecha: \_\_\_\_\_  
 Brigada: \_\_\_\_\_  
 Comunidad o granja: \_\_\_\_\_  
 Sitio: \_\_\_\_\_  
 Transecta N°: \_\_\_\_\_  
 Tipo de vegetación: \_\_\_\_\_  
 Condición: \_\_\_\_\_

Exposición: \_\_\_\_\_  
 Datos GPS: \_\_\_\_\_

	Punto Inicial	Punto Medio	Punto Final
Altitud			
Longitud			
Latitud (UTM)			

Uso actual de la tierra:      Agricultura      Pastoreo      Protección      Otros

Marco	PUNTOS					CUADRANTES (5*5 cm)					Observaciones
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

Marco	PUNTOS					CUADRANTES (5*5 cm)					Observaciones
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
41											
42											
43											
44											
45											
46											
47											
48											
49											
50											

Suelo desnudo	D	Roca	R
Mantillo	M	Pavimento de erosión	PE
Musgo	L	Herbáceas	H

**Anexo 3. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Anillo de Parker en Pajonales**

Comunidad	Composición Florística				Diversidad					Cobertura Basal (%)	Mantillo (%)	Suelo Desnudo (%)	Plantas Invasoras				Tiempo de Evaluación (Min)
	Gramíneas (%)	Graminoides (%)	Herbáceas (%)	Arbustivas (%)	Nº Especies	Especies Perennes	Especies Anuales	H'	J'				Nº Especies	Porcentaje Total (%)	Perennes (%)	Anuales (%)	
Canchayllo	55.17	20.69	24.14	0.00	22	21	1	2.585	0.836	99	10.00	1.00	2	3.45	100.00	0.00	13.5670
	65.52	10.34	22.99	1.15	24	22	2	2.746	0.864	96	9.00	4.00	3	14.94	100.00	0.00	14.3003
	88.00	8.00	4.00	0.00	10	10	0	1.901	0.826	82	9.00	13.00	2	38.00	100.00	0.00	9.2514
	64.93	2.60	32.47	0.00	23	22	1	2.878	0.918	88	8.00	5.00	1	2.60	100.00	0.00	14.6505
Cordillera Blanca	54.29	11.43	34.28	0.00	6	6	0	1.330	0.742	52	8.00	20.00	1	2.86	100.00	0.00	10.6516
	43.14	15.69	37.25	3.92	15	15	0	2.133	0.788	72	9.00	8.00	2	15.69	100.00	0.00	15.2177
	55.42	6.02	38.56	0.00	11	11	0	1.743	0.727	93	6.00	7.00	2	12.05	100.00	0.00	14.1015
	52.13	1.06	45.75	1.06	12	12	0	1.926	0.775	98	2.00	1.00	0	0.00	0.00	0.00	16.0004
San Pedro de Racco	56.04	9.89	32.97	1.10	19	19	0	2.593	0.881	99	8.00	1.00	4	28.57	100.00	0.00	15.4837
	51.58	7.37	41.05	0.00	18	18	0	2.366	0.819	99	4.00	1.00	1	3.16	100.00	0.00	15.6012
	56.04	12.09	31.87	0.00	9	9	0	1.878	0.855	99	7.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	12.6175
	58.42	11.24	30.34	0.00	19	19	0	2.511	0.853	99	8.00	0.00	1	2.25	100.00	0.00	17.1680
Santa Ana	25.00	14.29	60.71	0.00	14	12	2	2.170	0.822	79	19.00	17.00	0	0.00	0.00	0.00	11.6671
	60.71	16.07	23.22	0.00	15	12	3	2.280	0.842	81	18.00	13.00	1	7.14	100.00	0.00	11.8001
Tomas	34.92	1.59	52.38	11.11	21	20	1	2.784	0.914	80	14.00	16.00	2	4.76	100.00	0.00	12.9670
	51.85	0.00	46.30	1.85	15	15	0	2.401	0.887	77	18.00	23.00	3	11.11	100.00	0.00	11.4681
	73.17	21.95	4.88	0.00	13	13	0	2.063	0.804	82	0.00	18.00	1	1.22	100.00	0.00	13.2183
	47.46	0.00	47.46	5.08	22	20	2	2.699	0.873	84	10.00	12.00	6	22.03	100.00	0.00	10.1004
<b>Promedio</b>	<b>55.21</b>	<b>9.46</b>	<b>33.92</b>	<b>1.40</b>	<b>16.00</b>	<b>15.33</b>	<b>0.67</b>	<b>2.277</b>	<b>0.835</b>	<b>86.61</b>	<b>9.28</b>	<b>8.89</b>	<b>1.78</b>	<b>9.44</b>	<b>83.33</b>	<b>0.00</b>	<b>13.3240</b>



#### Anexo 4. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Marco Puntual Modificado en pajonales

Comunidad	Composición Florística				Diversidad					Cobertura Basal (%)	Mantillo (%)	Suelo Desnudo (%)	Plantas Invasoras				Tiempo de Evaluación (Min)
	Gramíneas (%)	Graminoides (%)	Herbáceas (%)	Arbustivas (%)	N° Especies	Especies Perennes	Especies Anuales	H'	J'				N° Especies	Porcentaje Total (%)	Perennes (%)	Anuales (%)	
Canchayllo	55.12	13.17	31.71	0.00	29	28	1	2.819	0.837	96.0	10.00	3.60	2	6.34	100.00	0.00	32.9667
	68.78	14.15	16.58	0.49	32	30	2	2.678	0.773	95.2	8.40	4.40	3	8.29	100.00	0.00	33.3000
	86.88	4.92	8.20	0.00	13	12	1	2.067	0.806	82.4	13.20	14.40	2	32.79	100.00	0.00	20.1676
	71.67	2.78	25.00	0.55	35	33	2	2.897	0.815	90.0	12.40	6.80	3	4.44	100.00	0.00	35.0167
Cordillera Blanca	53.41	9.09	37.50	0.00	10	10	0	1.630	0.708	48.4	7.60	21.60	1	3.41	100.00	0.00	22.2016
	58.16	14.89	24.11	2.84	19	19	0	1.918	0.652	77.6	10.80	6.00	3	12.77	100.00	0.00	25.8168
	49.77	6.05	44.18	0.00	17	17	0	1.830	0.646	92.4	4.00	7.20	3	5.58	100.00	0.00	24.2014
	57.74	3.77	38.49	0.00	18	18	0	2.021	0.699	98.0	1.60	1.60	2	0.84	100.00	0.00	25.9345
San Pedro de Racco	41.93	19.82	36.87	1.38	25	25	0	2.711	0.842	97.6	8.00	2.40	4	26.27	100.00	0.00	33.3167
	50.85	11.97	35.04	2.14	22	22	0	2.550	0.825	97.6	1.60	2.40	3	6.84	0.00	0.00	30.0000
	61.54	5.56	32.90	0.00	9	9	0	1.760	0.801	98.8	4.40	0.00	0	0.00	0.00	6.25	23.4010
	61.84	10.97	27.19	0.00	23	23	0	2.630	0.839	100.0	8.40	0.00	2	0.88	100.00	0.00	28.8346
Santa Ana	33.56	10.27	56.17	0.00	21	15	6	2.243	0.737	80.8	10.00	16.00	1	0.68	100.00	0.00	33.0000
	62.86	12.86	24.28	0.00	16	14	2	2.138	0.771	84.0	13.20	13.20	1	4.29	100.00	0.00	25.6514
Tomas	33.99	0.00	60.78	5.23	22	22	0	2.569	0.831	83.2	12.80	14.40	2	4.58	100.00	0.00	40.3000
	50.00	0.00	46.92	3.08	19	19	0	2.466	0.838	79.2	16.40	19.60	4	13.85	100.00	0.00	31.2167
	61.00	29.50	9.50	0.00	19	19	0	2.357	0.801	80.4	0.00	19.60	1	0.50	100.00	0.00	33.3333
	42.96	2.81	51.41	2.82	25	25	0	2.720	0.845	84.4	8.00	10.40	6	23.94	100.00	0.00	23.3839
<b>Promedio</b>	<b>55.67</b>	<b>9.59</b>	<b>33.71</b>	<b>1.03</b>	<b>20.78</b>	<b>20.00</b>	<b>0.78</b>	<b>2.334</b>	<b>0.781</b>	<b>87.00</b>	<b>8.38</b>	<b>9.09</b>	<b>2.39</b>	<b>8.68</b>	<b>88.89</b>	<b>0.35</b>	<b>29.0024</b>

**Anexo 5. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el anillo de Parker en césped de puna**

Comunidad	Composición Florística				Diversidad					Cobertura Basal (%)	Mantillo (%)	Suelo Desnudo (%)	Plantas Invasoras				Tiempo de Evaluación (Min)
	Gramíneas (%)	Graminoides (%)	Herbáceas (%)	Arbustivas (%)	Nº Especies	Especies Perennes	Especies Anuales	H'	J'				Nº Especies	Porcentaje Total (%)	Perennes (%)	Anuales (%)	
Canchayllo	97.26	0.00	1.37	1.37	9	8	1	1.690	0.769	88	13.00	12.00	0	0.00	0.00	0.00	10.5842
	81.33	0.00	16.00	2.67	14	13	1	2.176	0.825	90	4.00	9.00	0	0.00	0.00	0.00	10.5500
	70.59	2.35	21.18	5.88	20	19	1	2.380	0.795	91	6.00	7.00	2	5.88	100.00	0.00	15.1010
	91.36	0.00	7.41	1.23	12	11	1	1.839	0.740	92	2.00	6.00	0	0.00	0.00	0.00	10.1849
Cordillera Blanca	69.39	0.00	30.61	0.00	9	9	0	1.261	0.574	63	12.00	17.00	1	2.04	100.00	0.00	10.9683
	75.56	11.11	11.11	2.22	12	12	0	1.212	0.488	61	12.00	11.00	2	4.44	100.00	0.00	12.0180
	26.09	23.91	50.00	0.00	11	11	0	2.125	0.886	57	1.00	7.00	2	8.70	100.00	0.00	9.8668
	39.51	2.47	48.15	9.88	16	16	0	2.393	0.863	90	3.00	8.00	4	34.57	100.00	0.00	11.2837
San Pedro de Racco	44.94	6.74	46.07	2.25	20	20	0	2.559	0.854	98	6.00	1.00	4	26.97	100.00	0.00	14.9335
	58.24	8.79	32.97	0.00	22	22	0	2.619	0.847	98	7.00	2.00	2	8.79	100.00	0.00	12.9513
	52.27	11.36	36.36	0.00	20	20	0	2.700	0.901	95	5.00	3.00	2	11.36	100.00	0.00	13.9670
	61.04	2.60	35.06	1.30	17	17	0	2.458	0.868	81	2.00	19.00	3	22.08	100.00	0.00	13.2347
Santa Ana	35.48	3.23	61.29	0.00	22	21	1	2.631	0.851	95	0.00	5.00	3	12.90	100.00	0.00	17.1342
	59.15	7.04	33.80	0.00	18	17	1	2.512	0.869	85	8.00	14.00	1	16.90	100.00	0.00	12.0512
	35.62	0.00	64.38	0.00	17	17	0	2.427	0.857	76	0.00	24.00	3	6.85	100.00	0.00	11.1182
	64.77	4.55	30.68	0.00	19	18	1	2.595	0.881	91	3.00	9.00	2	17.05	100.00	0.00	12.1834
Tomas	74.74	2.11	23.16	0.00	19	19	0	2.270	0.771	98	0.00	2.00	1	1.05	100.00	0.00	13.7505
	51.22	14.63	34.15	0.00	23	23	0	2.686	0.857	94	5.00	7.00	5	9.76	100.00	0.00	12.6008
	62.34	11.69	24.68	1.30	18	18	0	2.503	0.866	83	12.00	3.00	4	27.27	100.00	0.00	9.0345
	42.31	30.77	26.92	0.00	23	23	0	2.623	0.837	93	1.00	7.00	2	3.85	100.00	0.00	12.5501
<b>Promedio</b>	<b>59.66</b>	<b>7.17</b>	<b>31.77</b>	<b>1.41</b>	<b>17.05</b>	<b>16.70</b>	<b>0.35</b>	<b>2.283</b>	<b>0.810</b>	<b>85.95</b>	<b>5.10</b>	<b>8.65</b>	<b>2.15</b>	<b>11.02</b>	<b>85.00</b>	<b>0.00</b>	<b>12.3033</b>

**Anexo 6. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Marco Puntual Modificado en césped de puna**

Comunidad	Composición Florística				Diversidad					Cobertura Basal (%)	Mantillo (%)	Suelo Desnudo (%)	Plantas Invasoras				Tiempo de Evaluación (Min)
	Gramíneas (%)	Graminoides (%)	Herbáceas (%)	Arbustivas (%)	N° Especies	Especies Perennes	Especies Anuales	H'	J'				N° Especies	Porcentaje Total (%)	Perennes (%)	Anuales (%)	
Canchayllo	96.84	0.00	3.16	0.00	12	10	2	1.666	0.670	83.6	16.00	16.00	1	0.63	100.00	0.00	23.3008
	73.29	1.24	22.98	2.48	25	24	1	2.460	0.764	82.0	5.20	16.80	1	1.24	100.00	0.00	24.7177
	63.87	1.05	25.65	9.42	26	25	1	2.616	0.803	93.2	5.60	5.60	3	5.76	100.00	0.00	30.5000
	93.25	0.00	4.91	1.84	14	13	1	1.765	0.669	85.6	12.80	13.60	1	1.84	100.00	0.00	24.3168
Cordillera Blanca	65.71	3.81	30.48	0.00	15	15	0	1.584	0.585	57.2	6.00	22.00	2	5.71	100.00	0.00	21.4840
	75.89	4.46	17.86	1.79	21	20	1	1.472	0.484	61.2	11.60	14.40	4	6.25	100.00	0.00	20.1682
	28.44	23.85	46.79	0.92	12	12	0	2.062	0.830	58.4	2.00	10.40	3	7.34	100.00	0.00	20.9838
	39.80	1.02	45.92	13.27	17	17	0	2.535	0.895	92.0	6.00	5.20	5	25.00	100.00	0.00	28.3177
San Pedro de Racco	49.54	5.56	40.74	4.17	20	20	0	2.558	0.854	98.8	8.80	1.20	4	28.24	100.00	0.00	31.0833
	52.89	13.78	32.89	0.44	27	27	0	2.798	0.849	96.0	4.40	4.00	2	16.44	100.00	0.00	25.0176
	42.53	11.31	44.80	1.36	26	26	0	2.786	0.855	94.8	5.20	5.20	2	11.76	100.00	0.00	27.0833
	43.23	2.60	52.60	1.56	21	21	0	2.463	0.809	80.4	2.80	19.60	5	34.90	100.00	0.00	28.4179
Santa Ana	34.80	2.45	62.75	0.00	20	19	1	2.450	0.818	90.0	2.40	9.60	4	14.71	100.00	0.00	41.3167
	55.42	1.20	43.37	0.00	22	21	1	2.309	0.747	84.4	5.60	13.60	2	25.30	100.00	0.00	35.1000
	38.65	3.68	57.67	0.00	21	20	1	2.430	0.798	71.6	0.40	28.00	3	3.68	100.00	0.00	27.4672
	66.17	4.98	28.86	0.00	25	23	2	2.685	0.834	85.6	3.60	14.40	2	10.45	100.00	0.00	26.4502
Tomas	66.83	1.01	32.16	0.00	23	23	0	2.257	0.720	92.8	2.80	7.20	1	0.50	100.00	0.00	36.9167
	54.26	6.91	38.83	0.00	29	29	0	2.846	0.845	90.8	2.40	9.20	3	6.91	100.00	0.00	31.1167
	41.01	12.36	46.63	0.00	26	26	0	2.705	0.830	90.4	10.80	7.60	4	14.61	100.00	0.00	23.5838
	47.43	25.14	25.71	1.71	27	26	1	2.832	0.859	83.6	8.00	10.40	3	3.43	100.00	0.00	36.8833
<b>Promedio</b>	<b>56.49</b>	<b>6.32</b>	<b>35.24</b>	<b>1.95</b>	<b>21.45</b>	<b>20.85</b>	<b>0.60</b>	<b>2.364</b>	<b>0.776</b>	<b>83.62</b>	<b>6.12</b>	<b>11.70</b>	<b>2.75</b>	<b>11.24</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>	<b>28.2113</b>

**Anexo 7. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el anillo de Parker en bofedales**

Comunidad	Composición Florística				Diversidad					Cobertura Basal (%)	Mantillo (%)	Suelo Desnudo (%)	Plantas Invasoras				Tiempo de Evaluación (Min)
	Gramíneas (%)	Graminoides (%)	Herbáceas (%)	Arbustivas (%)	N° Especies	Especies Perennes	Especies Anuales	H'	J'				N° Especies	Porcentaje Total (%)	Perennes (%)	Anuales (%)	
Cordillera Blanca	18.52	1.23	80.25	0.00	7	7	0	0.928	0.477	89	4.00	11.00	0	0.00	0.00	0.00	10.1507
	9.68	11.83	78.49	0.00	6	6	0	0.880	0.491	98	2.00	2.00	1	1.08	0.00	100.00	10.9508
Santa Ana	9.38	34.38	56.25	0.00	14	14	0	2.245	0.851	96	0.00	4.00	0	0.00	0.00	0.00	12.7178
	8.42	63.16	28.42	0.00	10	10	0	1.581	0.687	95	0.00	5.00	0	0.00	0.00	0.00	13.2505
	4.60	50.57	44.83	0.00	17	17	0	2.376	0.839	90	2.00	10.00	0	0.00	0.00	0.00	12.0167
	14.89	55.32	28.72	1.06	18	18	0	2.316	0.801	96	1.00	4.00	2	3.19	100.00	0.00	12.7503
Tomas	12.66	74.68	12.66	0.00	10	10	0	1.198	0.520	79	0.00	21.00	0	0.00	0.00	0.00	15.3842
	10.47	32.56	56.98	0.00	13	13	0	2.148	0.837	87	1.00	13.00	1	2.33	100.00	0.00	11.8176
<b>Promedio</b>	<b>11.08</b>	<b>40.47</b>	<b>48.33</b>	<b>0.13</b>	<b>11.88</b>	<b>11.88</b>	<b>0.00</b>	<b>1.709</b>	<b>0.688</b>	<b>91.25</b>	<b>1.25</b>	<b>8.75</b>	<b>0.50</b>	<b>0.82</b>	<b>25.00</b>	<b>12.50</b>	<b>12.3798</b>

**Anexo 8. Matriz de datos de los indicadores en estudio encontrados con el Marco Puntual Modificado en bofedales**

Comunidad	Composición Florística				Diversidad					Cobertura Basal (%)	Mantillo (%)	Suelo Desnudo (%)	Plantas Invasoras				Tiempo de Evaluación (Min)
	Gramíneas (%)	Graminoides (%)	Herbáceas (%)	Arbustivas (%)	N° Especies	Especies Perennes	Especies Anuales	H'	J'				N° Especies	Porcentaje Total (%)	Perennes (%)	Anuales (%)	
Cordillera Blanca	25.00	0.00	75.00	0.00	10	10	0	0.988	0.429	89.6	3.20	10.40	0	0.00	0.00	0.00	23.5348
	15.61	10.13	74.26	0.00	7	7	0	1.055	0.542	99.6	1.20	0.40	0	0.00	0.00	0.00	23.4344
Santa Ana	10.33	23.94	65.73	0.00	21	20	1	2.406	0.790	92.4	0.00	7.60	0	0.00	0.00	0.00	55.9500
	3.33	59.58	37.08	0.00	11	11	0	1.601	0.668	97.6	0.80	2.40	0	0.00	0.00	0.00	38.3000
	8.33	40.28	51.39	0.00	21	21	0	2.400	0.789	88.4	0.00	11.60	1	0.46	100.00	0.00	29.1834
	10.33	56.34	33.33	0.00	23	23	0	2.372	0.756	90.0	0.00	10.00	1	2.82	100.00	0.00	30.3167
Tomas	15.38	60.51	24.10	0.00	13	13	0	1.841	0.718	78.0	0.00	22.00	0	0.00	0.00	0.00	42.0833
	5.16	29.11	65.73	0.00	15	15	0	2.316	0.855	87.2	1.60	12.80	1	1.41	100.00	0.00	32.3667
<b>Promedio</b>	<b>11.68</b>	<b>34.99</b>	<b>53.33</b>	<b>0.00</b>	<b>15.13</b>	<b>15.00</b>	<b>0.13</b>	<b>1.872</b>	<b>0.693</b>	<b>90.35</b>	<b>0.85</b>	<b>9.65</b>	<b>0.38</b>	<b>0.59</b>	<b>37.50</b>	<b>0.00</b>	<b>34.3962</b>

**Anexo 9. Número de especies por transecta encontradas en pajonales con el Anillo de Parker**

N°	ESPECIES	TRANSECTA																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
1	<i>Alchemilla pinnata</i>	5	7		10			2	18	13	10	19	7	3	2	9	9	1	
2	<i>Carex ecuadorica</i>	9	2				1	4	1	1		10	1	3	9	1		1	
3	<i>Festuca humilior</i>	15	11		3			36	32	1	7	22	13					23	5
4	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	21	13	1	8				1		13	14				5	6	1	
5	<i>Werneria nubigena</i>	2	1	1	3	1	7	5		6							4		3
6	<i>Aciachne pulvinata</i>	1	11	18	2					13	3				4			1	5
7	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	4	4		5				11		11		8			4	1	2	
8	<i>Nassella brachyphylla</i>	2	2	4	6										15	1	4		5
9	<i>Paranephelium uniflorus</i>	3	1	1	1				2	1	1	2							
10	<i>Luzula racemosa</i>	2	4							3	2		4	5				9	
11	<i>Plantago sericea</i>	1				7	4				1				1		5		1
12	<i>Scirpus rigidus</i>	2	3	4		4	3			5	3								
13	<i>Arenaria tetragyna</i>	1									1			2	1	1			
14	<i>Baccharis caespitosa</i>		1							1						7	1		1
15	<i>Carex sp.</i>	3			2		1				2	1							
16	<i>Trifolium amabile</i>								3	1	10			19	6				
17	<i>Arenaria digyna</i>		1							2	2	7							
18	<i>Belloa piptolepis</i>				2											1	2		1
19	<i>Bromus modestus</i>		2										1		2	2			
20	<i>Calamagrostis spicigera</i>		10							13								9	8
21	<i>Geranium sessiliflorum</i>										2	1	2			3			
22	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	2	2		2										1				
23	<i>Agrostis breviculmis</i>				1											3	2		

Continuación...

24	<i>Alchemilla diplophylla</i>																	1						1	12	
25	<i>Anatherostipa hans-meyeri</i>			4	2																					
26	<i>Anatherostipa obtusa</i>																									
27	<i>Astragalus pickeringii</i>																									
28	<i>Belloa kunthiana</i>					2	2																			
29	<i>Calamagrostis macrophylla</i>					19	20	2																		
30	<i>Calamagrostis recta</i>			10	8		2																			
31	<i>Dissanthelium calycinum</i>																									
32	<i>Festuca dolichophylla</i>		1		6																					
33	<i>Gamochaeta americana</i>																									
34	<i>Geranium weddellii</i>	1			2																					
35	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	2			3			8																		
36	<i>Nassella mexicana</i>																									
37	<i>Oreithales integrifolia</i>																									
38	<i>Paranephelius ovatus</i>																									
39	<i>Paspalum pilgerianum</i>				1																					
40	<i>Pennisetum clandestinum</i>																									
41	<i>Plantago tubulosa</i>		1																							
42	<i>Poa spicigera</i>		4																							
43	<i>Antennaria linearifolia</i>					2	3																			
44	<i>Azorella crenata</i>				4																					
45	<i>Belonanthus hispidus</i>																									
46	<i>Bromus lanatus</i>				3																					
47	<i>Calamagrostis heterophylla</i>		1		1																					
48	<i>Calamagrostis sclerantha</i>	5																								
49	<i>Eleocharis albibracteata</i>	2																								

Continuación...

50	<i>Festuca peruviana</i>			4								15							
51	<i>Festuca subulifolia</i>														8	11			
52	<i>Geranium sp.</i>	2				1													
53	<i>Jarava pungens</i>												9	7					
54	<i>Margyricarpus pinnatus</i>							1											2
55	<i>Oenothera multicaulis</i>				1											1			
56	<i>Oxalis oreocharis</i>												4	1					
57	<i>Paronychia andina</i>												1						1
58	<i>Plantago rigida</i>						5		6										
59	<i>Arenaria crassipes</i>																		1
60	<i>Astragalus uniflorus</i>					1													
61	<i>Azorella compacta</i>															2			
62	<i>Baccharis alpina</i>					1													
63	<i>Calandrinia acaulis</i>												3						
64	<i>Carex boliviensis</i>																		6
65	<i>Carex mandoniana</i>																		2
66	<i>Castilleja nubigena</i>					1													
67	<i>Cerastium danguyi</i>																		1
68	<i>Cerastium glomeratum</i>																		1
69	<i>Cerastium triviale</i>						1												
70	<i>Poa rahuui</i>			3															
71	<i>Distichia muscoides</i>												3						
72	<i>Festuca rigescens</i>																		15
73	<i>Gentianella vaginalis</i>									1									
74	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>														3				
75	<i>Juncus sp.</i>					3													

**Continuación...**

76	<i>Lepechinia meyenii</i>	1																	
77	<i>Lilaeopsis andina</i>						1												
78	<i>Lupinus microphyllus</i>															1			
79	<i>Opuntia flocosa</i>																		1
80	<i>Oreomyrrhis andicola</i>		1																
81	<i>Perezia pygmaea</i>																		1
82	<i>Piptochaetium indutum</i>											21							
83	<i>Plagiobotrys humilis</i>												1						
84	<i>Plagiocheilus soliviformis</i>						8												
85	<i>Poa annua</i>												1						
86	<i>Poa candamoana</i>															1			
87	<i>Poa perligulata</i>																	11	
88	<i>Poa sp.</i>													2					
89	<i>Pycnophyllum sp.</i>														1				
90	<i>Ranunculus peruvianus</i>		1																
91	<i>Senecio sp.</i>		2																
92	<i>Sisyrinchium junceum</i>	1																	
93	<i>Stipa ichu - Jarava ichu</i>											8							
94	<i>Solanum acaule</i>												1						
95	<i>Trisetum spicatum</i>				1														
96	<i>Werneria pygmaea</i>		1																
97	<i>Xyris subulata</i>						18												
98	<i>Zameioscirpus muticus</i>												2						
	<b>Subtotal</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>50</b>	<b>77</b>	<b>35</b>	<b>51</b>	<b>83</b>	<b>94</b>	<b>91</b>	<b>95</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>62</b>	<b>54</b>	<b>82</b>	<b>59</b>



**Anexo 10. Número de especies por transecta encontradas en pajonales con el Marco Puntual Modificado**

N°	ESPECIES	TRANSECTA																	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18
1	<i>Alchemilla pinnata</i>	8	7		9			5	23	24	21	52	11	8	1	35	26	4	
2	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	12	12	4	5	2		3	42	4	29		21			11	1	10	2
3	<i>Aciachne pulvinata</i>	1	15	38	6			1		26	10		2		6		1	1	12
4	<i>Calamagrostis vicunarum</i>	22	48	8	11				8	2	4	34			1	8	18	5	
5	<i>Festuca humilior</i>	41	36	1	3			84	80	2	5	84	28					43	21
6	<i>Werneria nubigena</i>	12	2	2	1	3	13	5	1	9							8		7
7	<i>Arenaria digyna</i>	2			1		3			9	7	11	4		1			1	1
8	<i>Luzula racemosa</i>	14	21		4					37	24		16	11				21	4
9	<i>Nassella brachyphylla</i>	11	5	3	14									6	28	8	18		8
10	<i>Paranephelium uniflorus</i>	16	4	4	7	1			3		2	11	3						
11	<i>Plantago sericea</i>	2	1		1	15	4							1	5		9		12
12	<i>Scirpus rigidus</i>	4	5	6		8	10	1	2	6	4								
13	<i>Carex ecuadorica</i>	3	2		1		1	11	6					1	18				
14	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	4	5		1	3	2	11									1		
15	<i>Agrostis breviculmis</i>		1		1					1	11					2	1		
16	<i>Belloa kunthiana</i>		2			5	1			2						1	1		
17	<i>Bromus modestus</i>	1	2										8			6	5		1
18	<i>Geranium sessiliflorum</i>	1								2	4	3	3			4			
19	<i>Paspalum pilgerianum</i>	1	3		4					1				10	9				
20	<i>Trifolium amabile</i>		1						3	3	13			54	16				
21	<i>Arenaria tetragyna</i>									2	2		2	4		1			
22	<i>Azorella crenata</i>	1			12		1							2		10			
23	<i>Baccharis caespitosa</i>		1		1					3						8	4		

*Continuación...*

24	<i>Calamagrostis spicigera</i>		7		5				8								22	15
25	<i>Carex sp.</i>	3	1				1				13						1	
26	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	9	3	6	5								3					
27	<i>Alchemilla diplophylla</i>									1		3					1	23
28	<i>Anatherostipa hans-meyeri</i>		1	5	2			42										
29	<i>Anatherostipa obtusa</i>								15			16	20	1				
30	<i>Belloa piptolepis</i>				1										1	4		6
31	<i>Geranium weddellii</i>	1			1										14	2		
32	<i>Oreithales integrifolia</i>				1				2	1								2
33	<i>Paranephelium ovatus</i>					1	1		1			6						
34	<i>Plagiocheilus soliviformis</i>		1					5	14			2						
35	<i>Poa spicigera</i>		2		1					4	4							
36	<i>Astragalus pickeringii</i>														6	6		5
37	<i>Bromus lanatus</i>										3	2	12					
38	<i>Calamagrostis heterophylla</i>	8	9		12										3			
39	<i>Calamagrostis macrophylla</i>					44	72	11										
40	<i>Calamagrostis recta</i>			31	37		8											
41	<i>Cerastium triviale</i>						2	1	1									
42	<i>Poa calycina</i>														1	5		3
43	<i>Festuca dolichophylla</i>				22					20								2
44	<i>Juncus sp.</i>						9	1	1									
45	<i>Nassella mexicana</i>									12	42		2					
46	<i>Oxalis oreocharis</i>	2											3	8				
47	<i>Antennaria linearifolia</i>					6	2											
48	<i>Cerastium behmianum</i>															1		2
49	<i>Festuca peruviana</i>			7								24						

*Continuación...*

50	<i>Festuca rigescens</i>																28	1
51	<i>Festuca subulifolia</i>														24	16		
52	<i>Jarava pungens</i>											12	39					
53	<i>Lilaeopsis andina</i>		1					1										
54	<i>Lobelia oligophylla</i>							3				1						
55	<i>Lupinus microphyllus</i>					1											3	
56	<i>Oenothera multicaulis</i>				1										2			
57	<i>Oreomyrrhis andicola</i>				1													1
58	<i>Pennisetum clandestinum</i>							7		1								
59	<i>Piptochaetium indutum</i>									39	45							
60	<i>Plantago australis</i>	3	1															
61	<i>Plantago rigida</i>						6		20									
62	<i>Plantago tubulosa</i>	1										1						
63	<i>Poa perligulata</i>				2													20
64	<i>Poa sp.</i>												1	1				
65	<i>Senecio sp.</i>		1										1					
66	<i>Werneria pygmaea</i>						1					5						
67	<i>Xyris subulata</i>						64	1										
68	<i>Agrostis tolucensis</i>		2															
69	<i>Alchemilla erodifolia</i>								2									
70	<i>Arenaria crassipes</i>																	1
71	<i>Astragalus garbancillo</i>									5								
72	<i>Astragalus uniflorus</i>					4												
73	<i>Azorella compacta</i>														3			
74	<i>Bartsia diffusa</i>					1												
75	<i>Belonanthus hispidus</i>																	1

**Continuación...**

76	<i>Bromus pitensis</i>									1								
77	<i>Calamagrostis brevifolia</i>				1													
78	<i>Calamagrostis rigida</i>		2															
79	<i>Calamagrostis sclerantha</i>	15																
80	<i>Calandrinia acaulis</i>												2					
81	<i>Carex boliviensis</i>																	15
82	<i>Carex mandoniana</i>																	20
83	<i>Carex praegracilis</i>												3					
84	<i>Castilleja nubigena</i>					5												
85	<i>Cerastium glomeratum</i>				1													
86	<i>Cyperus seslerioides</i>	2																
87	<i>Poa rahuii</i>			7														
88	<i>Distichia muscoides</i>												7					
89	<i>Draba argentifolia</i>														1			
90	<i>Eleocharis albibracteata</i>																	2
91	<i>Gamochaeta americana</i>													1				
92	<i>Gnaphalium badium</i>													1				
93	<i>Gentiana sedifolia</i>																	1
94	<i>Gentianella limoselloides</i>				1													
95	<i>Geranium jaekelae</i>		1															
96	<i>Geranium sp.</i>	4																
97	<i>Hypochaeris sessiliflora</i>															3		
98	<i>Juncus ebracteatus</i>	1																
99	<i>Leucheria daucifolia</i>													1				
100	<i>Margyricarpus pinnatus</i>																	4
101	<i>Nototriche acaulis</i>														2			

*Continuación...*

102	<i>Opuntia flocosa</i>																		7
103	<i>Paronychia andina</i>																		1
104	<i>Perezia pygmaea</i>																		1
105	<i>Plagiobotrys humilis</i>												1						
106	<i>Poa candamoana</i>																	1	
107	<i>Poa glaberrima</i>				1														
108	<i>Pycnophyllum sp.</i>															1			
109	<i>Ranunculus praemorsus</i>				3														
110	<i>Rumex acetosella</i>								1										
111	<i>Senecio repens</i>																		1
112	<i>Stipa ichu - Jarava ichu</i>											28							
113	<i>Solanum acaule</i>												3						
114	<i>Taraxacum officinale</i>										2								
115	<i>Urtica flabellata</i>												1						
116	<i>Werneria caespitosa</i>						4												
117	<i>Werneria pectinata</i>																		2
118	<i>Zameioscirpus muticus</i>												2						
	<b>Subtotal</b>	<b>205</b>	<b>205</b>	<b>122</b>	<b>180</b>	<b>88</b>	<b>141</b>	<b>215</b>	<b>239</b>	<b>217</b>	<b>234</b>	<b>234</b>	<b>228</b>	<b>146</b>	<b>140</b>	<b>153</b>	<b>130</b>	<b>200</b>	<b>142</b>

**Anexo 11. Número de especies por transecta encontradas en Césped de Puna con el Anillo de Parker**

N°	ESPECIES	TRANSECTAS																			
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
1	<i>Alchemilla pinnata</i>			3		1	1	1	7	12	7	7	14	11	16	5	8	10	7		6
2	<i>Calamagrostis vicunarum</i>		5	5	4				9	18	18	5	9	11	9	17	12	17	17	10	2
3	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>		2	1			1		3	8	6	5		2	2	1	6			6	2
4	<i>Aciachne pulvinata</i>								6	12	4	7	2	12	2	12	1	1	6		4
5	<i>Festuca humilior</i>	1	2		2												4	7		1	
6	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	1		2		1	1						1	1			2	2	4	1	
7	<i>Nassella brachyphylla</i>	24	18	29	28				10					1			1	2	3	7	
8	<i>Werneria nubigena</i>			4		1	1	3	19	3	4	3							1		3
9	<i>Arenaria digyna</i>							1		2		1	2	5			1	2			2
10	<i>Belloa kunthiana</i>					2		4		2	2	2			2	2	2				
11	<i>Plantago sericea</i>		1	1	1	4		4		1		3							2		
12	<i>Scirpus rigidus</i>						1	4	2		3	9						9	6	20	
13	<i>Calamagrostis macrophylla</i>	7	4	6	4	33	33	12													
14	<i>Calamagrostis spicigera</i>										1		5		1	5	8	3			19
15	<i>Festuca rigescens</i>													4	3	12	34	5	4	6	
16	<i>Carex ecuadorica</i>			2			1				1	1						1		2	
17	<i>Carex sp.</i>						1			2	2					3	2			1	
18	<i>Geranium sessiliflorum</i>			2						1	4	3		3							1
19	<i>Luzula racemosa</i>									3				5		1		2	3	1	
20	<i>Poa gymnantha</i>												7	3	4	1	6	3			
21	<i>Werneria caespitosa</i>									3	2						1	6	2	1	
22	<i>Agrostis breviculmis</i>										3	2					1			2	5
23	<i>Azorella compacta</i>												12	1	3		2		1		

**Continuación...**

24	<i>Baccharis caespitosa</i>			3	1				8	2										1
25	<i>Eleocharis albibracteata</i>						2	7		1	1		1							
26	<i>Geranium weddellii</i>			1	3							2				3			3	
27	<i>Nassella mexicana</i>				2					5	11	9								7
28	<i>Paranephelium ovatus</i>			3	1			2			1	3								
29	<i>Piptochaetium indutum</i>	20	11	5	19							11								
30	<i>Werneria pygmaea</i>										2	1	15		12			1		
31	<i>Baccharis alpina</i>	1	2	2															1	
32	<i>Festuca inarticulata</i>									3	15	12								8
33	<i>Lobelia oligophylla</i>								1		1	1				4				
34	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	11	17	12	15															
35	<i>Plantago tubulosa</i>											2		7			1			1
36	<i>Poa perligulata</i>								1					6	6	1				
37	<i>Aciachne acicularis</i>												7					1	13	
38	<i>Alchemilla diplophylla</i>												3			5				2
39	<i>Belloa piptolepis</i>		1											1	1					
40	<i>Calamagrostis heterophylla</i>													1	2					2
41	<i>Castilleja nubigena</i>					3	1					1								
42	<i>Paspalum pilgerianum</i>		4	1					6											
43	<i>Plantago rigida</i>									8						1				10
44	<i>Pycnophyllum sp.</i>							1	2										1	
45	<i>Pycnophyllum molle</i>								1	1						2				
46	<i>Antennaria linearifolia</i>					3		7												
47	<i>Arenaria sp.</i>		1													1				
48	<i>Astragalus pickeringii</i>												1							1
49	<i>Bromus lanatus</i>										1									2

**Continuación...**

Nº	ESPECIES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
50	<i>Calamagrostis minima</i>														1			1			
51	<i>Calamagrostis rigescens</i>													1			2				
52	<i>Calamagrostis sclerantha</i>	7																		1	
53	<i>Cerastium behmianum</i>														1					1	
54	<i>Hypochaeris meyeniana</i>			1	1																
55	<i>Lilaeopsis andina</i>												1					1			
56	<i>Muhlenbergia ligularis</i>												1	1							
57	<i>Nototriche acaulis</i>												1	1							
58	<i>Oreomyrrhis andicola</i>			1												3					
59	<i>Oxalis oreocharis</i>	1		1																	
60	<i>Paronychia andina</i>																	1		1	
61	<i>Perezia pygmaea</i>																	1		2	
62	<i>Trifolium amabile</i>								4		1										
63	<i>Werneria pectinata</i>																	1		4	
64	<i>Alchemilla erodifolia</i>																			3	
65	<i>Anatherostipa obtusa</i>									1											
66	<i>Arenaria crassipes</i>								1												
67	<i>Arenaria tetragyna</i>															3					
68	<i>Astragalus uniflorus</i>						1														
69	<i>Azorella crenata</i>																			2	
70	<i>Azorella diapensioides</i>												4								
71	<i>Bartsia diffusa</i>						1														
72	<i>Bromus modestus</i>																			1	
73	<i>Cerastium danguyi</i>																		2		
74	<i>Cerastium triviale</i>								1												



**Continuación...**

75	<i>Distichia muscoides</i>																				2
76	<i>Poa calycina</i>																				2
77	<i>Dissanthelium macusaniense</i>														4						
78	<i>Festuca peruviana</i>																		1		
79	<i>Geranium tovarii</i>																	1			
80	<i>Juncus ebracteatus</i>											2									
81	<i>Lepechinia meyenii</i>		6																		
82	<i>Lupinus microphyllus</i>																		1		
83	<i>Oreithales integrifolia</i>																		4		
84	<i>Paranephelium uniflorus</i>					1															
85	<i>Paranephelium sp.</i>															1					
86	<i>Poa aequigluma</i>															5					
87	<i>Ranunculus peruvianus</i>		1																		
88	<i>Stipa ichu - Jarava ichu</i>									1											
89	<i>Zameioscirpus muticus</i>										1										
	<b>Subtotal</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>85</b>	<b>81</b>	<b>49</b>	<b>45</b>	<b>46</b>	<b>81</b>	<b>89</b>	<b>91</b>	<b>88</b>	<b>92</b>	<b>71</b>	<b>73</b>	<b>88</b>	<b>95</b>	<b>82</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>77</b>

**Anexo 12. Número de especies por transecta encontradas en Césped de Puna con el Marco Puntual Modificado**

N°	ESPECIES	TRANSECTAS																				
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	
1	<i>Calamagrostis vicunarum</i>		6	4	10				26	33	22	15		14	25	26	36	25	19	33	20	
2	<i>Alchemilla pinnata</i>			9		1			11	18	22	21	12	38	34	31	9	19	28	29		
3	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>		4	5					15	27	9	17	13		7			20	1	3	6	
4	<i>Aciachne pulvinata</i>								15	29	23	11	13		41	3	17	1	7	17	3	
5	<i>Arenaria digyna</i>					5	2	4			2	1	4	6	15	7	2	2	2			
6	<i>Festuca humilior</i>	2	9	1	1					9	30	36	25					1	15		3	
7	<i>Plantago sericea</i>		1	1	3	8		8		2	1	9							3	8	1	
8	<i>Scirpus rigidus</i>					4	1	5	2	2	14	15			1					11	11	33
9	<i>Werneria nubigena</i>			9	3	4	1	6	25	14	14	15	14							3		
10	<i>Muhlenbergia fastigiata</i>	6	1	2	1	4	6	3										2	2	2		
11	<i>Luzula racemosa</i>									10	1	1	2	1	1	4	3			11	5	
12	<i>Nassella brachyphylla</i>	65	39	28	48		1		18						1				10	8	22	
13	<i>Belloa kunthiana</i>			1	1	4	1	14				2				1	4	2	2			
14	<i>Agrostis breviculmis</i>									2	7		3				1	1	3	2	6	
15	<i>Azorella compacta</i>											1		22	4	3		4	1	4	2	
16	<i>Baccharis caespitosa</i>			10	3				26	9	1	3	1								3	
17	<i>Calamagrostis spicigera</i>									2	1		6	18		2	16	18	5			
18	<i>Carex ecuadorica</i>		2	2			1				5		1					1	1		6	
19	<i>Festuca rigescens</i>										8				13	4	37	66	26	5	12	
20	<i>Geranium weddellii</i>			2	1					1	2		1				5		3	17		
21	<i>Plantago tubulosa</i>										2	14	11	2	3	21	5	4				
22	<i>Poa gymnantha</i>													13	3	16	2	18	13	2	6	
23	<i>Werneria pygmaea</i>										8	1		33	1	24	1	4			6	

**Continuación...**

24	<i>Calamagrostis macrophylla</i>	11	10	13	5	65	78	28												
25	<i>Geranium sessiliflorum</i>		1	3					1	10	6			4	1					
26	<i>Oxalis oreocharis</i>	2	7	3		1											1			1
27	<i>Plagiocheilus soliviformis</i>					2	2				1	3			1		1			
28	<i>Werneria caespitosa</i>			1					5								1	13	3	6
29	<i>Arenaria crassipes</i>		1						4								3	3	2	
30	<i>Carex sp.</i>					1				8	6					4	1			
31	<i>Castilleja nubigena</i>					1	1			1	1				2					
32	<i>Paranephelium ovatus</i>			6			1	1		2	8									
33	<i>Paspalum pilgerianum</i>	1	5	7	1				17											
34	<i>Piptochaetium indutum</i>	33	7	47	46						14									
35	<i>Pycnophyllum sp.</i>					2	3	1	1											4
36	<i>Aciachne acicularis</i>								2				23					1	2	
37	<i>Alchemilla diplophylla</i>										5	13		1	5					
38	<i>Belloa piptolepis</i>			1					1					1				2		
39	<i>Calamagrostis sclerantha</i>	5	2		2															2
40	<i>Cerastium danguyi</i>																1	4	5	3
41	<i>Eleocharis albibracteata</i>								1			2		2				1		
42	<i>Muhlenbergia peruviana</i>	30	39	20	38															
43	<i>Nassella mexicana</i>								23	25	17	36								
44	<i>Trifolium amabile</i>		3				1		12			1								
45	<i>Werneria pectinata</i>								2							3		2	1	
46	<i>Alchemilla erodifolia</i>									1	1									11
47	<i>Antennaria linearifolia</i>					2	2	17												
48	<i>Astragalus garbancillo</i>						2	1				2								
49	<i>Azorella crenata</i>		3	5																5

**Continuación...**

50	<i>Distichia muscoides</i>										1	1			3				
51	<i>Poa calycina</i>																1	2	2
52	<i>Lobelia oligophylla</i>						5								8	3			
53	<i>Nototriche acaulis</i>											6	2					1	
54	<i>Oreithales integrifolia</i>	1		1													5		
55	<i>Oreomyrrhis andicola</i>			1									1		4				
56	<i>Poa perligulata</i>												3	9	1				
57	<i>Pycnophyllum molle</i>						6	1							2				
58	<i>Astragalus sp.</i>											1			1				
59	<i>Baccharis alpina</i>		1	8															
60	<i>Calamagrostis minima</i>												2	3					
61	<i>Cerastium glomeratum</i>						2										1		
62	<i>Cerastium triviale</i>					1			10										
63	<i>Poa macusaniense</i>															5			2
64	<i>Hypochaeris meyeniana</i>		1	1															
65	<i>Juncus sp.</i>					2	21												
66	<i>Muhlenbergia ligularis</i>												3	1					
67	<i>Paranephelium uniflorus</i>					1	2												
68	<i>Paronychia andina</i>		1															3	
69	<i>Plantago rigida</i>							17				37							
70	<i>Stipa ichu - Jarava ichu</i>							9		1									
71	<i>Zameioscirpus muticus</i>									3	1								
72	<i>Arenaria tetragyna</i>															9			
73	<i>Arenaria sp.</i>																		1
74	<i>Astragalus pickeringii</i>																		
75	<i>Azorella diapensioides</i>												5						

**Continuación...**

76	<i>Bartsia diffusa</i>						1															
77	<i>Belonanthus hispidus</i>																					1
78	<i>Bidens andicola</i>		2																			
79	<i>Bromus lanatus</i>									3												
80	<i>Bromus modestus</i>																					5
81	<i>Calamagrostis heterophylla</i>														2							
82	<i>Cerastium behmianum</i>												1									
83	<i>Ephedra americana</i>		1																			
84	<i>Festuca peruviana</i>														1							
85	<i>Galium corymbosum</i>		1																			
86	<i>Gamochaeta americana</i>	1																				
87	<i>Gentiana sedifolia</i>																					1
88	<i>Gentianella roseolilacina</i>																					1
89	<i>Gnaphalium badium</i>															1						
90	<i>Hordeum muticum</i>																					1
91	<i>Juncus ebracteatus</i>														1							
92	<i>Lepechinia meyenii</i>		12																			
93	<i>Lupinus microphyllus</i>												1									
94	<i>Muehlenbeckia volcanica</i>		2																			
95	<i>Oenothera multicaulis</i>	1																				
96	<i>Perezia multiflora</i>														1							
97	<i>Perezia pygmaea</i>																					1
98	<i>Phylloscirpus deserticola</i>										2											
99	<i>Poa aequigluma</i>																					18
100	<i>Rumex acetosella</i>						1															
	<b>Subtotal</b>	<b>158</b>	<b>161</b>	<b>191</b>	<b>163</b>	<b>105</b>	<b>112</b>	<b>109</b>	<b>196</b>	<b>216</b>	<b>225</b>	<b>221</b>	<b>192</b>	<b>204</b>	<b>166</b>	<b>163</b>	<b>201</b>	<b>199</b>	<b>188</b>	<b>178</b>	<b>175</b>	

**Anexo 13. Número de especies por transecta encontradas en Bofedal con el Anillo de Parker**

N°	ESPECIES	TRANSECTAS							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	<i>Alchemilla diplophylla</i>	2		18	12	5	3	4	10
2	<i>Calamagrostis rigescens</i>			6	7	2	8	1	6
3	<i>Distichia muscoides</i>			13	52	13	30	55	2
4	<i>Phylloscirpus deserticola</i>			10	3	21	15	3	16
5	<i>Plagiocheilus soliviformis</i>	1	1		4		3	2	1
6	<i>Werneria pygmaea</i>			16	4	13	5	3	20
7	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	1	2	2		6		1	
8	<i>Alchemilla pinnata</i>			2		6	3		2
9	<i>Eleocharis albibracteata</i>			2	1	5			10
10	<i>Plantago tubulosa</i>			14		1	8		12
11	<i>Carex ecuadorica</i>	1				1	2		
12	<i>Lobelia oligophylla</i>				7	2			3
13	<i>Zameioscirpus muticus</i>				4		5	1	
14	<i>Aciachne pulvinata</i>						2		2
15	<i>Azorella compacta</i>			1			1		
16	<i>Calamagrostis spicigera</i>			1			1		
17	<i>Festuca humilior</i>	15	9						
18	<i>Festuca rigescens</i>						3	1	
19	<i>Poa aequigluma</i>				1	1			
20	<i>Poa gymnantha</i>			2		1			
21	<i>Xyris subulata</i>	58	69						
22	<i>Astragalus garbancillo</i>						1		
23	<i>Belloa kunthiana</i>						2		
24	<i>Calamagrostis chrysantha</i>							8	
25	<i>Carex sp.</i>					2			
26	<i>Cuatrecasasiella isernii</i>					1			
27	<i>Geranium weddellii</i>						1		
28	<i>Isoetes andicola</i>								1
29	<i>Juncus articus</i>		11						
30	<i>Juncus ebracteatus</i>			8					
31	<i>Juncus stipulatus</i>					2			
32	<i>Nototriche acaulis</i>						1		
33	<i>Oritrophium limnophilum</i>					5			
34	<i>Paranephelium ovatus</i>	3							
35	<i>Poa anae</i>								1
36	<i>Werneria nubigena</i>		1						
	<b>Subtotal</b>	<b>81</b>	<b>93</b>	<b>95</b>	<b>95</b>	<b>87</b>	<b>94</b>	<b>79</b>	<b>86</b>

**Anexo 14. Número de especies por transecta encontradas en Bofedal con el Marco Puntual Modificado**

Nº	ESPECIES	TRANSECTAS							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	<i>Lobelia oligophylla</i>	4	2	6	28	3	1	6	13
2	<i>Alchemilla diplophylla</i>			58	22	11	19	11	11
3	<i>Hypochaeris taraxacoides</i>	2	10	27	1	20			5
4	<i>Werneria pygmaea</i>		1	22	22	34	13	12	34
5	<i>Calamagrostis rigescens</i>			13	8	13	6	1	5
6	<i>Distichia muscoides</i>			10	128	25	66	87	11
7	<i>Phylloscirpus deserticola</i>			24	1	47	36	14	26
8	<i>Plagiocheilus soliviformis</i>	3		3	7		8	16	14
9	<i>Alchemilla pinnata</i>			5	4	26	5		6
10	<i>Plantago tubulosa</i>			14	5	7	14		51
11	<i>Eleocharis albibracteata</i>			2		11	3		24
12	<i>Zameioscirpus muticus</i>				14		11	15	1
13	<i>Aciachne pulvinata</i>					1	6		3
14	<i>Calamagrostis spicigera</i>			3		1		2	
15	<i>Carex ecuadorica</i>			2		1	2		
16	<i>Carex sp.</i>			1		2	1		
17	<i>Cuatrecasasiella isernii</i>					1	3	1	
18	<i>Oritrophium limnophilum</i>					5	2	1	
19	<i>Poa gymnantha</i>			5		2	1		
20	<i>Calamagrostis vicunarum</i>			1		1			
21	<i>Festuca humilior</i>	51	37						
22	<i>Festuca rigescens</i>	1					9		
23	<i>Juncus ebracteatus</i>			12				2	
24	<i>Nototriche acaulis</i>					2	3		
25	<i>Xyris subulata</i>	139	159						
26	<i>Arenaria crassipes</i>					2			
27	<i>Arenaria digyna</i>		4						
28	<i>Azorella compacta</i>			1					
29	<i>Azorella crenata</i>	1							
30	<i>Belloa piptolepis</i>						1		
31	<i>Calamagrostis chrysantha</i>							27	
32	<i>Castilleja nubigena</i>			2					
33	<i>Cerastium behmianum</i>						1		
34	<i>Cerastium triviale</i>	1							
35	<i>Geranium weddellii</i>						1		
36	<i>Isoetes andicola</i>								6
37	<i>Juncus articus</i>		24						
38	<i>Juncus stipulatus</i>					1			
39	<i>Lilaeopsis andina</i>	1							

*Continuación...*

40	<i>Luzula racemosa</i>						1		
41	<i>Paranephelius ovatus</i>	5							
42	<i>Poa anae</i>								3
43	<i>Veronica arvensis</i>			1					
<b>Subtotal</b>		<b>208</b>	<b>237</b>	<b>212</b>	<b>240</b>	<b>216</b>	<b>213</b>	<b>195</b>	<b>213</b>

**Anexo 15. Cálculo del Costo-Eficiencia con el Anillo de Parker y el Marco Puntual  
Modificado en Pajonal**

Transecta	Parker			MPM		
	Tiempo (Min)	Nº Especies	Especies/Min	Tiempo (Min)	Nº Especies	Especies/Min
<b>T1</b>	13.567	87	6.41	32.967	205	6.22
<b>T2</b>	14.300	87	6.08	33.300	205	6.16
<b>T3</b>	9.251	50	5.40	20.168	122	6.05
<b>T4</b>	14.650	77	5.26	35.017	180	5.14
<b>T5</b>	10.652	35	3.29	22.202	88	3.96
<b>T6</b>	15.218	51	3.35	25.817	141	5.46
<b>T7</b>	14.102	83	5.89	24.201	215	8.88
<b>T8</b>	16.000	94	5.87	25.934	239	9.22
<b>T9</b>	15.484	91	5.88	33.317	217	6.51
<b>T10</b>	15.601	95	6.09	30.000	234	7.80
<b>T11</b>	12.617	91	7.21	23.401	234	10.00
<b>T12</b>	17.168	89	5.18	28.835	228	7.91
<b>T13</b>	11.667	56	4.80	33.000	146	4.42
<b>T14</b>	11.800	56	4.75	25.651	140	5.46
<b>T15</b>	12.967	63	4.86	40.300	153	3.80
<b>T16</b>	11.468	54	4.71	31.217	130	4.16
<b>T17</b>	13.218	82	6.20	33.333	200	6.00
<b>T18</b>	10.100	59	5.84	23.384	142	6.07
<b>Promedio</b>	<b>13.324</b>	<b>72.22</b>	<b>5.39</b>	<b>29.002</b>	<b>178.83</b>	<b>6.29</b>



**Anexo 16. Cálculo del Costo-Eficiencia con el Anillo de Parker y el Marco Puntual  
Modificado en Césped de Puna**

Transecta	Parker			MPM		
	Tiempo (Min)	Nº Especies	Especies/Min	Tiempo (Min)	Nº Especies	Especies/Min
T1	10.584	73	6.90	23.301	158	6.78
T2	10.550	75	7.11	24.718	161	6.51
T3	15.101	85	5.63	30.500	191	6.26
T4	10.185	81	7.95	24.317	163	6.70
T5	10.968	49	4.47	21.484	105	4.89
T6	12.018	45	3.74	20.168	112	5.55
T7	9.867	46	4.66	20.984	109	5.19
T8	11.284	81	7.18	28.318	196	6.92
T9	14.934	89	5.96	31.083	216	6.95
T10	12.951	91	7.03	25.018	225	8.99
T11	13.967	88	6.30	27.083	221	8.16
T12	13.235	77	5.82	28.418	192	6.76
T13	17.134	93	5.43	41.317	204	4.94
T14	12.051	71	5.89	35.100	166	4.73
T15	11.118	73	6.57	27.467	163	5.93
T16	12.183	88	7.22	26.450	201	7.60
T17	13.751	95	6.91	36.917	199	5.39
T18	12.601	82	6.51	31.117	188	6.04
T19	9.034	77	8.52	23.584	178	7.55
T20	12.550	78	6.22	36.883	175	4.74
<b>Promedio</b>	<b>12.303</b>	<b>76.85</b>	<b>6.30</b>	<b>28.211</b>	<b>176.15</b>	<b>6.33</b>

**Anexo 17. Cálculo del Costo-Eficiencia con el Anillo de Parker y el Marco Puntual  
Modificado en Bofedal**

Transecta	Parker			MPM		
	Tiempo (Min)	Nº Especies	Especies/Min	Tiempo (Min)	Nº Especies	Especies/Min
T1	10.151	81	7.98	23.535	208	8.84
T2	10.951	93	8.49	23.434	237	10.11
T3	12.718	96	7.55	55.950	213	3.81
T4	13.250	95	7.17	38.300	240	6.27
T5	12.017	87	7.24	29.183	216	7.40
T6	12.750	94	7.37	30.317	213	7.03
T7	15.384	79	5.14	42.083	195	4.63
T8	11.818	86	7.28	32.367	213	6.58
<b>Promedio</b>	<b>12.380</b>	<b>88.88</b>	<b>7.28</b>	<b>34.396</b>	<b>216.88</b>	<b>6.83</b>