FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

EFECTO DEL PASTOREO BOVINO SOBRE LA VEGETACIÓN Y EL SUELO DEL BOSQUE BOLIVIANO TUCUMANO DEL PN-ANMI SERRANÍA DEL IÑAO

Edwin PORTAL RIVERA

Trabajo de Tesis para ser presentado como requisito parcial para optar al Título de MAGISTER EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN REGIONES SEMIÁRIDAS

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Santa Rosa, La Pampa, Argentina, 20 de diciembre de 2018.

FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

EFECTO DEL PASTOREO BOVINO SOBRE LA VEGETACION Y EL SUELO DEL BOSQUE BOLIVIANO TUCUMANO DEL PN-ANMI SERRANÍA DEL IÑAO

Edwin PORTAL RIVERA

Director de Tesis: Dr. Héctor Daniel ESTELRICH

Integrantes del Comité de tesis

Dr. Jaime N. BERNARDOS Ing.Agr. Francisco BABINEC MSc. Edgardo ADEMA

FACULTAD DE AGRONOMÍA
Universidad Nacional de La Pampa

EFECTO DEL PASTOREO BOVINO SOBRE LA VEGETACION Y EL SUELO DEL BOSQUE BOLIVIANO TUCUMANO DEL PN-ANMI SERRANÍA DEL IÑAO

Edwin PORTAL RIVERA

Aprobado por:

…….
Dr. Jaime Nicolás BERNARDOS

…….
Ing. Agr. Francisco BABINEC

…….
MSc. Edgardo ADEMA

TESIS ELABORADA CON EL APOYO DE:

DEDICATORIA

A Dios por esta bendición.

A C. Daniela, N. Fernanda y M. Alejandro.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación fue realizada gracias a la subvención del Proyecto Agroecología: Alivio de la Pobreza en Bolivia BEISA 3, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Mayor y Real de San Francisco Xavier de Chuquisaca, cofinanciado por la universidad de Aarhus –DINAMARCA. Muchas gracias por el subsidio y sobre todo por mi formación y conclusión de la maestria.

A Martha SERRANO P., Coordinadora del Proyecto BEISA 3, Manuel JIMÉNEZ H., responsable de Agroforestería, por el apoyo incondicional para la conclusión de la maestría.

Al Director de la Tesis H. Daniel ESTELRICH, por la enseñanza y su valiosa contribución en la conclusión de la maestría.

Al personal docente, no docente y administrativo de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, por su hospitalidad y predisposición para con nosotros.

A la comisión de seguimiento Ing. Agr. Francisco BABINEC, M.Sc. Edgardo ADEMA y Dr. Nicolás Jaime BERNARDOS, por sus contribuciones en la presente investigación.

A su gente de la Comunidad de Iripiti; Delia Vargas, familia Emiliano Vargas e Hilda Pérez.

A su gente de la Ciudad de Santa Rosa, La Pampa, fue una experiencia muy linda.

A mis compañeros (as) gracias por el ánimo y las experiencia aprendida.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN **10**

ABSTRACT **12**

CAPÍTULO 1 **18**

1.1 INTRODUCCIÓN **18**

1.1.1 Preguntas de investigación 20

1.1.2 Hipótesis 20

1.1.3 Objetivo general 20

1.1.4 Objetivos específicos 21

1.2 Antecedentes **22**

CAPITULO 2 **30**

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS **30**

2.1.1 Área de estudio 30

2.1.2 Selección de las áreas de muestreo 38

2.1.3 Diseño de muestreo 39

2.1.4 Establecimiento de parcelas y recolección de datos 40

2.1.5 Colección e identificación de muestras de herbario 41

2.1.6 Muestreo del suelo 41

2.1.7 Análisis de laboratorio 41

2.1.8 Análisis estadístico 43

CAPITULO 3 **45**

3.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN **45**

3.1.1 Propiedades edáficas en sitios con distinta presión de pastoreo 45

3.1.1.1. Textura 47

3.1.1.2. Densidad aparente 48

3.1.1.3. Materia orgánica 49

3.2 Caracterización botánica en sitios con distinta presión de pastoreo **52**

3.2.1 Proporción de taxones por sitio 52

3.2.2 Composición específica 54

3.2.3 Distribución de las especies 59

3.3 ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD VEGETAL 63

3.3.1 Importancia relativa de los estratos en sitios con distinta presión de pastoreo 63

3.3.2 Riqueza florística 65

3.3.3 Diversidad Ecológica 65

3.3.4 Análisis y síntesis de la comunidad en cada sitio 67

3.4 VALOR FORRAJERO DE LAS ESPECIES 73

3.4.1 Clasificación de las especies según la preferencia del ganado vacuno 73

3.4.2 Proporción de especies con diferente valor forrajero en los distintos estratos y en sitios con diferente presión de pastoreo 76

3.4.3 Distribución de las especies según el gradiente de pastoreo y la sensibilidad a la herbivoría, 79

3.4.4 Clasificación de las especies según su respuesta al pastoreo: proporción de los distintos grupos en los sitios con diferente presión de pastoreo. 81

CAPITULO 4. 84

4.1 CONSIDERACIONES FINALES 84

5 BIBLIOGRAFÍA 86

ANEXOS (imágenes de los sitios) 93

ACRÓNIMOS Y DEFINICIONES

aff.: afín.

Carga animal.- Cantidad de bovinos por unidad de superficie.

cf.: confrontar.

Creciente Creciente (CC).- Se utiliza para describir el comportamiento de aquellas especies integrantes de la comunidad, en general malas forrajeras, que aumentan su importancia relativa frente a la acción del pastoreo con ganado doméstico.

Creciente Decreciente (CD).- Se utiliza para describir el comportamiento de aquellas especies integrantes de la comunidad, en general forrajeras, que incrementan su importancia relativa frente a la acción del pastoreo con ganado doméstico hasta una cierta presión y luego disminuyen.

Decreciente (D).- Se utiliza para describir el comportamiento de aquellas especies integrantes de la comunidad, en general forrajeras, que disminuyen su importancia relativa frente a la acción del pastoreo con ganado doméstico.

Disturbio.- Cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que causa perturbación en la estructura del ecosistema, la población o la comunidad, que cambia los recursos, la disponibilidad del sustrato o el medio físico.

Excelente forrajera (EF).- Aquellas especies palatables con muy buena calidad nutricional que son consumidas en primera instancia por los bovinos.

Forrajera (F).- Aquellas especies palatables con buena calidad nutricional que son consumidas junto con las excelente forrajeras o luego de consumir estas.

Invasora (I).- Se utiliza para describir el comportamiento de aquellas especies ajenas a la comunidad, en general malas forrajeras o malezas, que incrementan su importancia relativa frente a la acción del pastoreo con ganado doméstico.

No Forrajera (NF).- Aquellas especies evitadas por los herbívoros por poseer sustancias o apéndices injuriosos que resultan desagradables para los herbívoros o que disminuyen su palatabilidad y digestibilidad como lignina, celulosa o hemicelulosa.

Pastoreo (Grazing).- Defoliación por los animales de la parte aérea de las plantas de la pastura. Cosecha del forraje tomada directamente por el animal para alimentarse. Desde el punto de vista del animal, el proceso de pastoreo involucra la búsqueda para la aprehensión e ingestión del material vegetal. El uso del término en sentido general, puede incluir también los efectos asociados del pisoteo (trampling) y las deyecciones (excretas). Sin embargo, en un sentido específico solo hace referencia al proceso de la defoliación (Ferri et al, 2015).

Pobre Forrajera (PF).- Son aquellas especies de calidad nutricional moderada consumidas cuando no existen otras forrajeras de mejor calidad.

Presión de pastoreo (Grazing pressure).- Relación entre el peso vivo animal y la masa de forraje (forage mass) por unidad de superficie, durante un periodo determinado de tiempo (Ferri et al, 2015).

Ramoneo.- Acción de los animales herbívoros de comer ramitas u hojas de arbustos y árboles.

EFECTO DEL PASTOREO BOVINO SOBRE LA VEGETACIÓN Y EL SUELO DEL BOSQUE BOLIVIANO TUCUMANO DEL PN-ANMI SERRANÍA DEL IÑAO

RESUMEN

En los bosques de América tropical y subtropical, la ganadería extensiva es típicamente el sistema de producción común y generalmente se realiza en superficies de bosque nativo y en zonas deforestadas. Bolivia posee una superficie de 1.098.581 Km^2 y es uno de los países que cuenta con la mayor riqueza en recursos naturales, con variabilidad en clima, topografía, vegetación natural y suelos. Importantes superficies de este país son destinadas a la producción ganadera y particularmente en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI Serranía del Iñao). Históricamente se ha realizado en estas áreas un pastoreo continuo sin ninguna regulación de la carga animal que tenga en cuenta tanto la capacidad de la finca como la disponibilidad y producción de forraje. Este sistema de cría de ganado, caracterizada por el "no manejo" del rodeo ni de los recursos forrajeros, provoca la pérdida de la riqueza de especies forrajeras, incremento e invasión de especies no deseables, degradación del suelo, reducción de la producción ganadera e impacto sobre la fauna. Como consecuencia surgieron las siguientes interrogantes: ¿Cómo influye la carga animal de bovinos sobre la vegetación y el suelo en el bosque montano de Iripiti, PN-ANMI Serranía del Iñao?, ¿Cuáles son las especies forrajeras nativas y de estas las más importantes de un sistema silvopastoril?, ¿Cómo responden las especies al pastoreo? La hipótesis planteada fue, si las diferentes intensidades de pastoreo, provocan cambios en la estructura, composición y diversidad florística, densidad aparente y materia orgánica del suelo. En consecuencia, el objetivo general fue identificar el efecto de la presión de pastoreo sobre la vegetación y el suelo en las comunidades de Yuqui e Iripiti, situadas en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI Serranía del Iñao). Se seleccionaron tres sitios de muestreo, El cañón Anta aislado topográficamente al ingreso del ganado bovino fue el sitio sin pastoreo (Sitio 1) y dos con diferente presión de pastoreo: la estancia de doña Hilda como pastoreo moderado (Sitio 2) y el tercero, la estancia de don Gómez como pastoreo intenso (Sitio 3), con 0,22 y 0.43 animales/ha respectivamente. En cada uno de ellos se instalaron diez transectos de 1000 m^2 (0.1 ha), donde se realizaron las evaluaciones de la vegetación y suelo. Desde un punto de vista general, las diferencias texturales encontradas entre los suelos de los tres sitios de muestreo pueden ser atribuidas a distintos procesos pedogenéticos asociados a factores topográficos. Es evidente que el pastoreo no tiene un efecto directo sobre estos procesos pero en algunos casos puede contribuir al incremento de la deposición de materiales finos, tipo limo y arcilla al disminuir la cobertura vegetal sobre el suelo y mediante el pisoteo que facilita el posterior trasporte desde laderas y zonas más altas hacia las zonas planas más bajas, fenómeno muy notable en la

época de lluvias. En cada uno de los tres sitios se observaron especies vegetales con altos valores de frecuencia y de abundancia que los caracterizan y que son comunes en el bosque montano. Desde el punto de vista de la producción forrajera se observan diferencias importantes entre los tres sitios en cuanto al número de especies, su abundancia-cobertura y su grado forrajero. Se destaca la presencia de una alta proporción de especies de grado forrajero Excelentes Forrajera (EF) y Forrajera (F) exclusivas del Sitio 1, mientras que en los sitios con pastoreo las especies de los grupos Pobre Forrajera (PF) y No Forrajera (NF) son más representativas en términos de abundancia cobertura. Desde el punto de vista de la dinámica de las especies frente al pastoreo en el Sitio 1 predominan las especies decrecientes mientras que las especies consideradas Invasoras estuvieron ausentes y con mayores valores de abundancia-cobertura en los sitios con pastoreo. Esta dinámica de las especies a partir de una situación de clausura y dos situaciones de pastoreo muestran claramente que la acción de los herbívoros domésticos afecta notablemente la composición de la comunidad vegetal del bosque montano. El cambio notable que se observa entre la situación de clausura y las situaciones de pastoreo es clave para aseverar que la mayoría de las especies prístinas de estas áreas carecen de adaptaciones o estrategias para tolerar el pastoreo por ganado doméstico y además, que el tipo de pastoreo que se lleva adelante en estas áreas no es nada adecuado para la conservación de las especies de estos bosques. Es bien sabido que el pastoreo continuo es uno de los principales disturbios con consecuencias marcadamente negativas sobre la composición y producción de estas áreas y teniendo en cuenta estos resultados, es de suma importancia pensar y diseñar estrategias de manejo acorde a la composición florística y la estructura de estos bosques con el objeto de recuperar y conservar especies de buen valor forrajero.

ABSTRACT

BOVINE GRAZING EFFECT ON THE VEGETATION AND SOIL IN THE BOLIVIAN TUCUMANO FOREST OF THE PN-ANMI OF IÑAO MOUNTAINS

In the tropical and subtropical forests of America, extensive cattle ranching is typically the most common production system and is usually carried out on native forest and deforested areas. Bolivia has an area of 1,098,581 km2 and is one of the countries with the greatest wealth in natural resources, with variability in climate, topography, natural vegetation and soils. Important areas of this country are intended for livestock production and particularly in the National Park and Integrated Management Natural Area of Iñao mountains (PN-ANMI Iñao Mountains). Historically, continuous grazing has been carried out in these areas without any regulation of the animal load that takes into account both the capacity of the farm and the availability and production of forage. This system of livestock breeding, characterized by the "non-management" of the herd or forage resources, causes the loss of the richness of forage species, increase and invasion of undesirable species, degradation of the soil, reduction of livestock production and impact on wildlife. As a consequence of all the aforementioned, the following questions arose: How does the animal load of bovines influence vegetation and soil in the montane forest of Iripiti, PN-ANMI of Iñao mountains?, What are the native forage species and of these the most important of a silvopastoral system? How do the species respond to grazing?. The hypothesis of this work was that the different intensities of grazing, cause changes in the structure, composition and floristic diversity, apparent density and organic matter of the soil. Consequently, the general objective was to identify the effect of grazing pressure on vegetation and soil in the Iripiti Community, PN-ANMI of Iñao mountains. The present work was carried out in the Iripiti and Yuqui communities, located in the National Park and Integrated Management Natural Area in the Iñao mountains, where three sampling sites were selected. Two of them with different grazing pressure: Doña Hilda's ranch as moderate grazing (Site 2) and Don Gómez's ranch as intense grazing (Site 3) with 0.22 and 0.43 animals / ha respectively). The Site 1, topographically isolated at the entry of cattle is the site without grazing. In each one of them, ten transects of 50 x 20 m were installed where the vegetation and soil evaluations were carried out. Regarding the edaphic properties, the textural differences found between the soils of the three sampling sites can be attributed to different pedogenetic processes associated in many cases with different topographical situations. It is evident that grazing does not have a direct effect on these processes, but in some cases it can contribute to greater depositions of fine materials such as silt and clay by decreasing the vegetation cover on the ground and by trampling that facilitates the subsequent transport from slopes and higher areas to the lower flat areas, a very notable phenomenon in the rainy season. In each of the three sites species with high values of frequency and abundance that characterize them and a set of species that are common to that community of

montane forest are observed. Regarding forage production, important differences are observed between the three sites in terms of the number of species of each forage level and their abundance coverage. The presence of a high proportion of forage grade Excellent Forage (EF) and Forage (F) species exclusive of the Site 1 site is highlighted, while in the grazing sites the species of the Forage Poor (PF) and No Forage (NF) are more representative in terms of coverage abundance. Regarding the dynamics of the species against grazing in the Site 1, the decreasing species predominate, while the species considered Invaders were absent in Anta Canyon and had the highest values of abundance coverage in the grazing sites. This dynamics of the species from a situation of closure and two grazing situations clearly shows that the action of domestic herbivores greatly affects the composition of the plant community of the montane forest. The remarkable change observed between the closure situation and grazing situations is key to assert that most of the pristine species of these areas lack adaptations or strategies to tolerate grazing by domestic livestock and also that the type of grazing that is carried out in these areas is not at all adequate for the conservation of the species of these forests. It is well known that continuous grazing is one of the main disturbances with markedly negative consequences on the composition and production of these areas and taking into account these results, it is very important to think and design management strategies according to the floristic composition and structure of these forests in order to recover and conserve species of good forage value.

Índice de figuras y tablas

Figura 1.2. Comparación del número de cabezas de la ganadería bovina entre los años 2001 y 2009 para distintas comunidades ubicadas en la región de los bosques montanos del sur de Bolivia. 24

Figura 2.1.1. Mapa de ubicación del área de estudio 30

Figura 2.1.2. Climodiagrama del municipio de Villa Vaca Guzmán 32

Figura 2.1.4. Uso Actual del Suelo en el Área Protegida (% y hectáreas). 33

Figura 2.1.11. Cantidad de cabezas de ganado bovino por municipio dentro del PN-AN Manejo Integrado Serranía del Iñao 38

Figura 2.2.3. Croquis del transecto de muestreo 40

Figura 2.2.5. Colección de muestras de herbario y microherbario 41

Figura 2.2.6. Detalle de la toma de muestreo del suelo 42

Figura 2.2.7. Detalle del establecimiento de los transectos 42

Figura 3.1.1. AFC sobre las propiedades edáficas (DA: densidad aparente, L+A: limo+arcilla y %MO: proporción de materia orgánica) en suelos provenientes de sitios con distinta presión de pastoreo 45

Figura 3.1.2. ANOVA sobre la proporción de limo + arcilla (%) en sitios con diferente intensidad de pastoreo. Letras diferentes entre sitios indican diferencias significativas (Tukey α= 0.05) 46

Figura 3.1.3. Frecuencia (%) de las clases texturales de los suelos por sitios de muestreo 47

Figura 3.1.4. Densidad aparente en sitios con diferente intensidad de pastoreo. Letras diferentes entre sitios indican diferencias significativas (Tukey α= 0,05) 47

Figura 3.1.5. Distribución de los valores de DA en un gradiente de proporción de L+A para para los suelos provenientes del sitio con pastoreo nulo (Sitio 1) y los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente). 48

Figura 3.1.6. Contenido de materia orgánica (MO) en sitios con ausencia de pastoreo, presión de pastoreo moderada y alta. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey α= 0,05) 49

Figura 3.1.7. Distribución de los contenidos de materia orgánica (MO,%) en un gradiente de proporción de L+A para para los suelos provenientes del sitio con pastoreo nulo (Sitio 1) y los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente) 50

Figura 3.1.8. Relación entre la densidad aparente (DA) y el contenido de materia orgánica (MO,%) para para los suelos provenientes del sitio con pastoreo nulo (Sitio 1) y los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente) 51

Figura 3.2.1. AFC sobre abundancia cobertura de las especies (%) con frecuencia entre 30 y 70% y los censos realizados en los sitios con presión de pastoreo diferente ubicadas en el bosque montano (CA: Sitio 1, Sin pastoreo, DI: Sitio 2, Pastoreo moderado y DG: Sitio 3, Pastoreo intenso) 54

Figura 3.2.2. Distribución de las principales especies según su abundancia y frecuencia para la situación (a: Sitio 1, b: Sitio 2 y c: Sitio 3) 60

Figura 3.3.1. Abundancia-cobertura de los distintos estratos evaluados en sitios con diferente presión de pastoreo. Sin pastoreo (Sitio 1), Pastoreo moderado (Sitio 2) y Pastoreo intenso (Sitio 3). Letras diferentes indican diferencias significativas entre estratos para cada uno de los sitios, Tukey α= 0,05) 63

Figura 3.3.2. Abundancia - cobertura de cada estrato en los sitios con presión de pastoreo diferente. Letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios para cada uno de los estratos analizados, Tukey α= 0,05) 64

Figura 3.3.3. Riqueza florística de los diferentes estratos de los sitios del bosque montano con presión de pastoreo diferente (Sitio 1: sin pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso). 66

Figura 3.3.4. Diversidad ecológica por estratos para los sitios con diferente presión de pastoreo en el bosque montano (Sitio 1: sin pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso) 66

Figura 3.3.5. Aspectos florísticos de la comunidad (riqueza, diversidad, abundancia cobertura y composición específica) según rangos de abundancia cobertura. a: Sitio 1 (sin pastoreo), b: Sitio 2 (presión de pastoreo moderada) y c: Sitio 3: (presión de pastoreo alta) 70

Figura 3.3.6. Abundancia cobertura y composición específica según frecuencia de las especies en la comunidad (%). a: Sitio 1 (ausencia de pastoreo), b: Sitio 2 (presión de pastoreo moderada) y c: Sitio 3 (presión de pastoreo alta).....72

Figura 3.4.1. Contribución relativa (%) de las especies Excelentes Forreras, Forrajeras, Pobre Forrajeras, No Forrajeras y Desconocidas en los distintos estratos para los tres sitios de muestreo (Sitio 1: sin pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso) 78

Figura 3.4.2. Distribución de los grupos florísticos y de los sitios de pastoreo según un gradiente de pastoreo y otro de resistencia al pastoreo (ACP el total de abundancia cobertura de cada grupo florístico en cada sitio de pastoreo) 80

Figura 3.4.3. Proporción de especies con distinta respuesta al pastoreo en un gradiente de presión de pastoreo representado por los tres sitios: Sin pastoreo (Sitio 1), Pastoreo moderado (Sitio 2) y Pastoreo intenso (Sitio 3).....82

Tabla 2.1.2. Zonificación climática del Área Protegida PN ANMI Serranía del Iñao..31

Tabla 2.1.8. Riqueza florística por grupos taxonómicos del Área Protegida PN y ANMI Serranía del Iñao 37

Tabla 2.2. Principales características de los distintos sitios de muestreo seleccionados en cuanto a superficie, densidad absoluta de ganado y carga.....39

Tabla 2.2.3. Escala de abundancia cobertura utilizada para el relevamiento de la vegetación (Modificada de Braun-Blanquet 1979; Mueller-Dombois y Ellemberg 1975) 40

Tabla 3.2.1. Importancia relativa, abundancia-cobertura y riqueza de taxones en sitios con diferente presión de pastoreo (Sitio 1: ausencia de pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso) 53

Tabla 3.2.2. Tabla florística diferencial conteniendo las principales especies (Frecuencia > 50%) de cada uno de los sitios estudiados. Sitio 1: pastoreo ausente, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso) 57

Tabla 3.4.1. Riqueza de los grupos florísticos con diferente grado forrajero y contribución relativa en los distintos sitios de muestreo (EF: Excelente forrajera, F: Forrajera, PF: Pobre forrajera, NF: No forrajera y D: Desconocida) 74

Tabla 3.4.2. Abundancia-cobertura de los grupos florísticos con diferente grado forrajero y contribución relativa en los distintos sitios de muestreo (EF: Excelente forrajera, F: Forrajera, PF: Pobre forrajera, NF: No forrajera y D: Desconocida) 75

CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUCCIÓN

En los bosques de América tropical y subtropical, la ganadería extensiva es típicamente el sistema de producción más común. Actividad que se realiza en superficies de bosque nativo y en zonas deforestadas, o que inicialmente sirvió para cultivos (FAO, 2005, 2007, 2009). Particularmente en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI Serranía del Iñao), el sistema de pastoreo predominante es el extensivo a campo abierto, realizándose el pastoreo y ramoneo en época seca y húmeda, principalmente sobre recursos forrajeros nativos (PROMETA & PCDSMA, 2001; ZONISIG, 2000). Históricamente se ha realizado en estas áreas un pastoreo continuo sin ninguna regulación de la carga animal que tenga en cuenta tanto la capacidad de la finca y como la disponibilidad y producción de forraje (AGRECOL, 2006; GMM, 2006; GMP, 2001; GMVS, 2006; GMVVG, 2006; Joaquín, 2014; MANCHABOL, 2006).

Este sistema de cría de ganado, caracterizada por el “no manejo” del rodeo ni de los recursos forrajeros, provoca la pérdida de la riqueza de especies forrajeras, incremento e invasión de especies no deseables, degradación del suelo, reducción de la producción ganadera e impacto sobre la fauna (Joaquín, 2001; Saravia, 1995). Estos ecosistemas presentan cierto grado de degradación, causado principalmente por el sobrepastoreo, compactación y erosión (AGRECOL, 2006; FAO, 2009; Jansen, 2007). El sector pecuario contribuye directa o indirectamente a todos los factores causantes de la pérdida de biodiversidad a nivel local y global, tales como transformación del hábitat, cambio climático, especies exóticas invasivas, sobreexplotación y contaminación (FAO, 2009).

En el PN-ANMI Serranía del Iñao, el pastoreo extensivo se está expandiendo a expensas de la cubierta forestal y el sobrepastoreo es uno de los principales disturbios ocasionados a la biodiversidad de esta región (PROMETA & PCDSMA, 2001; SERNAP, 2011). Este sistema de producción ha causado un importante deterioro en las áreas que lo han adoptado y en consecuencia cambios importantes tanto en la estructura como en el funcionamiento de los ecosistemas (Joaquín, 2001; Machaca et al., 2010; Saravia, 1995; Vaca et al., 2002).

Uno de los motivos principales, de este efecto negativo del pastoreo por herbívoros domésticos, reside en la ausencia de una historia de pastoreo con este tipo de animales (Bucher, 1987). En efecto, distintos estudios sobre la fauna que ha habitado estas regiones, demuestran que a diferencia de África y América del Norte, la ausencia de grandes herbívoros en la casi totalidad de Latinoamérica, pondría en evidencia la escasez de rasgos de adaptación o tolerancia de las especies vegetales al pastoreo por estos animales (de Vivo & Carmignotto, 2004).

Es bien conocido que el efecto de los herbívoros domésticos, sobre los sistemas naturales con poca historia evolutiva de pastoreo, se traduce en cambios en la estructura y en la dinámica de las comunidades vegetales, cuyo resultado depende de la intensidad y frecuencia del pastoreo (Angulo & Rumiz, 2009; Borrelli et al., 2001; de la Orden et al., 2006; Estelrich et al., 2005; Hansen et al., 2009; Morici et al., 2003; Oliva et al., 2001; Zamora, 2006). Estas modificaciones se reflejan en importantes cambios en la diversidad florística y notables disminuciones en la cobertura e importancia de especies forrajeras, con el incremento de otras de menor valor forrajero y hasta cambios importantes en la dinámica del establecimiento de diferentes especies arbóreas (Belsky, 1986; Bisigato, 2000; Brassiolo et al., 2008; Collins, 1987; Estelrich et al., 2005; Hansen et al., 2009; Loydi & Distel, 2010; Milchunas et al., 1988; Molina et al., 1999; Molina-Guerra et al., 2013; Nai-Bregaglio et al., 2002; Zamora, 2006).

Bolivia posee una superficie de 1.098.581 Km^2 siendo uno de los países que cuenta con la mayor riqueza en recursos naturales, con variabilidad en clima, topografía, vegetación natural y suelos (Ibisch & Mérida, 2003). Importantes superficies de este país son destinadas a la producción ganadera, especialmente bovina y se observa un creciente deterioro de la vegetación en todas aquellas regiones dedicadas al pastoreo extensivo, por efectos del sobrepastoreo, ramoneo y pisoteo en épocas secas (Jansen, 2007). En la actualidad habría alrededor de 44 millones de hectáreas afectados por la erosión debida a la pérdida de la cubierta vegetal y por el sobrepastoreo (AGRECOL, 2006).

La existencia actual de ganado bovino en Bolivia es de alrededor de 7 millones de cabezas, de las cuales el 73% se distribuyen en las llanuras tropicales y subtropicales, mientras que el 27% restante se distribuye en los valles, el chaco y el altiplano. El departamento de Chuquisaca, cuenta con 401.264 cabezas de ganado, de los cuales el 59% se encuentran el chaco chuquisaqueño y el 41% en los Valles (Vaca, 2003).

El Departamento de Chuquisaca cuenta con 10 Provincias, de estas Belisario Boeto, Villa Vaca Guzmán, Tomina y Hernando Siles integran el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI Serranía del Iñao). Siendo la producción ganadera de gran importancia, entre las actividades pecuarias que se encuentran por orden de importancia son la ganadería bovina, porcina, equina, caprina, ovina y otras especies como ser aves de corral (GMM, 2006; GMP, 2001; GMVS, 2006; GMVVG, 2006; SERNAP, 2011).

El 96.06 % (252.815,45 has) del PN-ANMI Serranía del Iñao corresponde a bosque nativo que es destinado a uso silvopastoril (Peñaranda, 2010; ZONISIG, 2000). La biodiversidad así como también la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que lo integran, actualmente se encuentran amenazadas principalmente por el sobrepastoreo,

sobrecarga animal, la extracción de madera, los "*chaqueos*" y la ampliación de la frontera agrícola (SERNAP, 2011). Todo ello sumado a la actividad ganadera constituye un fuerte motor que provoca cambios importantes en la estructura y composición florística de la vegetación así como también notables aumentos en la compactación del suelo de estos sistemas ecológicos.

En esta área protegida, el ecosistema forestal es la principal fuente de alimentación de la ganadería existente por presentar especies forrajeras nativas. El sistema extensivo de producción pecuaria es el predominante, que es a campo abierto en pasturas naturales y montes de ramoneo en los meses de septiembre a febrero. El pastoreo en las zonas altas está limitado por el bajo desarrollo de la cobertura vegetal y la marcada estacionalidad del régimen climático (GMVVG, 2006; SERNAP, 2011).

Un ejemplo de densidad y diversidad de animales domésticos en el Parque Nacional lo constituye el Cantón Ticucha, donde se identifican 14 poblaciones que poseen diferentes cantidades de animales domésticos entre los que se destacan bovinos (11.715), porcinos (14.910), caprinos (410), ovinos (120) y equinos (1200) (SERNAP, 2011). La cantidad de animales varía con las poblaciones existentes en el lugar y se observan algunas de ellas con el mayor número de animales mientras que otras, más pequeñas poseen menores cantidades de animales domésticos. En consecuencia, el efecto del ganado doméstico sobre las comunidades vegetales del bosque montano depende en gran parte del tamaño de los poblamientos y de la cantidad de animales que estos dispongan para el pastoreo extensivo en la región.

1.1.1 Preguntas de investigación

Como consecuencia de todo lo antes mencionado surgieron los siguientes interrogantes: ¿Cómo influye la carga animal de bovinos sobre la vegetación y el suelo en el bosque montano de Iripiti, PN-ANMI Serranía del Iñao?, ¿Cuáles son las especies forrajeras nativas y de estas las más importantes de un sistema silvopastoril?, ¿Cómo responden las especies al pastoreo?

1.1.2 Hipótesis

Las diferentes intensidades de pastoreo, provocan cambios en la estructura, composición y diversidad florística; y en la densidad aparente y materia orgánica del suelo.

1.1.3 Objetivo general

Analizar el efecto de la presión de pastoreo sobre la vegetación y el suelo en la Comunidad de Iripiti, PN-ANMI Serranía del Iñao.

1.1.4 Objetivos específicos

- Evaluar la estructura y abundancia - cobertura de la totalidad de especies que integran la comunidad vegetal de los sitios con y sin pastoreo.
- Categorizar las especies forrajeras y su respuesta al pastoreo.
- Determinar la diversidad florística de los sitios con y sin pastoreo.
- Establecer un diagrama de dinámica de las especies que componen la comunidad vegetal en función de la intensidad de pastoreo.
- Determinar la densidad aparente y materia orgánica del suelo en función de la intensidad de pastoreo.
- Relacionar la carga animal con los parámetros estructurales del suelo y también con la estructura y composición florística de la comunidad vegetal.

1.2 Antecedentes

Los bosques y selvas en el mundo se encuentran en una situación precaria y muchas veces difícil de mantener ya que cada año se pierden miles de hectáreas como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola, la tala indiscriminada, el crecimiento de la población, la ganadería no controlada, los incendios forestales y las inundaciones (FAO, 2009). Algunos cálculos revelan que la tasa de pérdida de bosques y selvas llega a más de 16,1 millones de hectáreas por año de vegetación natural, de las cuales 15,2 millones se hallaban en regiones tropicales (FAO, 2005, 2007, 2009).

Las áreas con pastizales nativos en América Latina y el Caribe están en general, sujetas a rápidos y drásticos cambios. Este proceso, denominado agriculturización, afecta notablemente a la zona subtropical de Bolivia, ampliando la frontera agrícola con pastos cultivados (FAO, 2009).

Según Saravia (1995), los primeros hatos de ganado europeo que avanzaron hacia las proximidades de la región Chaqueña de Bolivia, habrían sido los introducidos por Juan Ortiz de Zárate. En el año 1560 este poderoso hacendado adquirió 4.000 cabezas de ganado vacuno, 4.000 ovejas, 500 caballos y otras tantas yeguas que distribuyó entre la provincia de Chichas (hoy abarca los valles de Cinti y Tarija) y las provincias del Norte Argentino hasta los llanos del Manso. Posteriormente se trasladó a Asunción que sirvió para apuntalar la fundación de las ciudades Santa Fe y Buenos Aires. Por otra parte en la misma época se comenzó a criar ganado al norte del límite del Chaco, en las poblaciones recién fundadas de Santa Cruz de la Sierra. Desde estos dos polos de ocupación territorial se inicia el avance con ganado hacia la región Chaqueña, primero a través de la acción de sacerdotes jesuitas y luego franciscanos.

En 1810 el padre Comajuncosa menciona que tiene 16.043 vacunos, 1.341 caballares, 399 mulares y burros, 1595 ovejas y cabras, y en esencia llegando a ser el primer censo ganadero del Chaco. En el último cuarto del siglo XIX se inicia la ocupación territorial privada con explotaciones pecuarias, comenzando la ganadería comercial en la región. En 1954 se traspasa el dominio de las tierras de las misiones a las comunidades aborígenes, lo cual determina la apropiación individual del ganado, quedando éste como propiedad de privados y la tierra como área de explotación comunal (Saravia, 1995).

En Bolivia, sólo en el Departamento de Chuquisaca que cuenta con un poco más de cinco millones de hectáreas, un 90% de ellas tienen uso directo o afectación silvopastoril. En dicha superficie están incluidos más de 1,5 millones de hectáreas de bosques naturales en distintos pisos ecológicos y con diferentes grados de artificialización. Estos ecosistemas y otras áreas silvopastoriles mantienen cerca de 534.804 a 556.553 bovinos y caprinos que producen 11.938 TM y 1.123 TM de carne respectivamente. A ello se suma una importante población de ovinos y equinos, que juntos tienen una fuerte dependencia e impacto en la nutrición de la población, en la generación de servicios y de autoempleo (Terán, 1995).

En el Chaco Chuquisaqueño la ganadería tradicional, no dispone de recursos económicos suficientes, por lo que los ganaderos locales no pueden ejecutar cambios considerables en su sistema de explotación. Sin embargo, es importante citar una serie de actividades con las que se pueden mejorar los niveles productivos actuales (sistemas silvopastoriles y sistemas de pastoreo rotacional) y la ejecución de cada una de ellas depende de un trabajo de concientización a los ganaderos para que puedan invertir tiempo y dinero, priorizando las actividades para mejorar el puesto ganadero (Jansen, 2007).

La ganadería es un rubro que ha tenido tradicionalmente una gran importancia en la economía nacional, como producto para el consumo interno. En la actualidad la producción de leche y carne bovina, representan un elemento de subsistencia al permitir el abastecimiento de alimentos de alto valor nutritivo para una dieta balanceada de la población así como también, permite generar empleo en el área rural (SERNAP, 2011; Vaca, 2003).

Actualmente la dinámica evolutiva de la población ganadera bovina en el PN y ANMI Serranía del Iñao, tiene una tendencia de incremento acelerado, principalmente en el municipio de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo y Padilla, a decreciente en Villa Serrano (figura 1.2) (SERNAP, 2011).

La ganadería bovina de la serranía del Iñao posee características propias, principalmente por la forma tradicional de cría (extensiva), que se basa en el ramoneo en el monte nativo junto con el pastoreo en los rastrojos de cosecha. La vegetación nativa está constituida por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas; algunas perennifolias y en su mayoría caducifolias, correspondiendo a la Provincia Biogeográfica Boliviano - Tucumana. El régimen de pastoreo puede modificar en

forma considerable la composición funcional y florística de la vegetación en áreas con predominancia de pastizal, por efectos de la defoliación. Con el tiempo, los cambios de la composición florística pueden resultar en comunidades de vegetación considerablemente distintas a las originales, en donde pueden prevalecer especies que toleran y/o que se recuperan bien del pastoreo, o bien, que son poco consumidas (Rusch & Oesterheld, 1997). Con frecuencia, el proceso de degradación de pastizales por acción del pastoreo que se asocia a estos cambios (Killeen, 1991), ocurre cuando las plantas de mayor valor forrajero no logran restituir el material foliar ni las reservas necesarias para el rebrote entre defoliaciones consecutivas, proceso que se agrava por la competencia con otras especies. Todo esto puede ocasionar problemas de regeneración de especies forrajeras nativas, sobre todo árboles y arbustos apetecidos por el ganado (Quispe, 2013).

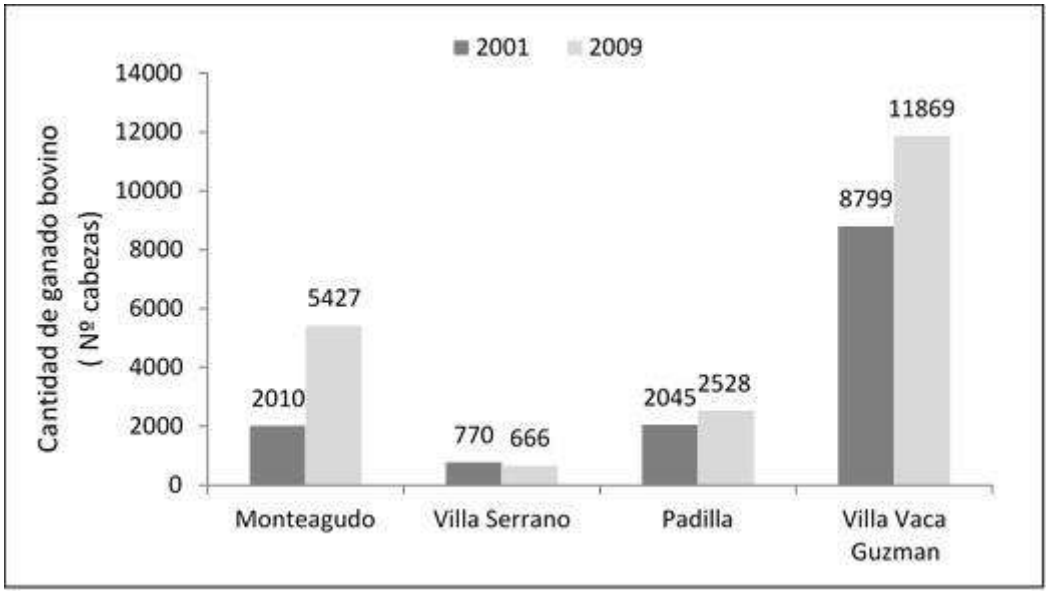


Figura 1.2. Comparación del número de cabezas de la ganadería bovina entre los años 2001 y 2009 para distintas comunidades ubicadas en la región de los bosques montanos del sur de Bolivia.

La ganadería mayor y menor aprovecha simultáneamente los distintos estratos vegetales del bosque. La preferencia está condicionada a la época del año donde existen grandes variaciones en la oferta de forraje. Algunas especies aportan principalmente material energético de subsistencia en forma de materia seca (como la hojarasca en otoño – invierno o finas ramas secas a principios de primavera), otras especies tienen importancia por su aporte proteínico (rebrotes de primavera y follaje

de verano), otras por la incorporación a la dieta de micro-elementos nutritivos como el calcio o fósforo en los frutos de algarrobos y otras especies durante el verano-otoño y parte de invierno (Quispe, 2013; Terán, 1995).

Investigaciones realizadas para el Chaco Boliviano, mencionan que el sobrepastoreo ha provocado la desaparición de especies forrajeras, en algunos casos con riesgos de extinción de ecotipos por pérdidas de germoplasma, como: *Desmanthus virgatus* actualmente cultivada en Australia para banco de proteína. *Mimosa chacoensis* valioso recurso como banco de germoplasma de primavera por sus características fenológicas y alta palatabilidad. Gramíneas como *Bouteloua curtipendula, Paspalum procurrens, Lasiacis sorghoidea* y *Gounia brasiliensis*, Acanthaceae como *Justicia goudotii, J. saltensis, J. squarrosa* (Saravia, 1995). En estos ecosistemas la riqueza de especies de plantas forrajeras, fluctúa entre 51 a 150 plantas (Joaquín, 2001; Lliully, 2008).

En estos bosques es bien conocido que los bovinos ramonean con más frecuencia distintas especies de leguminosas (*Acacia etilis*, *Acacia aroma* y rebrotes tiernos de algarrobo) (Terán, 1995), y es muy común que el sobrepastoreo provoque la desaparición de especies forrajeras en extensas áreas y, en algunos casos con riesgo de extinción de las mismas (Saravia, 1995). Un hecho muy común en estas áreas boscosas degradadas y erosionadas por efecto de la ganadería con sobrepastoreo es el incremento en la invasión de leñosas, sub leñosas y en algunos casos de cactáceas (Saravia, 1995), fenómeno también conocido en ecosistemas boscosos y pastizales de regiones semiáridas de Argentina (Estelrich et al., 2005).

En un bosque Chaqueño de la Provincia Cordillera, Bolivia, determinaron la abundancia de la regeneración natural de especies forestales forrajeras (*Astronium urundeuva, Schnopsis quebracho-colorado* y *Prosopis chilensis*), en dos sistemas de pastoreo. El sistema de pastoreo diferido mostró un efecto positivo al favorecer la regeneración natural de las categorías de regeneración de brinzales, latizales y fustales, con un promedio de 1083, 360 y 68 individuos.ha^{-1} respectivamente. Por el contrario el sistema de pastoreo extensivo expresó abundancias de 465, 93 y 26 individuos.ha^{-1} de brinzales, latizales y fustales respectivamente (Machaca et al., 2010).

Estudios realizados en el PN y ANMI Serranía del Iñao, reportan una variedad de especies forrajeras. Para el caso de la comunidad de Azero Norte, en un sistema de pastoreo extensivo se reporta un total de 38 especies forrajeras leñosas, distribuidas

en 19 familias y entre ellas se destaca la familia Fabaceae con mayor número de especies (Zárate, 2009). En la misma comunidad, mediante observación del pastoreo libre del ganado bovino, se determinó la selección general de especies de plantas, y se reportó un total de 105 especies forrajeras distribuidas en 50 familias. Las familias más importantes fueron Fabaceae y Asteraceae, las especies más preferidas por ganado estuvieron relacionadas con un considerable contenido nutricional, como ser el algarrobo (*Prosopis alba*), tusca (*Acacia aroma*), churqui (*Acacia caven*), kari kari (*Acacia etilis*), afata o guacachi (*Sida rodrigoi*) y satajchi fruto rojo o tala (*Celtis sp.*) (Quispe, 2013).

En estas áreas boscosas de Bolivia, el sistema extensivo de producción pecuaria, en algunos casos y entre los meses de septiembre a febrero, provoca que la actividad ganadera se transforme en una actividad de ramoneo, en áreas conocidas como pie de monte y serranías, donde se encuentran importantes proporciones de especies de Fabaceae. Luego pasarían a praderas o pampas de gramíneas entre marzo a junio, y en rastrojos en julio, agosto, septiembre y octubre. Esta rotación está condicionada a la estacionalidad climática que incide en la disponibilidad de forraje (Quispe, 2013; SERNAP, 2011). El sistema semi-extensivo contempla la rotación del ganado en pastizales o praderas naturales, pasturas establecidas y rastrojos. La disponibilidad de praderas que de manera importante está constituida por gramíneas es reducida mientras que las pasturas establecidas (en su mayor parte con *Brachiaria* sp.) tienden a crecer en detrimento de la superficie de las praderas y de los cultivos. Un potencial importante en este tipo de manejo lo constituyen los suelos agotados por las actividades agrícolas ya que con un adecuado manejo podrían convertirse en importantes espacios para la explotación ganadera. Por otra parte, los rastrojos son la fuente principal de alimentación de ganado durante la época estival. Los pequeños productores de ganado que no disponen de superficies adecuadas para el ramoneo, mantienen su ganado en pastizales naturales y rastrojos. Esta situación provoca el sobre pastoreo de las especies más apetecidas y con consecuencias directas sobre el crecimiento y engorde del ganado por la escasa disponibilidad y calidad del forraje natural (SERNAP, 2011).

La composición florística de estas áreas boscosas del sudeste de Bolivia, tiene gran variabilidad y está compuesta por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, de

las cuales más de 150 son de buena aceptabilidad por los animales (Joaquín & Saravia, 1994).

Otro estudio realizado en la comunidad Pozos y Potreros, PN y ANMI Serranía del Iñao, determinaron la riqueza de especies forrajeras en bosques con estado de conservación bajo, moderado y alto. Reportó que en bosques con estado de conservación moderada, se encuentra una mayor riqueza de familias, géneros y especies y una menor riqueza en bosques con estado de conservación baja. En total registraron 91 especies de plantas forrajeras, distribuidas en 81 géneros y 48 familias. Las especies más consumidas en época húmeda son: *Petiveria alliaceae, Paspalum sp., Ruellia brevifolia, Luehea fiebrigii, Piptadenia viridiflora, Lantana sp., Acacia sp.* En época seca; *Acacia etilis, Anadenanthera colubrina, Astronium urundeuva, Calycophyllum multiflorum, Schinopsis quebracho-colorado, Tipuana tipu, Capparis flexuosa, Coccoloba tiliacea, Trichilia claussenii* (Choque, 2011).

Tanto la estructura como la composición florística de estos ecosistemas boscosos son fuertemente alteradas por el pastoreo de ganado doméstico. Es bien sabido que a mayor intensidad de pastoreo en las comunidades de pastizal se tiende a reducir la cobertura y riquezas de especies forrajeras, las que son reemplazadas por otras especies no forrajeras, por ende compacta el suelo y reduciría la disponibilidad de sitios para el establecimiento de plántulas forrajeras (Estelrich et al., 2005; Harper, 1997). En la comunidad de Azero Norte por ejemplo, es común que el pastoreo provoque el reemplazo de forrajeras nativas perennes de alta palatabilidad por especies forrajeras anuales de baja palatabilidad (Quispe, 2013). En estas áreas se ha observado que la preferencia del ganado está condicionada a la época del año donde existen grandes variaciones en la oferta de forraje. Probablemente muchas de las especies consumidas actualmente no sean las que prefieran en otra época, como muestra el trabajo de Quispe (2013), que el primer mes de observación (febrero) la más preferida fue la tusca (*Acacia*) y luego para el siguiente mes (marzo) esta especie fue desplazada en la dieta de los bovinos por la forrajera “parecido al arivivi” (*Justicia* sp.).

En base a investigaciones realizadas en ecosistemas boscosos montañosos de la Reserva Nacional de Flora y Fauna Tariquía, Tarija, Bolivia; donde se práctica un sistema trashumante a una altitud de 1259 m, se menciona que el ganado criollo tiene la capacidad de adaptarse a ambiente exigentes y condiciones cambiantes

(Marquardt et al., 2010). En la misma región se determinó la selección de grupos funcionales y especies de plantas por el ganado bovino y los cambios que provocan durante la estación seca (mayo – agosto) y prehúmeda (septiembre – noviembre). Mediante la observación directa del forrajeo libre, conteo de mordiscos y daños fatales por el pastoreo de 16 cabezas de ganado, se observó que los animales seleccionaban un amplio espectro de especies de plantas de diferentes grupos funcionales. El grupo funcional de las graminoides se seleccionó con mayor frecuencia, pero esta disminuyó significativamente del 63.5% del total de mordiscos en mayo al 15.9% en septiembre octubre. En el caso de las leñosas (arbustos y árboles) la frecuencia de selección aumentó con el tiempo (19,7% y 31,5% respectivamente) y alcanzó su punto máximo al comienzo de la estación prehúmeda. Mientras que las herbáceas tuvieron un patrón de selección curvilíneo con los valores más altos registrados en agosto (20,5%). Los grupos funcionales helechos, trepadoras y epífitas, fueron seleccionados en bajas proporciones relativas (Marquardt et al., 2010). Las 10 especies de plantas seleccionadas con mayor frecuencia para ambas temporadas fueron; *Senna* cf. *spectabilis, Chrysophyllum gonocarpum, Celtis brasiliensis, Schaueria azaleiflora, Chamissoa altissima, Vernonia* cf. *fulta, Piper tucumanum, Hybanthus atropurpureus, Cynodon dactylon, Ichnanthus pallens, Elephantopus mollis, Petiveria alliacea, Macfadyena unguis-cati*. Las especies menos seleccionada fueron *Lonchocarpus lilloi, Maranta incrassata y Seguieria aculeata* (Marquardt et al., 2010).

En la misma región se analizó el daño que provoca la intensidad de pastoreo que resulta de cargas de 0,9, 1,6 y 2,6 unidades de ganado.ha^{-1} sobre la regeneración natural de 18 árboles y arbustos. Las evaluaciones se realizaron en cerramientos de 3 ha por tratamiento durante 13 semanas en época seca en los años 2006 y 2007. Considerando la intensidad de pastoreo sobre la regeneración natural (tamaños inferiores a 2 m) se observa que a partir de la sexta semana de pastoreo hubo diferencias significativas entre tratamientos. A medida que se incrementó la carga animal como es lógico de suponer, se incrementó la presión sobre la totalidad de las especies, aunque algunas de ellas solo fueron pastoreadas con la mayor carga otras fueron pastoreadas intensamente en todo momento. En las primeras semanas de pastoreo, las plantas herbáceas fueron preferidas como recurso de forraje a diferencia de las plantas leñosas. Las especies de mayor a menor intensidad de pastoreo fueron *Piper tucumanum, Urera baccifera, Cedrela sp., Chrysophyllum gonocarpum, D. sorbifolia, Allophylus edulis, Barnadesia odorata, Ocotea puberula, Inga saltensis,*

Cupania vernalis, Celtis sp., Ternstroemia asymmetrica, Xylosma longipétala, Myroxylon peruiferum, Tabebuia cf. *lapacho, Patagonula americana y Myrciaria floribunda* (Marquardt et al., 2009). El porcentaje de individuos con daños fatales después de los 8 meses de pastoreo, fueron un 10,6%, 8,6% y 11,4% para la carga animal baja, media y alta respectivamente. El porcentaje de los individuos consumidos por completo aumentó junto con la carga animal, pero el 80% de estos individuos se recuperó después de un periodo de descanso de 8 meses (Marquardt et al., 2009; Zamora, 2006).

En áreas con sobrepastoreo el suelo también es alterado por pérdida de la cobertura herbácea, compactación por pisoteo en los espacios por donde transita el ganado, menor contenido de oxígeno en el suelo por la reducción de los espacios de poros, reducción de infiltración por pérdida de materia orgánica y disminución de porosidad y, pérdida de suelos por erosión eólica e hídrica (Joaquín, 2014; Saravia, 1995).

CAPITULO 2

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1 Área de estudio

La presente investigación se realizó en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, particularmente en las comunidades de Yuqui (19°20'08,9" S 63°45'41,1" W) e Iripiti (19°20'08,9" S 63°45'41,1" W), pertenecientes al Municipio de Villa Vaca Guzmán, Provincia Luis Calvo, Chuquisaca, Bolivia (figura 2.1). La presente investigación se realizó en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, particularmente en las las comunidades de Yuqui (19°20'08,9" S 63°45'41,1" W) e Iripiti (19°20'08,9" S 63°45'41,1" W), pertenecientes al Municipio de Villa Vaca Guzmán, Provincia Luis Calvo, Chuquisaca, Bolivia.

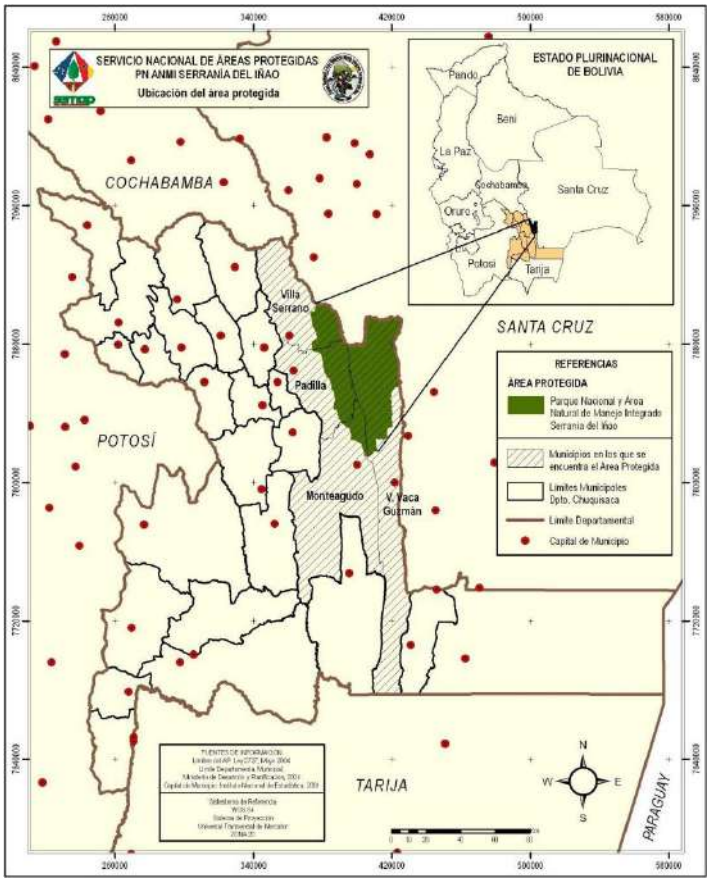


Figura 2.1.1. Mapa de ubicación del área de estudio

El Área Protegida PN ANMI Serranía del Iñao, tiene una superficie de 2.630,9 Km^2 (263.90 ha), representando el 5,1% de la superficie del Departamento de Chuquisaca (51.524 Km^2). El Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia (SERNAP), auspició el estudio del Plan de Manejo, para establecer una propuesta de zonificación, la cual se enmarca en la doble categoría del Área Protegida, añadiendo la propuesta de la Zona Externa de Amortiguación (ZEA); tiene un total de 3.409,66 Km^2. En el PN ANMI Serranía del Iñao se encuentran distribuidas 42 comunidades y en el ZEA 9 comunidades (SERNAP, 2011).

2.1.1.1. Caracterización climática

De acuerdo al mapa de zonificación climática de Thornthwaite (1949), la mayor parte de la superficie del PN ANMI Serranía del Iñao corresponde al Clima Húmedo B3, con un índice de humedad entre 60% y 80% y en menor superficie al Clima Húmedo B2 con un índice de humedad entre 40% y 60% (tabla 2.1.2). El clima es el principal factor y es determinante de forma directa en la vegetación y en general de los ecosistemas del área protegida (Ibisch & Mérida, 2008; Killeen et al., 1993; Navarro & Maldonado, 2002).

Tabla 2.1.2. Zonificación climática del Área Protegida PN ANMI Serranía del Iñao.

Zonificación Climática	Superficie (has)	%
Clima húmedo **B1,** índice de humedad - IH 20 – 40	70564,75	20,79
Clima húmedo **B2,** índice de humedad - IH 40 – 60	11117,13	3,27
Clima húmedo **B3,** índice de humedad - IH 60 – 80	107462,88	31,66
Clima húmedo **B4,** índice de humedad - IH 80 –100	8316,63	2,45
Clima subhúmedo seco **C1**, índice de humedad - IH -20 – 0	40969,50	12,07
Clima subhúmedo **C2**, índice de humedad	101029,13	29,76
TOTAL	**339460,00**	**100,00**

Fuente: (PROMETA & PCDSMA, 2001)

2.1.1.2. Precipitación

La precipitación promedio anual de los municipios de Monteagudo y Villa Vaca Guzmán es entre 915 mm – 995,7 mm, de noviembre a marzo son los meses de mayor precipitación. El municipio de Villa Serrano presenta una precipitación de 753,7 mm con meses muy secos menores a 40 mm desde mayo a septiembre. En el municipio de Padilla la precipitación es 582,3 mm con seis meses secos y seis meses húmedos mayores a 40 mm acumulados (SERNAP, 2011). Figura 2.1.2.

2.1.1.3. Temperatura

La temperatura media anual por municipio del área protegida, para Villa Serrano 16,6°C, Padilla 17,0°C, Villa Vaca Guzmán 20,5°C y Monteagudo 20,7°C. Para Monteagudo las temperaturas más bajas son de mayo a julio, presentando un promedio de 15,6°C, para Villa Vaca Guzmán desde junio a julio presenta temperaturas más bajas, con un promedio de

15,5°C para Padilla las temperaturas más bajas son de julio hasta agosto, con un promedio de 14,7°C (PROMETA & PCDSMA, 2001; SERNAP, 2011). Figura 2.1.2.

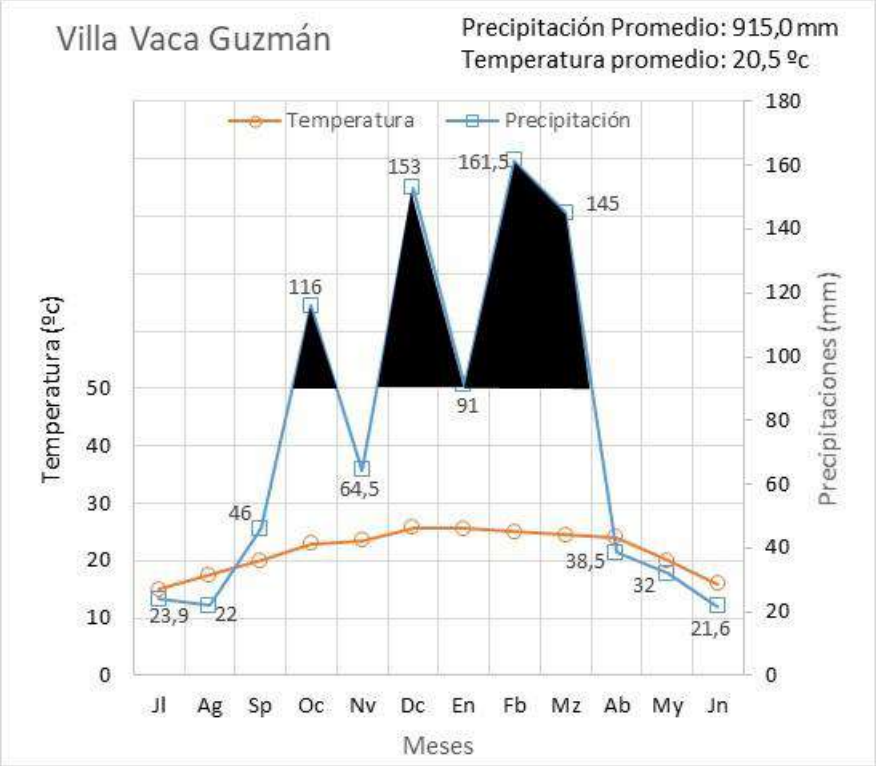


Figura 2.1.2. Climodiagrama del municipio de Villa Vaca Guzmán

2.1.1.4. Caracterización física

2.1.1.4.1. Geología

El área protegida se encuentra ubicada en la unidad estructural del Subandino, que es una faja plegada constituida por un complejo sistema de serranías longitudinales estrechas, separadas por amplios valles sinclinales, situada entre la Cordillera Oriental y la Llanura Chaco Beniana. Atraviesa todo el territorio boliviano desde la frontera con el Perú, hasta el límite con la República Argentina. En cuanto al periodo de la geología, predomina el Paleógeno – Neógeno y con poca presencia de Silúrico y Cuaternario (Navarro & Maldonado, 2002; SERNAP, 2011).

2.1.1.4.2. Fisiografía

Las características fisiográficas más considerables del PN ANMI Serranía del Iñao, son las cadenas montañosas o serranías que se extienden paralelamente en dirección Norte – Sur. Tienen una influencia hacia la dirección del sistema hidrológico que corre por valles anchos en forma de “U”. Si bien las serranías son la forma de relieve predominante, también ocupan superficies de relativa importancia las colinas, piedemontes y pequeñas y angostas terrazas.

Las actuales formas (serranías, colinas, y otros), son producto de procesos geomorfológicos internos y externos (SERNAP, 2011).

2.1.1.4.3. Cuencas y redes hídricas

El área protegida, forma parte de la macrocuenca del Rio Amazonas y Cuenca del Río Grande. Las cuencas que forman parte del Área Protegida son: El Rio Grande, Azero Norte, Pili Pili (Pescado), Limón y Bañado, este último desemboca en el rio Parapeti. Los recursos hídricos incluye ríos primarios, secundarios y terciarios que son de importancia por el aporte de las aguas provenientes de las serranías Ñahuañanca, Iñao y Khaska Orqo que desembocan sus aguas al Río Grande (PROMETA & PCDSMA, 2001; SERNAP, 2011).

Según PROMETA & PCDSMA (2001) & SERNAP (2011), identificaron problemas en el recurso hídrico con relación a la actividad antropogénica: entre ellos están la pesca con dinamita, contaminación por derrame hidrocarburífero, riadas y cambios de curso de la corriente de agua, uso de agroquímicos, agua contaminada por animales domésticos y la no aplicación del marco normativo ambiental.

2.1.1.4.4. Uso de suelo

Según las características que tiene el Área Protegida, a nivel general predomina la cobertura de bosque (54,05%) y menor porcentaje (2,75%) están las áreas sin cobertura. La práctica de uso agrícola tanto en el PN ANMI y ZEA alcanza a un 4,68% del total de los 3.409,66 Km^2 (figura 2.1.4) (SERNAP, 2011). El uso actual del suelo por categorías es:

a) ***Parque Nacional (PN);*** donde predominan la cobertura boscosa, la poca intervención de actividades agrícolas y áreas sin asentamiento de centros poblados.

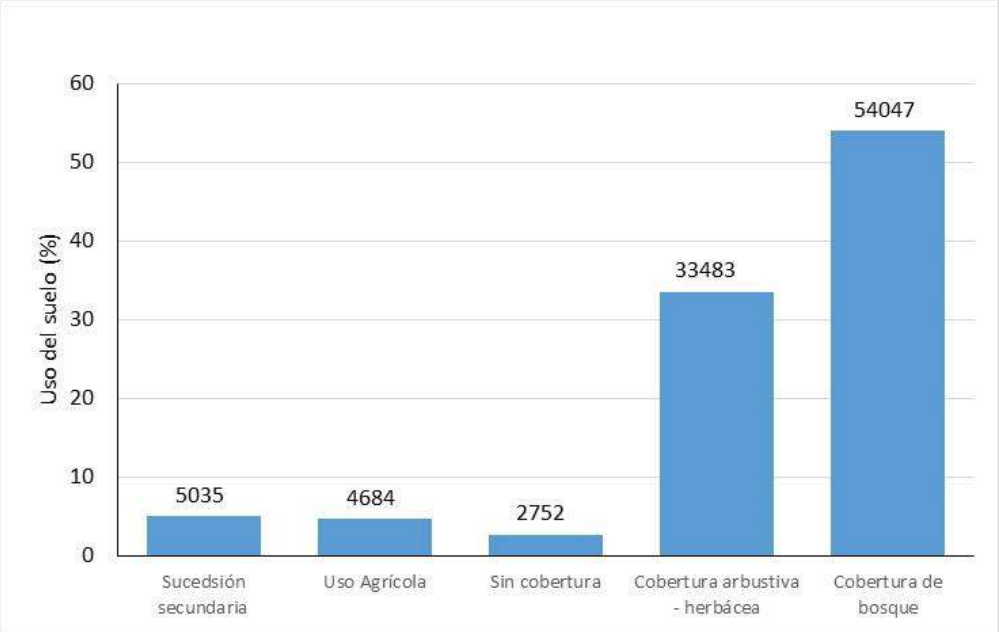


Figura 2.1.4. Uso Actual del Suelo en el Área Protegida (% y hectáreas).

b) ***Área Natural de Manejo Integrado (ANMI)****;* en la que si bien existe coberturas boscosas, éstas son escasas o son espacios de sucesión secundaria con mayor frecuencia de áreas agrícolas y son estos espacios donde están los centros poblados.

c) ***La Zona Externa de Amortiguación (ZEA)*****;** es un espacio geográfico externo al Área Protegida (AP), definido en forma participativa, en base a criterios técnicos y legales específicos para cada caso. Se considera los intereses de conservación y desarrollo sostenible del Área Protegida y de las poblaciones locales respectivamente; es la que tiene mayor intervención antrópica por actividades agrícolas, ganaderas y productivas (SERNAP, 2011).

2.1.1.4.5. Biodiversidad

El área protegida PN ANMI Serranía del Iñao es considerado como la región más rica en cuanto a biodiversidad del Subandino y el Chaco del departamento de Chuquisaca. La riqueza florística es de 644 especies (SERNAP, 2011). El cedro **(***Cedrela lilloi***),** cedrillo (*Cedrela fissilis*), lapacho (*Tabebuia lapacho*), morado ***(****Machaerium scleroxylon****),*** pino de monte (*Podocarpus parlatorei*), quina (*Myroxylon peruiferum*), timboy (*Enterolobium contortisiliquum*), roble (*Amburana cearensis*), tipa (*Tipuana tipu*), verdolago o palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), nogal (*Juglans australis, J. Boliviana*), guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*), cuchi (*Astronium urundeuva*), soto (*Schinopsis haenkeana, Schinopsis brasiliensis*) y cuta (*Phyllostilon rhamnoides*) son especies que predominan, y que también son de importancia forestal en los bosques Tucumano Boliviano y Chiquitano (Ibisch & Mérida, 2008; Killeen et al., 1993; Navarro & Ferreira, 2007b; Navarro & Maldonado, 2002; Schulenberg & Awbrey, 1997; SERNAP, 2011; Serrano & Carretero, 2000; Serrano & Terán, 1998; Serrano et al., 2015; Serrano, 2003).

En el Área Protegida se encuentran mamíferos, siendo un grupo de interés para la conservación, como el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el tapir o anta (*Tapirus terrestris*), el huaso (*Mazama americana*), y el chancho de monte (*Pecari tajacu*). Otros mamíferos de interés incluyen especies con distribución restringida como la ardilla y el conejo de monte (SERNAP, 2011; Serrano et al., 2015).

2.1.1.4.6. Ecorregiones

Por un lado el área protegida PN ANMI Serranía del Iñao, está ubicado dentro de tres provincias biogeográficas (Navarro & Ferreira, 2007a, 2007b, 2011; Navarro & Maldonado, 2002):

a) **Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumana:** Ocupa la mayor parte del área protegida, incluyendo cordilleras del Subandino, los valles interandinos e incorpora la vegetación de Yungas y Boliviano Tucumano.

b) **Provincia Biogeográfica del Chaco Boreal o Septentrional:** se extiende en gran parte del Municipio de Villa Vaca Guzmán y Padilla, esta región incluye la vegetación de Chaco, Chiquitano y de Cerrado Chiquitano.

c) **Provincia Biogeográfica del Chaco Serrano:** se extiende en el Municipio de Villa Vaca Guzmán, esta región incluye la vegetación del Chaco Seco, Chaco Serrano y del Cerrado Chiquitano. La formación característica es un bosque xerófilo, en buena medida caducifolio.

Por otro lado otros autores indican que el área protegida se encuentra dentro de las ecoregiones; Serrano Chaqueño, Gran Chaco, Chiquitano, Cerrado, Yungas y Tucumano Boliviano. En esta clasificación consideran aspectos fisonómicos, florísticos y biogeográficos (Ibisch & Mérida, 2008; Killeen et al., 1993).

2.1.1.4.7. Flora y vegetación

La vegetación nativa del Área Protegida, corresponde a bosque alto y mediano semicaducifolio. Además, existen otros tipos de cobertura vegetal de acuerdo a las características físicas de los diferentes lugares de cada serranía. En cada una de las ecoregiones y provincias biogeográficas del área, existe una composición florística específica, y tipos de vegetación (Huaylla & Cervantes, 2011; Ibisch & Mérida, 2008; Navarro & Ferreira, 2007a, 2007b, 2011; Navarro & Maldonado, 2002; Serrano & Carretero, 2000; Serrano, 2003; Villalobos, 2009):

a) **El bosque tucumano boliviano;** es una comunidad vegetal muy densa dominada por árboles siempre verdes. Se distribuye desde los 1100 a los 2200 msnm y se caracteriza por la diversidad de árboles que pueden alcanzar hasta los 30 m de altura (Villalobos, 2009). Son abundantes los bejucos y las plantas epifitas. Las especies comunes de este tipo de vegetación en los pisos superiores son el cedro (*Cedrela lilloi*), el nogal (*Juglans australis*), guapurú (*Myrcianthes callicoma*), el pino de monte (*Podocarpus parlatorei*), el arrayan (*Blepharocalyx salicifolius*) y *Myrcianthes pseudomato*. En las pendientes inferiores son característicos los bosques semideciduos de laureles y cebiles donde dominan el cebil (*Anadenanthera macrocarpa*), el horco cebil (*Parapiptadenia excelsa*) y lapachos (*Tabebuia spp.).*

b) **El bosque seco Chiquitano**; se presenta en suelos de origen sinclinal en sitios de fuertes pendientes. Este bosque en ocasiones puede ser de la misma altura que el bosque Tucumano Boliviano, además de compartir otras características fisonómicas. Una diferencia con el bosque semi-siempre verde es la pérdida del follaje de aproximadamente una mitad de los árboles, durante la época más seca en el año. Algunas especies de este bosque son el palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), el tajibo (*Tabebuia impetiginosa*), el morado (*Machaerium scleroxylon*), el palo rosado (*Aspidosperma cylindrocarpon*) y el cedrillo (*Cedrela odorata*). Las especies que

predominan en el estrato bajo incluyen a sahuinto (*Myrcianthes pungens*) y laurel (*Nectandra sp.*) En el Área Protegida existen otros tipos de vegetación como los palmares de *Ceroxylon sp.*, y *Syagrus sp.*, que se asocian a los dos tipos de bosques anteriores.

c) **El bosque de Yungas**; se encuentra escasamente representado en las cimas de las tres serranías y solo se puede encontrar en pequeños manchones en la región noroeste del Área Protegida. Las especies incluyen *Prunus tucumanensis*, *Weinnmania sorbifolia*, *Myrsine coriácea* y *Prumnopytis exigua* de porte mediano.

d) **La vegetación de Chaco**; presentan árboles en una franja ancha entre el bosque semideciduo Tucumano Boliviano, las lomas y serranías bajas de los valles entre serranías. Los árboles característicos de esta vegetación son bajos, de entre diez a doce y metros, con especies como *Schinopsis haenkeana*, *Anandenanthera macrocarpa*, *Zanthoxylon sp*, *Amburana cearensis*, *Zyziphus mistol*, *Pisonia zapallo*, *Piptadenia spp.*, entre otras varias plantas espinosas y completamente caducifolias.

e) **La vegetación de tipo cerrado**; se encuentra hacia el Este del Área Protegida, predominantemente sobre la serranía de Incahuasi. Son comunidades donde domina la palmera *Syagrus cardenasii*, la cual forma una comunidad densa y cerrada con alturas de hasta 3 metros. Las especies que se asocian a esta comunidad son *Astronium spp.*, *Athyana weinnmaninfolia*, *Lafoensia sp.*, entre otras.

f) **La vegetación riparia**; predomina en las riberas de los ríos y sus afluentes. Los árboles que lo componen alcanzan alturas entre los 10 y 15 m, con especies características como: algarrobo (*Prosopis alba*), juno (*Pithecellobium scalare*), además del ambaibo (*Cecropia arborea*) y sauce (*Salix humboldtiana*).

2.1.1.4.8. Riqueza florística

En el Área Protegida PN y ANMI Serranía del Iñao, se conoce un total de 644 especies de plantas vasculares de un estimado de 2500. De estas, 392 especies son leñosas, 194 especies arbóreas, 126 arbustos y 72 lianas. Las dicotiledóneas son el grupo más numeroso, seguido de pteridofitas, monocotiledóneas y gimnospermas (tabla 2.1.8) (SERNAP, 2011).

Recientemente se registraron doce especies nuevas para la ciencia, una del género *Prestonia* de la familia APOCYNACEAE, tres palmeras de los géneros *Ceroxylon, Syagrus y Acrocomia* de ARECACEAE, dos especies de *Peperomia* de PIPERACEAE, *Solanum y Cestrum* de SOLANACEAE, *Aristolochia* de ARISTOLOCHIACEAE, *Salvia alba* de LABIATAEAE, *Philibertia* de ASCLEPIADACEAE, *Cedrela saltensis* de MELIACEAE, que es un registro nuevo para el país (SERNAP, 2011).

Tabla 2.1.8. Riqueza florística por grupos taxonómicos del Área Protegida PN y ANMI Serranía del Iñao.

Taxón	Nº Familias	Nº Géneros	Nº Especies
Dicotiledóneas	95	268	472
Monocotiledóneas	10	30	39
Gimnospermas	1	1	1
Pteridofitos	20	41	132
Total	126	340	644

Fuente: (HSB, 2009; Huaylla & Cervantes, 2011)

2.1.1.4.9. Riqueza de fauna

Para el reino animal existen escasas investigaciones; El grupo de las aves es el más diverso con 326 especies, siendo un 23% del total del país, especies como la pava de monte (*Penelope obscura*) y la paraba frente roja (*Ara rubrogensys*), tucán (*Ramphastos toco)*, loro opa (*Pionus maximiliani)*, loro hablador o loro naranjero (*Amazona aestiva)* y condor (*Vultur gryphus)*. El grupo mamíferos con 41 especies, siendo el 10,6% del total de los mamíferos del país., entre ellos el jaguar (*Panthera onca*), tapir o anta (*Tapirus terrestris*) oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*), puma (*Puma concolor*), el huaso (*Mazama americana*), y chancho de monte (*Pecari tajacu*) (SERNAP, 2011; Serrano et al., 2015).

Para el caso de reptiles, 35 especies como la iguana (*Tupinambis teguixin*) y la víbora cascabel (*Crotalus durissus*) (Chavez, Carretero, Jiménez, & Gutiérrez, 2009; SERNAP, 2011). Para la ictiofauna, estudios superficiales realizados en el río Grande, Azero, y quebradas de la serranía Iñao y Ñahuañanca, registraron 13 especies, entre ellas un género endémico de la zona (*Trichomycterus)* (SERNAP, 2011; Serrano et al., 2015). En el caso del grupo insecta de los agroecositemas del área protegida, se identificó 369 especies (Céspedes et al., 2013).

2.1.1.4.10. Disturbios y amenazas ocasionados a la biodiversidad

Los principales disturbios antropogenicos ocasionados a la biodiversidad del Área Protegida PN y ANMI Serranía del Iñao son; la expansión del pastoreo extensivo, sobrepastoreo de los sistemas silvopastoriles, los desmontes con fines de habilitación de predios agrícolas o "*chaqueos*", incendios forestales, tala ilegal selectiva de especies maderables, tráfico de especies silvestres (vegetales y fauna), caza indiscriminada de animales silvestres y la pesca con elementos explosivos. Todos estos disturbios mencionados contribuyen a la degradación y pérdida de la biodiversidad, motivo que dio a la creación del área protegida un 28 de mayo del 2006, hasta la fecha estos siguen ejerciendo presión significativa. Por otro lado el estado de conservación de la biodiversidad de sus ecosistemas, se encuentra

amenazado principalmente por el potencial hidrocarburifero (bloque Azero) y la construcción de infraestructura vial (PROMETA & PCDSMA, 2001; SERNAP, 2011).

2.1.1.4.11. Caracterización del sistema de producción de bovinos

Entre las actividades pecuarias que se encuentran en orden de importancia son la ganadería bovina, porcina, equina, caprina, ovina y otras especies como ser aves de corral. La ganadería bovina es importante en la vida de las familias del Área Protegida, el sistema de cría es extensivo. Caracterizada por tener un escaso uso de tecnología y capital, limitaciones en la implementación de infraestructura productiva como alambrados, manejo inadecuado del hato que implica montas y parición sin control, y pastoreo continuo sobre forrajeras nativas del bosque desde los valles hasta la cima de la serranía (PROMETA & PCDSMA, 2001; SERNAP, 2011).

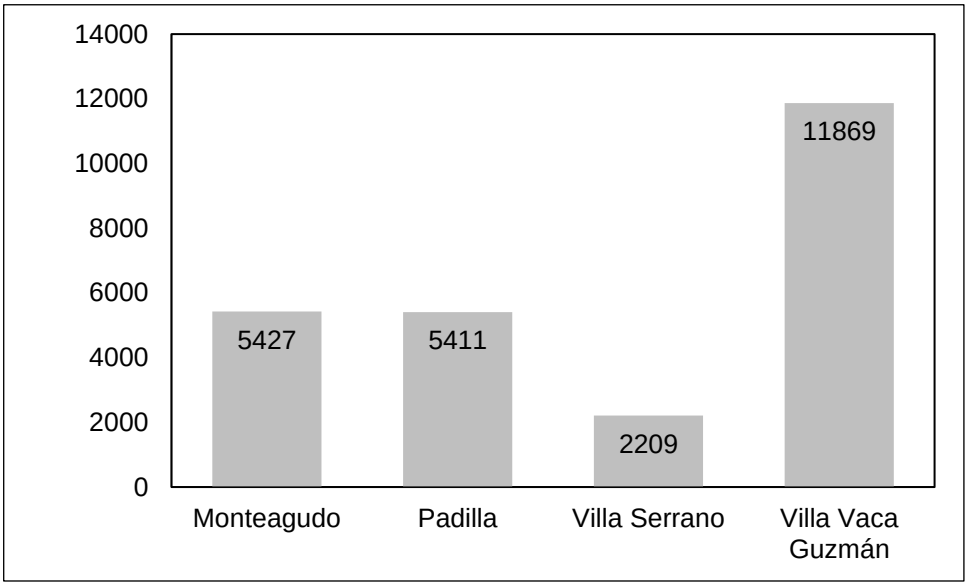


Figura 2.1.11. Cantidad de cabezas de ganado bovino por municipio dentro del PN-AN Manejo Integrado Serranía del Iñao

2.1.2. Selección de los sitios de muestreo

Se entrevistaron a informantes clave de las comunidades de Iripiti y Yuqui, y posteriormente se visitaron propiedades con distinto manejo silvopastoril donde se registró tanto la cantidad de animales como la superficie de pastoreo, el tiempo de uso con ganado doméstico y el tipo de pastoreo realizado. En base a esta información, se seleccionaron tres sitios de muestreo, uno de ellos sin pastoreo por ganado bovino y los otros dos sitios con diferencias tanto en cantidad de animales como en superficie de pastoreo utilizada e historia de uso, que se traduce en diferente presión de pastoreo (Ferri et al, 2015). Para estos dos últimos, teniendo en cuenta la superficie y la cantidad de cabezas bajo pastoreo en cada uno se determinó la carga animal (tabla 2.1). De esta manera la estancia de doña Hilda se identificó como el sitio con pastoreo moderado con 0.22 animales/ha (en adelante Sitio 2) y la estancia de don Gómez como el sitio con pastoreo intenso con 0.43 animales/ha (en adelante

Sitio 3). El Cañadón Anta aislado topográficamente al ingreso del ganado bovino es el sitio sin pastoreo o pastoreo muy leve si se tiene en cuenta al acceso a herbívoros nativos del tipo cervidos (en adelante Sitio 1).

Con respecto a la carga animal utilizada en estos bosques y sobre todo en el área de estudio, no existe información precisa pero para el área de llanura chaqueña, con otras realidades climáticas y diferente estructura y composición de la vegetación, se recomienda entre 0,03 a 0,04 UA.ha^{-1} (Ronco Consulting Corporation, 1990; FCBC, 2002; Bahn, 1991; Joaquín, 2008; Huallata, 2010).

Tabla 2.2. Principales características de los sitios de muestreo seleccionados en cuanto a superficie, densidad absoluta de ganado y carga animal.

Estancia y lugar	Tiempo de uso (años)	Total No. animales	Superficie total (has)	Superficie usada (has)	Carga (animales.ha^{-1})
Sitio 1 (Cañon Anta)	0	0			0,00
Sitio 2 (Doña Hilda)	30	87	487	400	0,22
Sitio 3 (Don Gómez)	50	2145	4958	4958	0,43

2.1.3. Diseño de muestreo

En cada uno de los sitios de muestreo, la distribución de los transectos fue de manera sistemática, para muestrear se instaló en cada sitio 10 transectos temporales tipo Gentry, donde se relevó la riqueza florística y la abundancia – cobertura por estrato de cada una de las especies identificadas (figura 2.2.3).

En cada uno de los sitios se instalaron diez transectos 50 x 20 m. Cada transecto (figura 2.2), a su vez se dividió en 10 parcelas de 10 x 10 m. En cada parcela se instaló de forma anidada dos subparcelas distribuidas en zig zag a lo largo del transecto. En cada parcela de 3 x 3 m se evaluó el estrato arbustivo y en cada parcela de 1 x 1 m se evaluó el estrato graminoso - herbáceo. Los detalles de los estratos son:

- Herbáceas =< 0.50 m.
- Arbustos >= 0.50 m a 2 m.
- Estrato arbóreo >= 2.01 m a 8 m.
- Estrato arbóreo >= 8.01 m.

Para cada estrato se realizó una lista florística con todas las especies presentes y a cada una de ellas se le asignó un valor de importancia relativa (abundancia – cobertura) (Braun-Blanquet, 1972; Mueller-Dumbois & Ellemberg, 1974), según la siguiente tabla (Tabla 2.2.3).

Tabla 2.2.3. Escala de abundancia-cobertura utilizada para el relevamiento de la vegetación (Modificada de Braun-Blanquet 1979; Mueller-Dombois y Ellemberg 1975)

Símbolo	Identificación	%
r	Muy raro, muy escasa cobertura	<1
+	Muy baja cobertura, poco abundante	1-5
1	Baja cobertura, poco abundante	5-10
2	Mediana cobertura, muy o poco abundante	10-25
3	Alta cobertura, muy o poco abundante	25-50
4	Alta cobertura, muy o poco abundante	50-75
5	Muy alta cobertura, muy o poco abundante	75-100

2.1.4. Establecimiento de parcelas y recolección de datos

Para la instalación de las transectos (figura 2.2.3), luego de realizar una recorrida exploratoria en cada sitio, se identificaron lugares más representativos en cuanto a estructura y composición, con la menor variabilidad topográfica posible. Una vez definido el lugar para la instalación del transecto, se marcó el punto de partida o inicio, luego se trazó una brecha de 50 m de largo con un rumbo definido y perpendicular a la pendiente.

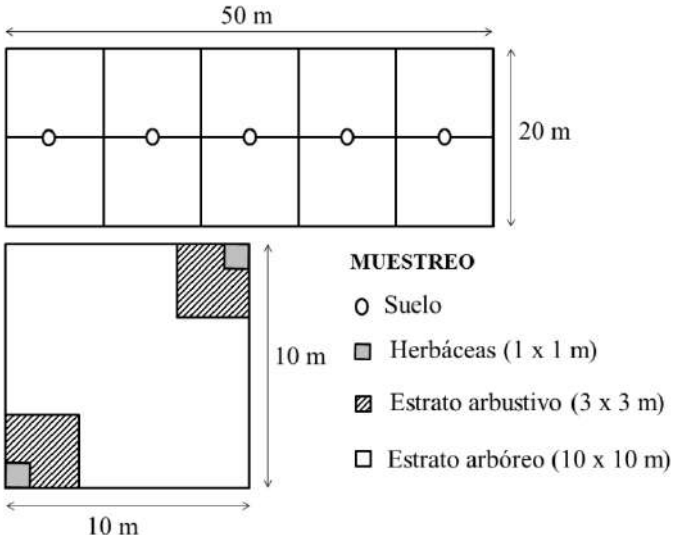


Figura 2.2.3. Croquis del transecto de muestreo

A medida que se abrió la brecha se colocaron estacas o jalones marcados con cintas de color naranja cada 10 m, de estos jalones con la ayuda de la brújula se abrieron brechas perpendiculares de 10 m a cada lado, los extremos de estas brechas se marcaran con jalones y cintas de color naranja. Al finalizar este procedimiento se definió una parcela de muestreo de 0,1 ha, de 20 m de ancho por 50 m de largo (figuras 2.2.3 y 2.2.7).

Para la identificación de las especies forrajeras se contó con trabajos previos realizados en la el área protegida por Quispe (2013), en la que algunas de las especies ya

habían sido catalogadas según su preferencia por el ganado bovino. En aquellas sobre las que no se contaba con información se observó directamente en cada el sitio si la especie estaba o no pastoreada, cuando el 50% - 100% de los individuos de la especie estaban pastoreados se le considero como forrajera, cuando el 30% - 49% de los individuos estaban pastoreados poco forrajera, cuando ningún individuo de una especie es pastoreado se le consideró como no forrajera. También se consultó a los propietarios e informantes claves que contribuyeron en esta clasificación de especies forrajeras.

2.1.5. Colección e identificación de muestras de herbario

Se procedió a la colección y herborización de todas las especies presentes dentro y fuera del transecto (figura 2.2.5). Para la determinación e identificación de las especies se usó claves dicotómicas a nivel familia, género y especie en el Herbario del Sur de Bolivia (HSB), también determinaron especialistas de la familia Amaranthacea, Acanthaceae y Poaceae, y finalmente se identificó algunas especies de la familia Poaceae y Leguminosae en el Instituto de Botánica Darwinion (SI).

Figura 2.2.5. Colección de muestras de herbario y microherbario

2.1.6. Muestreo del suelo

Dentro de cada uno de los transectos se tomaron cinco muestras de suelo, distribuidas equitativamente en la mitad y hacia lo largo del transecto (figura 2.2.3). Se retiró la broza y se tomó una muestra de 5 cm de profundidad, con cilindros de densidad aparente de un volumen de 98,52 cm^3 (5,6 cm de diámetro por 4 cm de profundidad) (figura 2.2.6).

2.1.7. Análisis de laboratorio

El análisis de suelos se realizó en el Laboratorio de Suelo y Agua de la Facultad de Agronomía, de la Universidad Nacional de la Pampa y la EEA INTA Anguil “Ing. Agr. Guillermo Covas”. Las variables que se determinaron fueron:

- Densidad aparente ($g.cm^3$)
- Textura (% de arcilla, limo y arena)

- Carbono orgánico total (%)

Figura 2.2.6. Detalle de la toma de muestreo del suelo

Figura 2.2.7. Detalle del establecimiento de los transectos en el bosque montano.

Para determinar densidad aparente las muestras de suelo se hizo secar en horno a una temperatura de 60°C durante 48 horas, hasta que el peso del suelo sea constante, para luego calcular con la siguiente fórmula: DA ($g.cm^{-3}$) = Peso del suelo seco (g) / Volumen del cilindro (cm^3). Para la textura las muestras de suelo se tamizaron mediante un tamiz de 2 mm, y luego se utilizó el método del hidrómetro de Bouyoucos. Para carbono orgánico total se usó el

método de oxidación y reducción en húmedo con dicromato de potasio y ácido sulfúrico y lectura colorimétrica del dicromato (Skjemstad y Baldock, 2003). El contenido de materia orgánica (MO) fue calculado a partir del contenido de carbono orgánico total, multiplicado por el factor 1,72 (Skjemstad y Baldock, 2003).

2.1.8. Análisis estadístico

Para el análisis de las propiedades edáficas se confeccionó una matriz donde se registraron los datos correspondientes a textura, densidad aparente (DA, $g.cm^{-3}$), proporción de limo + arcilla (L+A, %) y proporción de materia orgánica (MO, %) para cada uno de los muestreos realizados en los distintos sitios (3 sitios x 50 muestras en cada uno). Con esta matriz se realizó un PCA con el objeto de explorar posibles diferencias o similitudes entre sitios de muestreo. Posteriormente, cada una de las variables estudiadas entre los sitios de muestreo, fueron analizadas mediante ANOVA y las diferencias fueron establecidas mediante test de Tukey (α= 0,05).

Con los datos de abundancia cobertura de la vegetación se confeccionaron matrices independientes por estrato de vegetación, que contenían la totalidad de las especies relevadas en cada uno de los censos realizados en los distintos sitios de muestreo. Todos los cálculos posteriores tuvieron como origen esta base de datos.

Para el análisis de la estructura de las comunidades se mantuvo la individualidad de los estratos para cada uno de los sitios y se trabajó con una matriz que sintetizaba la cobertura por estrato y el promedio por transecto. Posteriormente, la cobertura de los estratos dentro de cada sitio y entre los sitios de muestreo, fue analizada mediante ANOVA y las diferencias fueron establecidas mediante test de Tukey (α= 0,05).

Para los estudios correspondientes a la composición florística y diversidad se confeccionaron matrices que contenían la totalidad de las especies de la comunidad con abundancia cobertura total en cada censo para el caso en que estuvieran presentes en más de un estrato. La diversidad ecológica se calculó para cada censo mediante el índice de Shannon & Weaver como una función que integra la riqueza y la abundancia específica (Shannon & Weaver, 1949):

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} (p_i \text{ x } \mathrm{Log}_2\ p_i)$$

Posteriormente se realizó la estimación de la diversidad ecológica promedio de cada sitio a partir del promedio de abundancia de cada una de las especies en la totalidad de los muestreos realizados. Se analizó la riqueza específica y la diversidad ecológica por estratos dentro de cada sitio y entre sitios mediante ANOVA y las diferencias fueron establecidas mediante test de Tukey (α= 0,05).

Posteriormente con el objeto de identificar la importancia de las distintas especies en la comunidad, para cada uno de los sitios se establecieron rangos de abundancia cobertura (0-5, 5-10, 10-20, 20-30 y >30 %) y de frecuencia (0-25; 25-50; 50-75 y 75-100 %) y para cada uno de ellos se contabilizo tanto el número de especies y como la abundancia cobertura total que representaban.

La identificación de grupos florísticos se realizó a partir de las especies con valores de frecuencia superior a 60 % en cada uno de los tres sitios de muestreo. Se confeccionó una matriz que incluyó los tres sitios y los promedios de estas especies por transecto y a cada especie se le asignó un número de acuerdo a la frecuencia que tuvo en cada uno de los sitios. Grupo 1: especies con mayor frecuencia en el Sitio 1; Grupo 2: especies frecuentes en los Sitios 1 y 2; Grupo 3: especies frecuentes en los tres sitios; Grupo 4: especies con mayor frecuencia en los Sitios 2 y 3; Grupo 5: especies con mayor frecuencia en el Sitio 3. Con esta matriz se realizó un PCA con el objeto de establecer asociaciones entre los sitios y los grupos florísticos integrados por las especies más frecuentes.

Posteriormente, cada una de las especies relevadas, fue catalogada según su aptitud forrajera (EF: Excelente forrajera, F: Forrajera, PF: Pobre forrajera, NF: No forrajera y D: Desconocida; Quispe 2013) y se confeccionó una matriz que contenía el promedio de abundancia cobertura de cada grupo, por transecto y por estrato, para cada uno de los sitios.

Con esta información, de acuerdo a la abundancia cobertura y a la presión de pastoreo observada en cada uno de los sitios se procedió a identificar una posible dinámica de las especies frente al pastoreo y se las clasificó en Decrecientes, Crecientes – Crecientes, Crecientes Decrecientes e Invasoras (Huss et al, 1986).

Todos los análisis estadísticos fueron realizados mediante el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2014).

3. CAPITULO 3

3.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.1. PROPIEDADES EDÁFICAS EN SITIOS CON DISTINTA PRESIÓN DE PASTOREO

En la figura 3.1.1 se puede observar la distribución de las variables edáficas analizadas según los sitios con diferente presión de pastoreo y sin pastoreo. El CP1 explica en un 56,3 % una gran dispersión de las muestras provenientes de los distintos sitios de muestreo posiblemente debido a la heterogeneidad ambiental. Aun así se pueden identificar las muestras provenientes del Sitio 2 con mayor DA de aquellas provenientes del Sitio 3 con mayor contenido de L+A y de MO. Luego, mediante el CP2 que explica en un 33,7 % la dispersión de las muestras, se puede observar un gradiente donde se identifica claramente aquellas provenientes del Sitio 1 de los otros dos sitios, estos últimos con mayores contenidos de L+A y mayor DA.

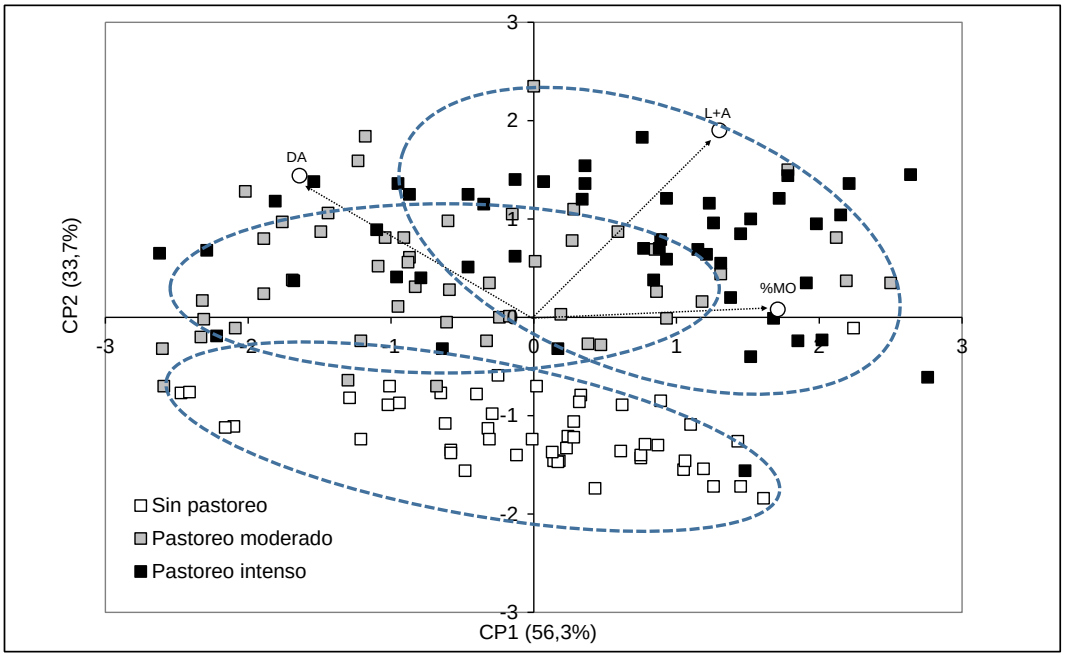


Figura 3.1.1. AFC sobre las propiedades edáficas (DA: densidad aparente, L+A: limo+arcilla y %MO: proporción de materia orgánica) en suelos provenientes de sitios con distinta presión de pastoreo.

3.1.1.1. Textura

En términos generales se observan diferencias (α= 0,05) en la textura de los suelos provenientes de los sitios de muestreo con distinta presión de pastoreo. Los suelos con menor contenido de la fracción L+A fueron aquellos provenientes del Sitio 1, mientras que los

mayores valores se registraron en los suelos provenientes de los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente, figura 3.1.2)

Las clases texturales en base a la proporción de arcilla + limo de los sitios de muestreo son muy heterogéneos (figura 3.1.2 y 3.1.3). Para el Sitio 1, sin pastoreo, domina la clase arenosa (textura gruesa), posteriormente se encuentra la arenoso franca y franco arenosa. Para el Sitio 2 con pastoreo moderado domina la clase franco arenosa (textura media), seguida de arenoso franca, arenosa, franca y franco limosa. Para el Sitio 3 con pastoreo intenso fue franco arenosa (textura media), seguida de franca, arenosa franca y arenosa.

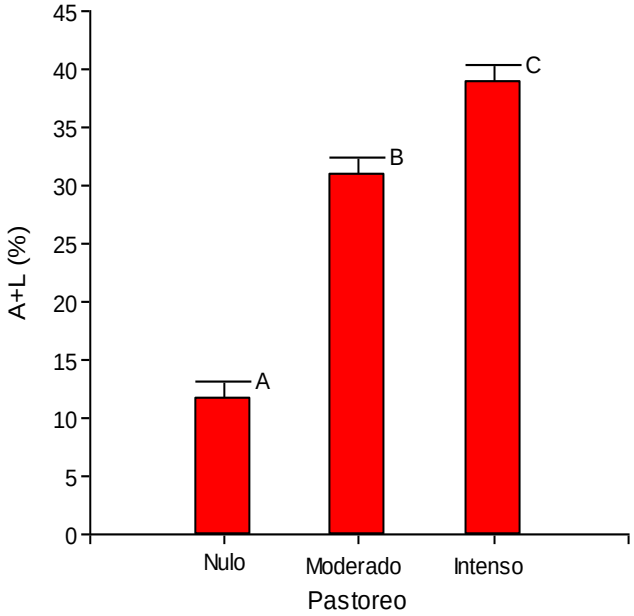


Figura 3.1.2. ANOVA sobre la pproporción de limo + arcilla (%) en sitios con diferente intensidad de pastoreo. Letras diferentes entre sitios indican diferencias significativas (Tukey α= 0,05).

La textura gruesa del Sitio 1, es quizás provocado por la lluvia que provoca el arrastre de las fracciones granulométricas al fondo de la quebrada, evidentemente el muestreo se realizó en el fondo de la quebrada. Otros resultados en sitios similares, concuerdan con la variabilidad de la textura en un mismo sitio y la dominancia de la clase textural (franco arenosa), específicamente en bosques montanos secundarios y en sitios cultivables de la comunidad del Zapallar, del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (Coronado, 2014; Orias, 2014)

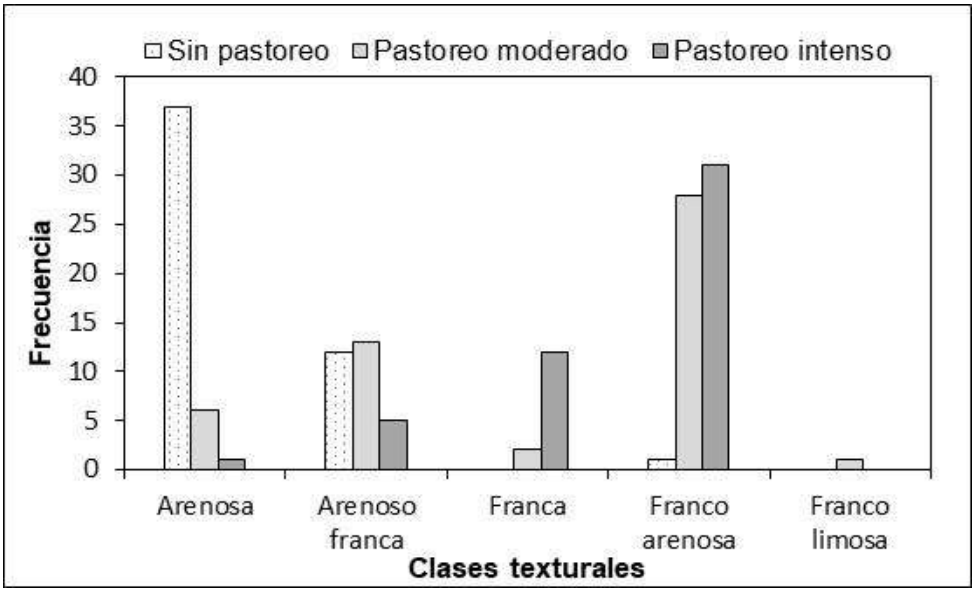


Figura 3.1.3. Frecuencia (%) de las clases texturales los suelos por sitios de muestreo.

3.1.1.2 Densidad aparente

La DA fue diferente según los sitios con diferente presión de pastoreo. La menor DA se observó en el Sitio 1 con ausencia de pastoreo mientras que los mayores valores se registraron en los sitios Sitios 2 y 3 con los mayores registros de presión de pastoreo (figura 3.1.4).

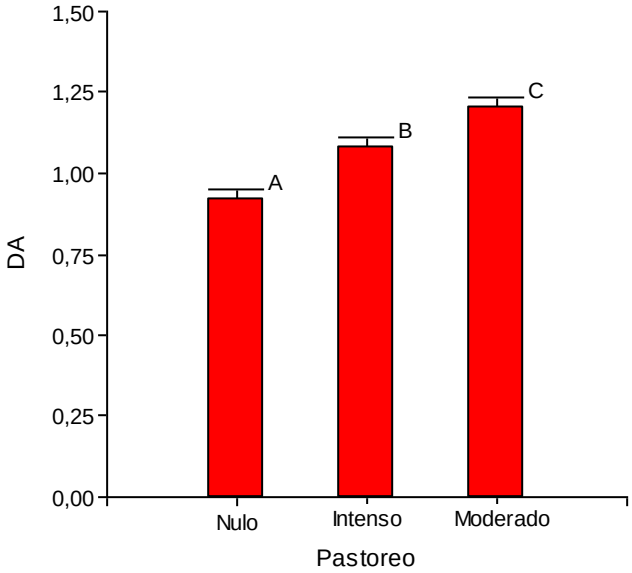


Figura 3.1.4. Densidad aparente en sitios con diferente intensidad de pastoreo. Letras diferentes entre sitios indican diferencias significativas (Tukey α= 0,05).

Por otra parte, cuando se observa la distribución de los valores de DA en un gradiente de proporción de L+A para todos los sitios de muestreo no se detecta una relación significativa entre esas dos variables. Sin embargo, cuando se observa la distribución de esos valores teniendo en cuenta cada uno de los sitios según su historia de pastoreo, el Sitio 1 se identifica claramente ya que posee menor densidad aparente y menor contenido de L+A que en los sitios con pastoreo. En estos últimos, si bien no se detectan diferencias en los contenidos de L+A y en la DA, se pueden observar ligeras diferencias en el sentido de menor DA y mayor contenido de L+A en el Sitio 3, donde se registró la mayor presión de pastoreo (figura 3.1.5).

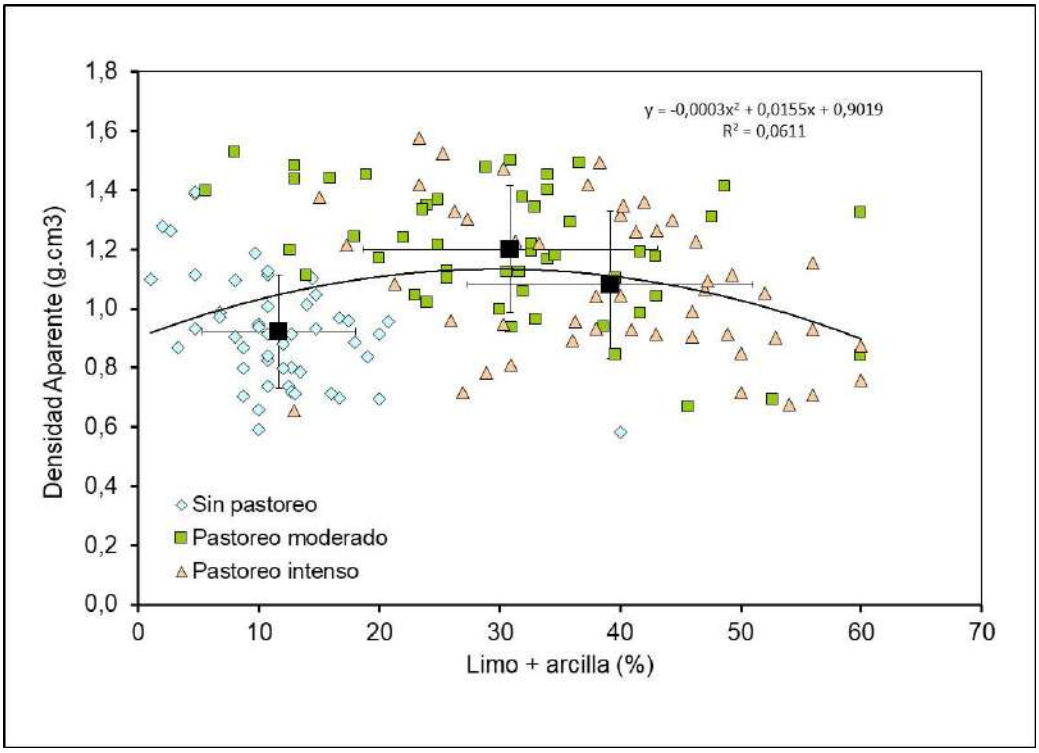


Figura 3.1.5. Distribución de los valores de DA en un gradiente de proporción de L+A para para los suelos provenientes del sitio con pastoreo nulo (Sitio 1) y los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente).

Es bien conocido que la DA varía con la textura del suelo y con el contenido de materia orgánica, y a su vez esta última puede variar estacionalmente por efecto del clima y también por efecto del pastoreo (Taboada & Álvarez, 2008).

3.1.1.3. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica (MO) de los suelos difiere según provenga de los sitios con presión de pastoreo nula, moderara o alta. El ANOVA realizado sobre los datos provenientes de los tres sitios de muestreo permite identificar al sitio con mayor presión de pastoreo (Sitio 3) con mayor contenido de MO (α= 0,05) mientras que no se observan diferencias significativas entre los sitios con presión de pastoreo moderada y nula (figura 3.1.6).

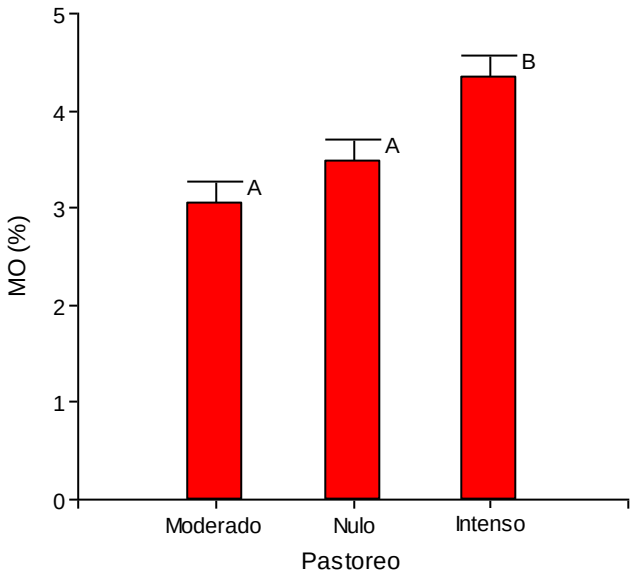


Figura 3.1.6. Contenido de materia orgánica (MO) en sitios con ausencia de pastoreo, presión de pastoreo moderada y alta. Letras diferentes indican diferencias significativas (Tukey α= 0,05).

Posiblemente, el mayor contenido de MO del Sitio 3 esté asociado en primer lugar al mayor contenido de L+A. Esto último, a su vez podría ser provocado por la mayor intensidad de pisoteo durante mucho tiempo que podría también contribuir a una mayor fragmentación y deposición de la fitomasa sobre la superficie del suelo. A esto podría sumarse en época de lluvia una redistribución y arrastre de la MO y de la fracción L+A de las laderas hacia las áreas más planas.

En la figura 3.1.7 se observa la distribución del contenido de materia orgánica (MO) en un gradiente de proporción de L+A, si bien se detecta un incremento en los contenidos de MO conforme aumenta el contenido de L+A esa relación no es significativa. Aquí se observa nuevamente una menor dispersión de los valores provenientes del Sitio 1 donde los valores registrados de MO se relacionan con los menores valores registrados de L+A. Luego, para los suelos provenientes de los sitios con presión de pastoreo moderada y alta, si bien se observa

una mayor dispersión tanto de los valores de MO como de L+A, los mayores valores para ambos parámetros corresponden al sitio con mayor presión de pastoreo, o sea el Sitio 3.

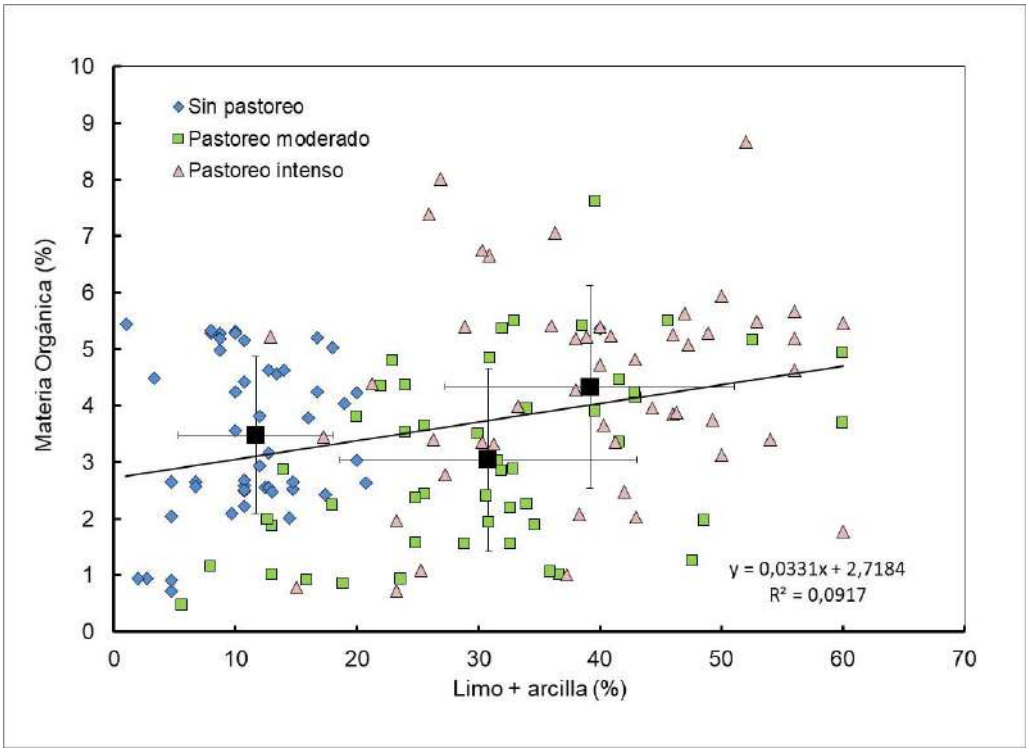


Figura 3.1.7. Distribución de los contenidos de materia orgánica (MO) en un gradiente de proporción de L+A para para los suelos provenientes del sitio con pastoreo nulo (Sitio 1) y los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente).

Por otra parte, con respecto a la relación entre la DA y el contenido de MO, considerando los tres sitios, se observa una relación inversa entre ambas variables. En la primera parte de la curva, con los mayores valores de DA y menores de MO se observa una mayor concentración de los valores provenientes del sitio con pastoreo intermedio mientras que en el otro extremo de la curva, con los menores valores de DA y mayores de MO se observa una mayor concentración de los valores provenientes del sitio con mayor presión de pastoreo. Los valores provenientes del Sitio 1 se ubican en una posición intermedia (figura 3.1.8).

Desde un punto de vista general, las diferencias texturales encontradas entre los suelos de los tres sitios de muestreo pueden ser atribuidas a distintos procesos pedogenéticos asociados en muchos casos a diferentes situaciones topográficas. Es evidente que el pastoreo no tiene un efecto directo sobre estos procesos pero en algunos casos puede contribuir a mayores deposiciones de materiales finos tipo limo y arcilla al disminuir la cobertura vegetal sobre el suelo y mediante el pisoteo que facilita el posterior trasporte desde

laderas y zonas más altas hacia las zonas planas más bajas, fenómeno muy notable en la época de lluvias. Esto ocasiona también en muchos casos una redistribución de la MO del suelo asociada a menores coberturas por efecto del pastoreo y a las escorrentías superficiales. Con respecto a la DA, si bien no se observó una relación directa con los contenidos de L+A los mayores valores registrados estuvieron siempre asociados con los sitios pastoreados, en especial con la mayor presión de pastoreo

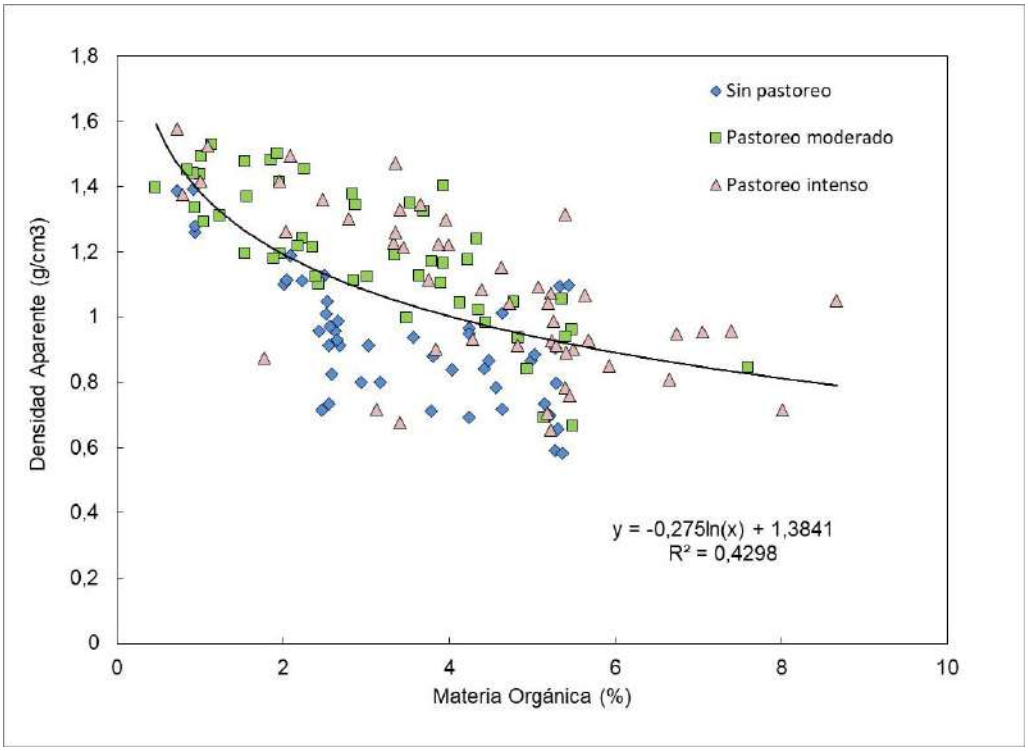


Figura 3.1.8. Relación entre la densidad aparente (DA) y el contenido de materia orgánica (MO,%) para para los suelos provenientes del sitio con pastoreo nulo (Sitio 1) y los sitios con presión de pastoreo moderada y alta (Sitios 2 y 3 respectivamente).

Con respecto a la MO, contrariamente a lo esperado, los mayores contenidos se observaron en los suelos con mayor presión de pastoreo y esto podría estar relacionado con los mayores contenidos de L+A que actuarían reteniendo mayores contenidos de MO y al efecto del pisoteo sobre el material vegetal existente sobre la superficie del suelo. Otra causa probablemente es por la lluvia que ocasiona arrastre de hojas y capas superficiales del suelo (MO) desde las laderas hacia zonas planas donde en general se ubicaron la mayoría de las parcelas.

3.2. CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA EN SITIOS CON DISTINTA PRESIÓN DE PASTOREO

3.2.1. Proporción de familias por sitio

A partir de todos los relevamientos realizados en los tres sitios se identificaron un total de 68 familias, de las cuales la mayoría está representada por una sola especie. El 58 % de esas familias es común a los tres sitios de muestreo. En el Sitio 1, se identificaron el 76% de las familias de toda el área con un total de 198 especies, de las cuales 52 no pudieron ser identificadas, mientras que en los Sitios 2 y 3 se identificaron el 79 y 75 % del total de taxones relevados con 131 y 173 especies respectivamente, de las que 13 y 49 tampoco pudieron ser identificadas. En el Sitio 1 se registró un 14,7 % de familias exclusivas, mientras en los Sitios 2 y 3 esos valores fueron de 7,3 y 5,8 % respectivamente.

Entre los Sitios 1 y 2 se observa que comparten 2,9 % de las familias relevadas, que a su vez que no se encuentran en el sitio con mayor presión de pastoreo. Mientras tanto, entre los Sitios 2 y 3 se detectó un 10,3 % de familias que son comunes a ambos y por último, en el sitio Sitio 3 se observó que un 5,9 % de las mismas son exclusivas.

La familia con mayor cantidad de especies es el de Leguminosae (14, 13 y 8 para los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente), le siguen Asteraceae (10, 8 y 10), Poaceae (5, 7 y 6), Sapindaceae (9, 6 y 6), Lauraceae (7, 2 y 2), Mirtaceae (7, 3 y 4), Bignoniaceae (9, 6 y 10), Apocynaceae (9, 4 y 6) y Solanaceae (4, 4 y 7).

La abundancia cobertura de las familias exclusivas en general es muy baja mientras que algunos de los taxones compartidos aumentan o disminuyen su importancia conforme aumenta la presión de pastoreo. Así por ejemplo, las Poáceas pasan de una abundancia cobertura de 42,9% en el Cañón Anta a 5,34 y 3,47 % en los Sitios 2 y 3 respectivamente. Las Leguminosas en el Sitio 1 poseen una cobertura de 63,6% mientras que en los Sitios 2 y 3, se observó apenas 9,1 y 4,5 % respectivamente. En el caso de las Acantháceas se observa un incremento en la cobertura en el Sitio 2 y una importante disminución en el Sitio 3 y por último, las Celastráceas y Sapotáceas incrementan notablemente su cobertura conforme aumenta la presión de pastoreo, ya que los valores más altos se registraron en el Sitio 3 (tabla 3.2.1).

Tabla 3.2.1. Importancia relativa, abundancia-cobertura y riqueza de taxones en sitios con diferente presión de pastoreo (Sitio 1: ausencia de pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso.

Pastoreo	Ausente			Moderado			Intenso		
	N° sp	%	Ab-Cob (%)	N° sp	%	Ab-Cob (%)	N° sp	%	Ab-Cob (%)
Lecytidaceae	1	0,51	6,57						
Marantaceae	1	0,51	2,19						
Cyperaceae	1	0,51	0,10						
Thelypteridaceae	1	0,51	0,03						
Blechnaceae	1	0,51	0,62						
Basellaceae	1	0,51	0,08						
Equisetaceae	1	0,51	0,02						
Orchidaceae	1	0,51	0,05						
Picramniaceae	1	0,51	0,08						
Rosaceae	1	0,51	0,03						
Rutaceae	1	0,51	0,07	1	0,76	0,1			
Primulaceae	2	1,01	2,55	1	0,76	0,0			
Violaceae				1	0,76	12,4			
Menispermaceae				1	0,76	0,0			
Achatocarpaceae				1	0,76	0,1			
Aristolochiaceae				1	0,76	0,0			
Cannabaceae				1	0,76	2,5			
Boraginaceae	1	0,51	0,02				2	1,16	1,01
Leg.-Mimo.	9	4,55	52,31	8	6,11	38,3	5	2,89	30,21
Poaceae	5	2,53	42,97	7	5,34	6,0	6	3,47	0,54
Sapotaceae	2	1,01	21,86	1	0,76	23,4	1	0,58	58,01
Piperaceae	3	1,52	16,22	2	1,53	0,1	3	1,73	0,23
Acanthaceae	4	2,02	15,55	2	1,53	65,5	3	1,73	29,01
Nyctaginaceae	2	1,01	11,44	2	1,53	12,7	1	0,58	3,24
Leg.-Pap.	5	2,53	11,35	5	3,82	2,5	3	1,73	4,28
Sapindaceae	9	4,55	11,30	6	4,58	16,3	6	3,47	6,26
Rubiaceae	5	2,53	10,10	3	2,29	3,2	3	1,73	1,06
Lauraceae	7	3,54	8,89	2	1,53	1,2	2	1,16	0,30
Myrtaceae	7	3,54	8,25	3	2,29	8,4	4	2,31	89,85
Celastraceae	1	0,51	7,48	1	0,76	14,2	1	0,58	22,20
Meliaceae	2	1,01	7,03	2	1,53	4,6	2	1,16	0,56
Urticaceae	3	1,52	6,08	2	1,53	3,7	2	1,16	1,78
Araliaceae	1	0,51	4,64	1	0,76	0,3	1	0,58	0,59
Asteraceae	10	5,05	4,63	8	6,11	5,7	10	5,78	3,64
Polygonaceae	1	0,51	4,10	2	1,53	0,6	2	1,16	0,96
Bignoniaceae	9	4,55	4,02	6	4,58	11,2	10	5,78	10,47
Moraceae	4	2,02	3,77	1	0,76	0,5	2	1,16	1,09
Solanaceae	4	2,02	3,50	4	3,05	8,8	7	4,05	4,14
Pteridaceae	5	2,53	1,07	1	0,76	0,0	1	0,58	0,01
Malvaceae	2	1,01	1,02	6	4,58	1,3	5	2,89	0,35
Amaranthaceae	4	2,02	0,98	4	3,05	0,2	4	2,31	0,17
Apocynaceae	9	4,55	0,80	4	3,05	5,5	6	3,47	2,36
Phytolaccaceae	1	0,51	0,69	3	2,29	34,2	2	1,16	61,78
Malpighiaceae	1	0,51	0,68	1	0,76	1,1	1	0,58	1,17
Rhamnaceae	1	0,51	0,61	1	0,76	0,2	1	0,58	0,13
Annonaceae	1	0,51	0,41	1	0,76	1,8	1	0,58	7,81
Euphorbiaceae	3	1,52	0,38	4	3,05	0,3	4	2,31	0,19
Erythroxylaceae	1	0,51	0,37	1	0,76	0,1	1	0,58	0,07
Ulmaceae	2	1,01	0,36	1	0,76	0,7	2	1,16	1,17
Vitaceae	2	1,01	0,23	1	0,76	0,1	1	0,58	0,03
Aspleniaceae	1	0,51	0,18	1	0,76	0,1	1	0,58	0,04
Cactaceae	1	0,51	0,02	2	1,53	0,2	2	1,16	0,02
Caricaceae	1	0,51	0,02	1	0,76	0,1	1	0,58	0,05
Araceae	1	0,51	0,01	1	0,76	0,0	1	0,58	0,63
Smilacaceae	1	0,51	0,01	1	0,76	0,0	1	0,58	0,05
Leg.-Caes.	1	0,51	0,01	1	0,76	4,5	1	0,58	3,47
Conmelinaceae	1	0,51	0,01	1	0,76	0,0	1	0,58	0,12
Berberidaceae				1	0,76	0,0	1	0,58	0,01
Elaeocarpaceae				1	0,76	0,0	1	0,58	0,01
Cucurbitaceae				1	0,76	0,0	1	0,58	0,02
Asparagaceae				1	0,76	0,0	1	0,58	0,01
Portulaccaceae				1	0,76	0,0	1	0,58	0,04
Schizaeceae				1	0,76	0,1	1	0,58	0,02
Selaginellaceae				1	0,76	0,0	1	0,58	0,68
Dryopteridaceae							1	0,58	0,01
Oxalidaceae							1	0,58	0,09
Passifloraceae							1	0,58	0,02
Aristolochiaceae							1	0,58	0,01
Indeterminada	52	26,26	14,73	13	9,92	1,8	49	28,32	6,81
Total	**198**	**100**	**290,39**	**131**	**100**	**294,59**	**173**	**100**	**356,69**

3.2.2. Composición específica

La composición específica del área y la abundancia cobertura de las especies se encuentra muy relacionada con los sitios de muestreo. A partir de un AFC sobre la abundancia-cobertura de las especies con frecuencia entre 30 y 70 % se pueden observar claramente tres agrupamientos que coinciden con los sitios identificados por su diferente presión de pastoreo. El eje 1 explica un 32 % de la dispersión de puntos y permite separar claramente los censos provenientes del Sitio 1 de los otros dos, pudiéndose interpretar como un gradiente que va desde ausencia hasta presencia de pastoreo. Por el otro lado, se ubican los otros dos sitios con diferente presión de pastoreo, Sitio 2 y 3 los que se separan a lo largo del eje 2, que explica un 15,42% de la dispersión y podría indicar un gradiente de pastoreo desde una presión moderada en el sitio Doña Hilda a una presión de pastoreo más intensa en el Sitio 3.

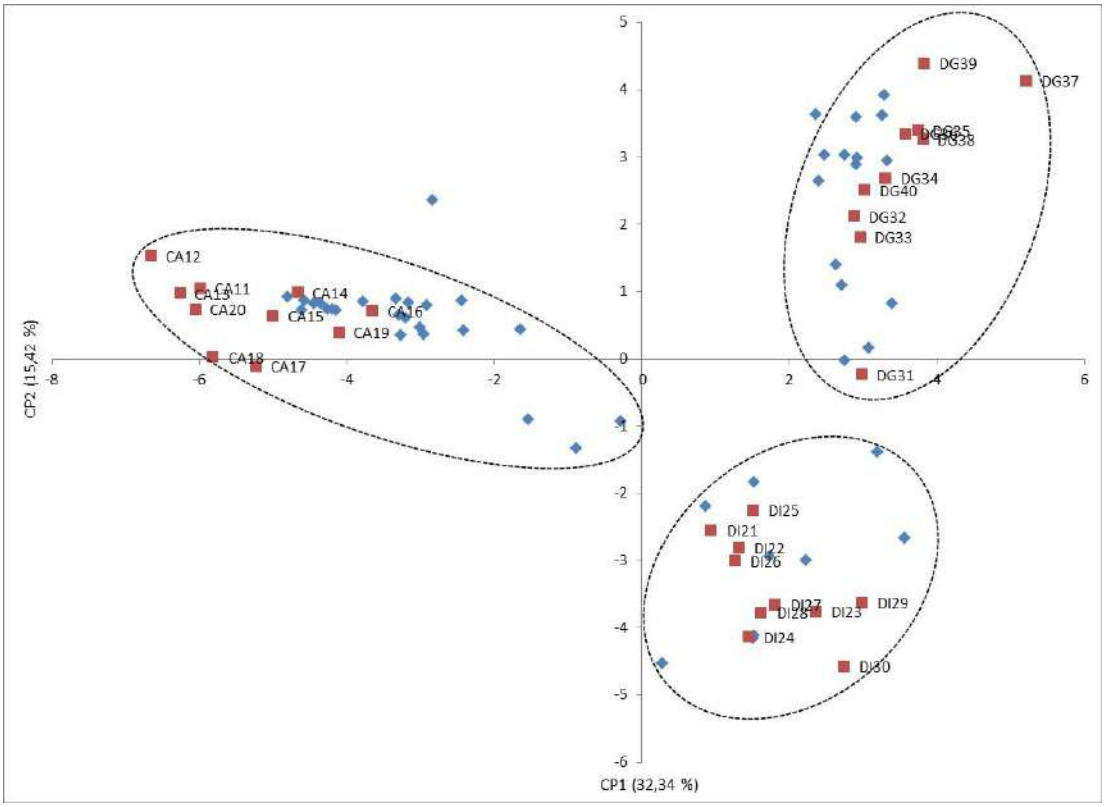


Figura 3.2.1. AFC sobre abundancia-cobertura de las especies (%) con frecuencia entre 30 y 70% y los censos realizados en los sitios con presión de pastoreo diferente ubicadas en el bosque montano (CA: Sitio 1, Sin pastoreo, DI: Sitio 2, Pastoreo moderado y DG: Sitio 3, Pastoreo intenso).

En la tabla 3.2.2 se sintetiza la composición florística para cada uno de los sitios estudiados. Se incluyen sólo las especies con frecuencias superiores al 50 % con el objeto de diferenciar aquellas especies y grupos florísticos que sean característicos.

Entre los tres sitios se relevaron 342 especies y se observan notables diferencias entre ellos tanto en la presencia de especies como en la abundancia cobertura o la frecuencia de las mismas. Algunas de ellas son exclusivas de uno u otro sitio y muchas otras (la mayoría) son compartidas entre los tres sitios.

Un primer grupo florístico integrado por 20 especies es exclusivo del Sitio 1 donde se destaca la presencia de *Olyra fasciculata*, *Inga marginata* y *Erythrina falcata.*

Un segundo grupo de 8 especies se lo encuentra tanto en el Sitio 1 como en el Sitio 2. Se destaca una mayor abundancia cobertura de *Chrysophyllum gonocarpum* en el Sitio 1 y menor de *Oplismenus hirtellus*, bejuco forrajero y *Justicia ramulosa* en el Sitio 2.

Un tercer grupo integrado por 36 especies, se halla indistintamente en los tres sitios con diferencias de abundancia cobertura o frecuencia entre ellos; camba chari, *Pisonia zapallo*, *Coccoloba tiliacea*, *Myroxylon peruiferum* y *Panicum trichanthum* son más abundantes y frecuentes en el sitio con presión de pastoreo nulo, mientras que *Justicia* cf. *kuntzei, Pristimera andina*, *Gallesia integrifolia*, *Caesalpinia pluviosa*, *Anadenanthera colubrina, Allophylus edulis*, *Capsicum* cf. *eximium*, *Anadenanthera colubrina* y *Myrcianthes pungens* son más abundantes en los sitos con pastoreo. Entre estos últimos se destacan los altos valores de abundancia cobertura de *Gallesia integrifolia* y *Myrcianthes pungens* en el sitio Doña Hilda (61.34 y 85.11 % respectivamente) y *Justicia* cf. *kuntzei, Allophylus edulis* y *Anadenanthera colubrina* en el Sitio 3 (64,49; 15,73 y 24,98 % respectivamente).

Un cuarto grupo florístico integrado por 12 especies aparece en los dos sitios con pastoreo por ganado vacuno, se destaca *Pavonia* cf. *communis* con 23.40 % de abundancia cobertura en el Sitio 3, con mayor presión de pastoreo. El resto de las especies si bien son muy frecuentes poseen bajos valores de abundancia – cobertura.

Por último, el quinto grupo florístico identificado es exclusivo del Sitio 3, con mayor presión de pastoreo. En este grupo se destaca la presencia de *Hybanthus*

atropurpureus, una herbácea muy frecuente en los estratos inferiores de la comunidad vegetal.

Tanto la presencia o ausencia como la mayor o menor importancia de algunas especies o grupos florísticos en sitios con pastoreo y en ausencia del mismo, son claros indicadores de la posible dinámica de los distintos integrantes de la comunidad vegetal frente a la acción de los herbívoros domésticos. En este sentido, un claro ejemplo de especies posiblemente sensibles al pastoreo por ganado domestico lo constituye el primer grupo florístico, donde predominan *Olyra fasciculata*, *Inga Marginata, Erythrina falcata, palo vela o velillo, Cariniana estrellensis. Cupania vernalis,* aguaycillo o leche leche*, Psychotria carthagenensis, Trichilia elegans y Senecio sp.,* entre otras también exclusivas de este sitio pero con menor frecuencia y abundancia cobertura. Otras especies, posiblemente menos sensibles al pastoreo, aparecen disminuyendo su abundancia cobertura desde el Sitio 1, sin pastoreo, con respecto al Sitio 2 con pastoreo moderado, entre las que se observan *Oplismenus hirtellus*, bejuco forrajero y *Justicia ramulosa*. En el tercer grupo, compartico por los tres sitios, camba chari*, Coccoloba tiliacea, Maclura tinctoria, y Piper tucumanum* son especies que disminuyen sus valores de importancia con la presión de pastoreo.

Por el contrario, otras especies y grupos florísticos aparecen o incrementan su importancia conforme aumenta la presión de pastoreo. En este sentido, se destaca el segundo grupo florístico compartido entre los Sitios 1 y 2 pero ausente en el Sitio 3 con la mayor presión de pastoreo. Aquí se observa la especie *Chrysophyllum gonocarpum* que aumenta notablemente su abundancia cobertura. Posiblemente estas especies son menos sensibles al pastoreo por ganado doméstico pero desaparecen de la comunidad frente a pastoreos más intensos o continuos como bien puede ser el caso del Sitio 3.

La presencia del cuarto grupo florístico compartido por los dos sitios con pastoreo de ganado doméstico, muestra a su vez un incremento en la importancia de algunas especies conforme aumenta la presión de pastoreo. Así por ejemplo, *Pavonia* cf. *communis* tiene sus mayores valores de abundancia cobertura en el Sitio 3. Todo este grupo y en especial *Pavonia* cf. *communis*, posiblemente sensible a la competencia por otras dentro de la comunidad vegetal y poco apetecibles por el ganado, aprovechan la mayor disponibilidad de recursos frente a la disminución en la importancia de todas aquellas especies más sensibles al pastoreo.

Tabla 3.2.2. Tabla florística diferencial conteniendo las principales especies (Frecuencia > 50%) de cada uno de los sitios estudiados. Sitio 1: pastoreo ausente, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso)

Grupo Florístico	Pastoreo	Nulo			Moderado			Intenso		
	Especies	Ab-Cob (%)	SD	Frec. (%)	Ab-Cob (%)	SD	Frec. (%)	Ab-Cob (%)	SD	Frec. (%)
1	*Olyra fasciculata*	29,72	13,46	100						
	Inga marginata	20,64	11,06	100						
	Palo vela, velillo	9,37	4,81	100						
	Erythrina falcata	17,27	18,76	60						
	Cariniana estrellensis	12,77	16,62	70						
	Cupania vernalis	3,21	4,21	100						
	Aguaycillo leche leche	2,84	2,95	90						
	Psychotria carthagenensis	2,60	1,55	100						
	Trichilia elegans	2,52	1,60	100						
	Senecio	1,54	1,18	100						
	Inga affinis	2,34	5,08	50						
	Arrabidaea sp	1,78	2,19	50						
	Dendropanax sp	1,73	3,30	80						
	Stromanthe boliviana	1,35	1,74	80						
	C´koso c´koso (tallo morado)	0,63	1,20	50						
	Pteris deflexa	0,54	1,00	50						
	Helecho brotador	0,43	0,65	50						
	Saguintillo (hoja grande)	0,37	0,31	70						
	Bejuco forrajero	0,24	0,35	50						
	Tragia cf. volubilis	0,12	0,14	50						
2	*Hybanthus atropurpureus*				3,46	2,02	100			
	C´koso c´koso (tallo y hojas albopubescente)				0,12	0,16	50			
	Oxalis sp				0,09	0,12	50			
	Chrysophyllum gonocarpum	16,68	11,54	100	58,01	21,96	100			
	Oplismenus hirtellus	9,61	5,43	100	0,05	0,10	30			
	Bejuco forrajero	4,54	3,67	100	0,06	0,17	10			
	Justicia ramulosa	3,85	5,32	80	0,01	0,03	10			
	Bejuco canasta mora	0,91	1,59	60	0,65	1,23	70			
	Dicliptera squarrosa	0,08	0,09	60	0,25	0,79	10			
	Desmodium affine	0,07	0,11	30	0,56	0,53	60			
	Saguinto amargo	0,07	0,17	20	3,99	7,65	70			
3	*Piptadenia sp*	28,44	19,49	100	11,52	8,50	100	8,80	6,12	100
	Pisonia zapallo	11,98	15,34	100	3,24	3,35	80	11,79	5,10	100
	Justicia cf. kuntzei	11,50	5,86	100	28,15	24,16	100	64,49	16,34	100
	Pristimera andina	8,82	3,84	100	22,20	13,51	100	14,23	6,95	100
	Coccoloba tiliacea	6,66	11,40	40	0,95	1,81	60	0,55	1,74	10
	Myroxylon peruiferum	2,66	5,78	60	3,69	4,70	90	0,69	1,07	60
	Panicum trichanthum	0,84	1,24	60	0,15	0,17	60	0,03	0,08	10
	Gallesia integrifolia	1,00	3,16	10	61,34	36,55	100	28,32	12,40	100
	Caesalpinia pluviosa	0,01	0,02	10	3,47	3,66	90	4,49	3,92	100
	Parapiptadenia excelsa	0,19	0,50	20	7,67	7,26	100	2,45	5,64	50
	Allophylus edulis	1,21	1,01	100	4,69	3,07	100	15,73	8,11	100
	Capsicum cf. eximium	1,05	0,82	100	0,66	0,47	80	4,12	2,65	100
	Anadenanthera colubrina	8,63	13,28	70	8,63	7,29	100	24,98	14,96	100
	Myrcianthes pungens	3,91	6,32	90	85,11	72,85	100	3,03	3,72	70
	Urera altissima	3,86	4,00	90	1,64	3,51	60	1,80	1,70	80
	Maclura tinctoria	3,59	8,10	60	0,93	1,63	60	0,51	0,98	50
	Parabignonia chodatii	3,14	4,75	40	0,95	1,12	60	0,34	0,37	70
	Brunfelsia australis	0,54	1,01	90	0,97	0,44	100	1,45	1,82	80
	Hamelia patens	0,47	0,92	50	0,42	0,45	80	1,29	3,84	30
	Bejuco lechoso	0,30	0,62	50	1,47	1,51	70	2,52	2,66	80
	Pogonopus cf. tubulosus	0,16	0,31	40	0,59	1,14	60	1,90	2,64	50
	Rollinia herzogii	0,04	0,09	20	7,81	7,24	100	1,75	2,14	90
	Celtis pubescens	0,03	0,08	10	0,76	0,63	80	2,52	2,47	90

Tabla 3.2.2. (Continuación)

	Justicia cf. vernalis	0,03	0,05	30	0,61	0,72	60	0,98	0,60	100
	Piper tucumanum	5,27	3,75	100	0,18	0,25	50	0,10	0,24	20
	Erythroxylum cf. cuneifolium	0,13	0,15	70	0,07	0,09	50	0,15	0,27	30
	Trichilia claussenii	0,27	0,38	60	0,55	0,99	50	4,52	3,38	90
	Tragia sp	0,20	0,42	40	0,11	0,12	50	0,12	0,21	30
	Pseudechinolaena polystachya	2,74	2,80	90	0,13	0,24	40	0,05	0,16	10
3	*Chamissoa altissima*	0,46	0,43	80	0,09	0,15	40	0,14	0,25	40
	Aspidosperma cylindrocarpon	0,28	0,29	60	0,15	0,26	30	2,15	3,68	70
	Carica quercifolia	0,01	0,02	10	0,05	0,11	30	0,12	0,16	50
	Bejuco hueco	1,35	2,39	60	1,17	3,05	20	1,07	1,46	50
	Laurel chico	3,14	5,14	60	0,18	0,37	20	1,01	1,23	50
	Myrcianthes cf. pseudomato	1,66	1,21	100	0,02	0,05	10	0,72	0,89	60
	Nectandra angusta	4,12	4,73	80	0,12	0,38	10	0,19	0,60	10
	Mora hoja trifoliada				2,99	1,91	100	6,24	2,36	100
	Dasyphyllum vagans				3,30	2,28	90	4,60	5,63	90
	Serjania sp				0,54	0,36	90	0,44	0,22	90
	Palo mora cala				5,61	4,51	90	3,22	2,88	70
	Petiveria alliacea				0,44	0,57	70	3,65	2,75	100
	Lycianthes asarifolia				2,27	3,25	70	1,55	4,45	20
4	Mora acorazonada				0,60	1,05	60	0,09	0,24	20
	C'karko saguinto				0,74	0,95	50	4,69	4,07	80
	Pharus lappulaceus				0,07	0,11	30	2,62	2,09	90
	Senecio sp				0,04	0,08	20	0,94	0,88	80
	Pavonia cf. communis				0,05	0,16	10	23,40	6,74	100
	Senna sp				0,03	0,08	10	0,28	0,44	60
	Hybanthus atropurpureus							12,37	8,62	100
	Garra de gato							2,23	2,35	80
5	*Chusquea sp*							2,94	7,11	50
	Acacia etilis							1,20	1,57	50
	Desmodium uncinatum							0,38	0,78	50
	Otras especies	31,37			15,96			16,28		
	Total	297,7	46,2		360,2	98,0		296,1	28,2	

Por último, la presencia de *Hybanthus atropurpureus* como dominante en el quinto grupo florístico exclusivo del sitio con la mayor presión de pastoreo, podría significar que se trata de una especie creciente con el pastoreo, y podría ser un indicador de su intensidad.

Una primera observación de estos resultados parecen indicar la presencia de especies que serían decrecientes frente al pastoreo con ganado doméstico, posiblemente porque poseen buena calidad forrajera, son muy apetecibles y en consecuencia la intensidad de pastoreo sobre ellas resulta mucho mayor. Otras parecen tener un comportamiento frente al pastoreo que podría ser considerado como crecientes, entre ellas algunas crecen siempre y otras crecen con presiones de pastoreo mayores tienden a decrecer (crecientes-crecientes y crecientes-

decrecientes) y por último, se observan grupos de especies que sólo aparecen en aquellas áreas con mayor presión de pastoreo y que no existen en los sitios sin pastoreo de bovinos. Estas últimas, podrían ser especies invasoras provenientes de otras áreas, que pueden ingresar a la comunidad luego que son modificadas las interacciones interespecíficas por la acción del pastoreo, especialmente la competencia por interferencias.

3.2.3. Distribución de las especies

Las comunidades vegetales se caracterizan por su estructura y por su composición florística, entre otras propiedades. La composición florística hace referencia a las especies que componen una comunidad particular y en ella existen especies que son características ya sea por su frecuencia, por su abundancia o por una combinación de ambas (Braun-Blanquet, 1972; Mueller-Dumbois & Ellemberg, 1974). En este sentido, las comunidades vegetales estudiadas en cada uno de los sitios con diferente presión de pastoreo por el ganado doméstico fueron caracterizadas de acuerdo a las especies presentes, específicamente utilizando los atributos de frecuencia y abundancia – cobertura.

En las figuras 3.2.2 a, b y c se puede observar la distribución de las especies según su abundancia cobertura y su frecuencia para cada uno de los sitios.

En el Sitio 1 (figura 3.2.2 a), de un total de 199 especies, solamente 13 tuvieron una frecuencia superior a 50 %. Las especies con mayor frecuencia fueron *Olyra fasciculata*, *Inga marginata* y *Piptadenia* con 30, 25 y 20 % de abundancia cobertura respectivamente. Le sigue en importancia un grupo de especies con frecuencia entre 60 y 75 % y cuyos valores de cobertura se encuentran entre 6 y 15 % (*Chrysophyllun gonocarpum*, *Oplismenus hirtellus*, *Justicia kuntzei*, *Piper tucumanun*, palo vela o velillo, *Pristimera andina*, *Piper tucumanum*, *Trichilia elgans* y *Cupania vernalis*). Otro grupo de especias integrado por *Pisonia zapallo*, palo vela o velillo, *Carinaria estrellensis* y *Myrcianthes pseudomato* poseen alrededor del 50 % de frecuencia y valores inferiores a 10 % de abundancia cobertura. La mayoría de las especies restantes posee frecuencias inferiores al 50 % y valores de abundancia cobertura inferiores al 5 %.

En el Sitio 2 (figura 3.2.2 b), de un total de 176 especies solo 7 de ellas tuvieron valores de frecuencia superiores al 50 % entre las que se destacan 3 especies con valores de abundancia cobertura superiores al 60 %. En este grupo

están, *Myrcianthes pungens* o "saguintillo", que es una especie dominante en la comunidad con una frecuencia de 78 % y una abundancia cobertura del 81 %. En

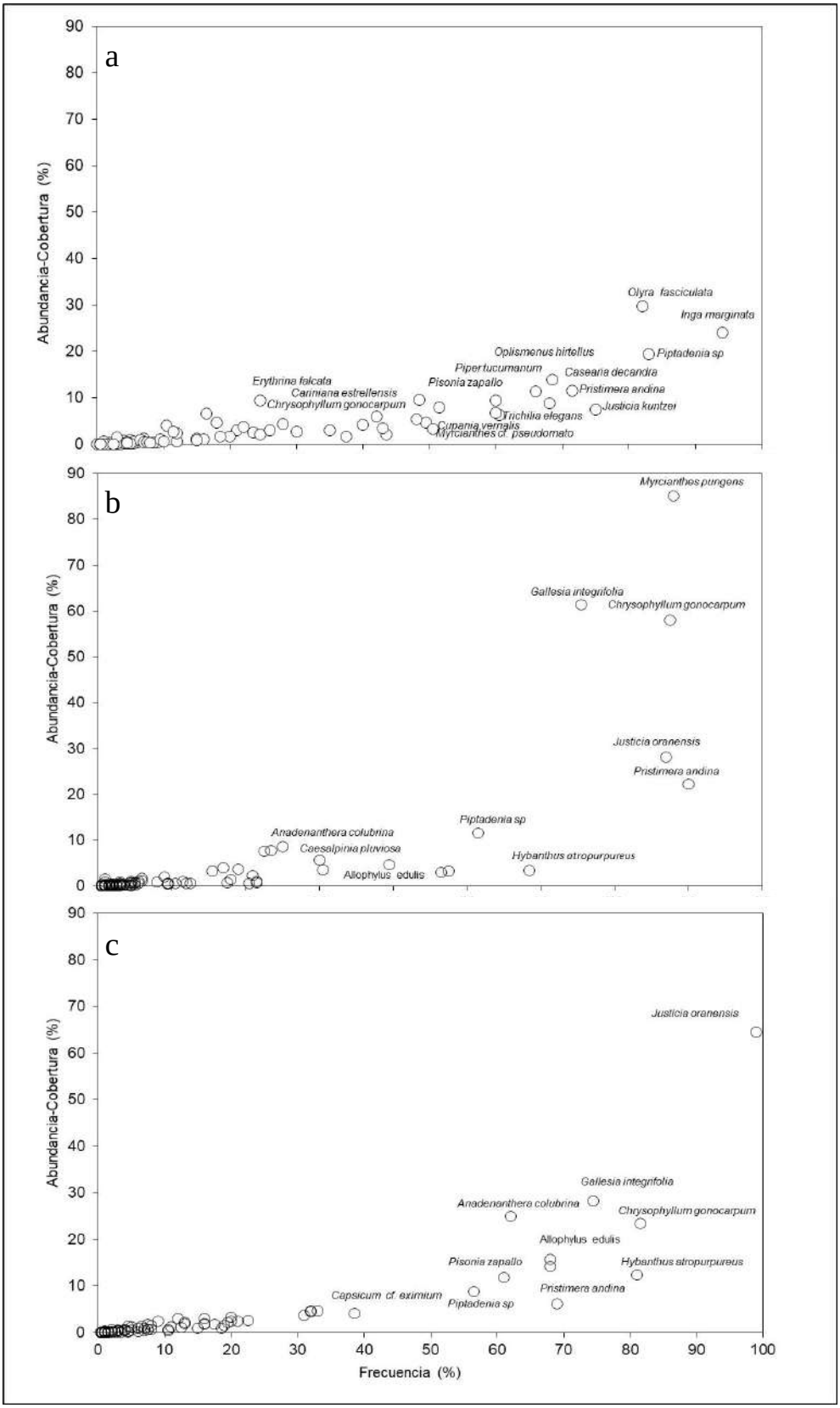


Figura 3.2.2. Distribución de las principales especies según su abundancia y frecuencia para el sitio con ausencia de pastoreo (a: Sitio 1; b: Sitio 2 y c: Sitio 3).

orden de importancia le siguen dos especies, *Gallesia integrifolia* y *Chrysophyllum gonocarpum* que también se destacan en la comunidad por poseer altas frecuencias (77,5 y 65,5 % respectivamente) y altos valores de abundancia cobertura (58 y 61,3 % respectivamente). Dos especies herbáceas como *Justicia* cf. *oranensis* y *Pristimera andina* se observan en los estratos inferiores con alta frecuencia (77 y 80 % respectivamente) y abundancia cobertura relativamente baja, 28,2 y 22,2 % respectivamente. En este sitio se destaca otro grupo de especies con frecuencias intermedias entre 30 y 60 % pero con valores de abundancia cobertura muy bajos que oscilan entre 5 y 12 %. Dentro de este grupo se encuentran especies tales como *Hybanthus cf. oppositifolius*, camba chari, *Allophylus edulis*, *Caesalpinia pluviosa* y *Anadenanthera colubrina*. El resto de las especies son raras u ocasionales y poseen frecuentas inferiores al 30 % y valores de abundancia cobertura inferiores al 5 %.

En el Sitio 3 (figura 3.2.2 c), de un total de 134 especies se destaca la presencia de *Justicia* cf. *oranensis* por sus altos valores de frecuencia y abundancia cobertura (99 y 64,5 % respectivamente). Se trata de una herbácea altamente dominante en los estratos inferiores de la comunidad. Se observa otro grupo de especies, integrado por *Gallesia integrifolia*, *Chrysophyllum gonocarpum* e *Hybanthus cf. oppositifolius*, con altos valores de frecuencia (mayores que 75 %) pero con valores de abundancia cobertura que oscilan entre 10 y 30 %. También se destacan con valores de frecuencia intermedios (50-70 %) *Anadenanthera colubrina*, *Allophylus edulis*, *Pisonia zapallo*, *Pristimera andina* y camba chari, aun cuando sus valores de abundancia cobertura se encuentren por debajo de 20 %, a excepción de *Anadenanthera colubrina* con 24 %: El resto de las especies son ocasionales o raras y poseen frecuencias inferiores al 40 % y valores de abundancia cobertura inferiores a 5%.

En cada uno de los tres sitios se observan especies con altos valores de frecuencia y de abundancia que los caracterizan. En el Sitio 1 las especies dominantes integran un grupo importante en la comunidad con una frecuencia superior al 50 % pero no superan el 30 % de abundancia cobertura. Entre las 13 especies que integran este grupo, las de mayor frecuencia fueron *Olyra fasciculata*, *Inga marginata* y camba cari. En el Sitio 2 aparece otro de especies diferentes, más reducido en número y con altos valores de frecuencia. Dentro de este grupo de 7 especies se destacan *Myrcianthes pungens*, *Gallesia integrifolia*, *Chrysophyllum*

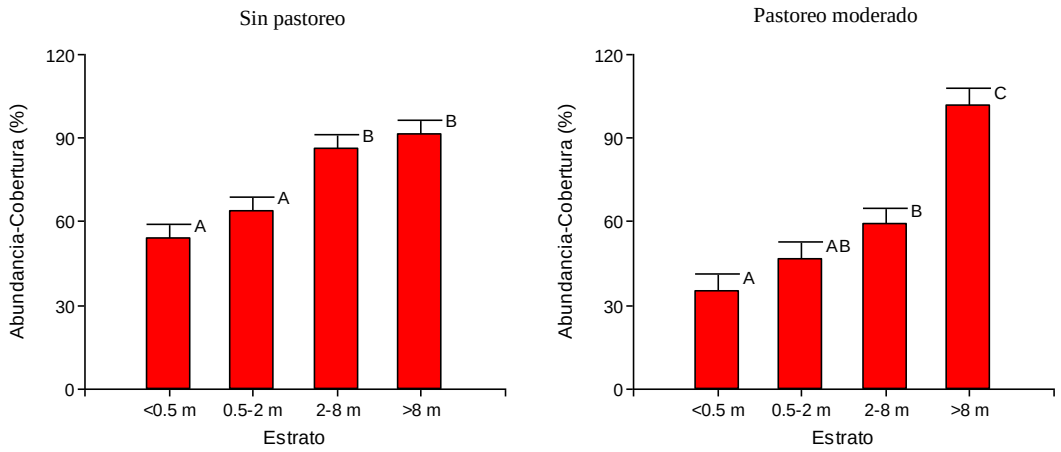
gonocarpum, *Justicia* o*ranensis* y *Pristimera andina* por su alta frecuencia y las tres primeras también por su alta abundancia cobertura que supera el 50% en la comunidad. Mientras tanto, en el Sitio 3 si bien aparece un grupo de 10 especies como dominantes, se destaca ampliamente la presencia de *Justicia oranensis* en la comunidad con una frecuencia cercana al 100 % y una abundancia superior al 70 %, valores que la convierten en una dominante exclusiva del estrato inferior de la comunidad.

Estos cambios en la composición de las comunidades en sitios con diferente historia y presión de pastoreo por el ganado vacuno, podrían indicar diferentes respuestas de las especies al pastoreo. Así por ejemplo, aquellas que solo aparecen en los estratos del Sitio 1 podrían catalogarse como sensibles al pastoreo mientras que aquellas otras que adquieren importancia tanto en su frecuencia como en su abundancia en los sitios con presencia de ganado domestico serían más tolerantes o menos apetecidas. Estos cambios en la composición específica, pueden ir también asociados a cambios en la estructura de la comunidad, ya que si son apetecidos los renuevos de árboles de los estratos superiores, se verá comprometido el reemplazo de los mismos a lo largo de la sucesión. A su vez, también se afectarían distintos procesos como por ejemplo, incorporación de materia orgánica, infiltración del agua, penetración de la luz, etc. con consecuencias directas sobre el funcionamiento del sistema en lo que hace a producción neta, ciclo de nutrientes y también producción forrajera.

3.3. ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA COMUNIDAD VEGETAL

3.3.1. Importancia relativa de los estratos en sitios con distinta presión de pastoreo

La estructura vertical de la comunidad vegetal difiere según el sitio observado. El Sitio 1, que se caracteriza por la ausencia de pastoreo con ganado doméstico, no se observan diferencias en la abundancia cobertura de los estratos inferiores (<0,5 y 0,5-2 metros con 58 y 63 % respectivamente) y tampoco entre los estratos superiores (2-8 y >8 metros con 86 y 88 % respectivamente), pero se observan diferencias entre los dos estratos inferiores y los dos superiores (figura 3.3.1.a).



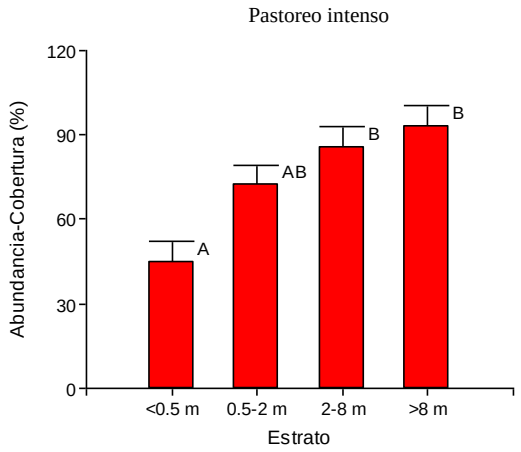


Figura 3.3.1. Abundancia-cobertura de los distintos estratos evaluados en sitios con diferente presión de pastoreo. Sin pastoreo (Sitio 1), Pastoreo moderado (Sitio 2) y Pastoreo intenso (Sitio 3). Letras diferentes indican diferencias significativas entre estratos para cada uno de los sitios, Tukey α= 0,05)

En el Sitio 2, caracterizado por una presión de pastoreo moderada, no se observan diferencias entre los dos estratos inferiores (<0,5 y 0,5-2 metros con 40 y 50 % respectivamente) ni tampoco entre los intermedios (0,5-2 y 2-8 metros con 50 y 60 % respectivamente), pero se observan diferencias de todos ellos con el estrato de mayor altura (>8 metros con 98 % de abundancia-cobertura) (Figura 3.3.1.b). En cuanto al Sitio 3, caracterizado por la mayor presión de pastoreo del área, no se observan diferencias de abundancia cobertura entre los dos estratos inferiores (<0,5 y 0,5-2 metros con 45 y 68% respectivamente) y tampoco entre los estratos intermedios

y superiores (0,5-2; 2-8 y >8 metros con 68, 82 y 92 % respectivamente) (figura 3.1.1. c).

Estas diferencias observadas en la cobertura de los estratos en cada sitio, muestra la existencia de diferencias en la estructura vertical según la presión de pastoreo. Estas diferencias en la estructura vertical también se observan cuando se compara la cobertura de cada estrato entre los sitios con diferente presión de pastoreo (figura 3.3.2). El estrato <0,5 metros tuvo mayor abundancia cobertura (α= 0,05) en el Sitio 1 (54%) y difiere del Sitio 2 (38%) mientras que el Sitio 3 tuvo una abundancia-cobertura intermedia en ese estrato (46%) y no difiere de los mencionados anteriormente. Con respecto al estrato de 0,5-2 metros el Sitio 2 también tuvo la menor abundancia cobertura (48%, α= 0,05) mientras que los Sitios 1 y 3 no difieren entre sí (65 y 70 % respectivamente).

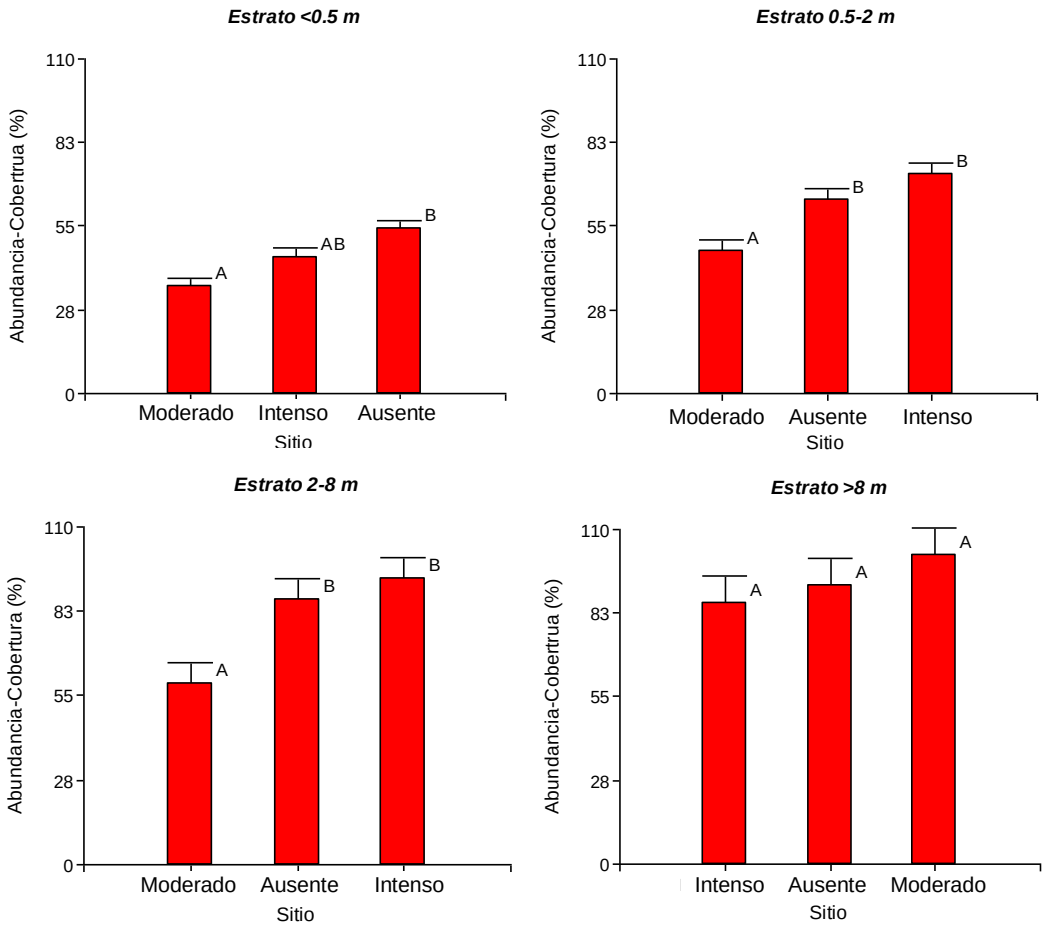


Figura 3.3.2. Abundancia-cobertura de cada estrato en los sitios con presión de pastoreo diferente. Letras diferentes indican diferencias significativas entre sitios para cada uno de los estratos analizados, Tukey α= 0,05).

Con respecto a la abundancia-cobertura del estrato de 2-8 metros se observa el mismo patrón que el estrato anterior, el Sitio 2 tiene la menor abundancia cobertura (58%, α= 0,05) mientras que el Sitio 1 y el 3 no difieren entre sí (87 y 90% respectivamente). Por último, la abundancia-cobertura del estrato más alto, no difiere entre los tres sitios (84, 87 y 90 % para los Sitios 3, 1 y 2 respectivamente; figura 3.3.2).

Estas diferencias en la estructura vertical que se observan para el bosque montano en áreas con diferente presión y tiempo de pastoreo, muy posiblemente ya puedan explicarse por la acción de la herbivoría que comienza en los estratos inferiores con la selección de las especies palatables y que incluyen especies graminoides, herbáceas, arbustivas y la regeneración de aquellos árboles que darán forma y cobertura de los estratos superiores a los dos metros. En el Sitio 1, en ausencia de pastoreo por herbívoros domésticos es donde justamente se observa la mayor abundancia cobertura en el estrato inferior. Mientras tanto, en los dos estratos intermedios, en el Sitio 2 donde se observa la menor abundancia cobertura. Posiblemente ello se pueda explicar por la menor presión de pastoreo que permite a los herbívoros realizar una mayor selección en el estrato inferior, lo que repercute negativamente en esos estratos intermedios.

3.3.2. Riqueza florística

La riqueza florística es también un interesante indicador de disturbio en las comunidades vegetales (Milchunas et al., 1988). Para el caso del bosque montano en el sur de Bolivia, se observan notables diferencias entre los sitios con presión de pastoreo o ausencia del mismo. En el estrato inferior no se observan diferencias entre sitios de muestreo y osciló entre 25 y 30 especies (figura 3.3.3). Mientras tanto, para los estratos superiores se observa mayor riqueza (α= 0.05) en el Sitio 1, con la mayor cantidad de especies registradas en el estrato de 0.5-2 metros. Por el contrario, entre los otros dos sitios no se observan diferencias en la cantidad de especies en los estratos superiores en los que se registró la menor cantidad de especies en el estrato >8 metros.

3.3.3. Diversidad Ecológica

La diversidad ecológica, calculada como una función entre la riqueza y la abundancia específica (Shannon & Waver 1949) fue calculada para cada uno de los estratos en los tres sitios estudiados y se trata también de un indicador importante

para evaluar el efecto de distintos disturbios en las comunidades vegetales (Milchunas et al., 1988).

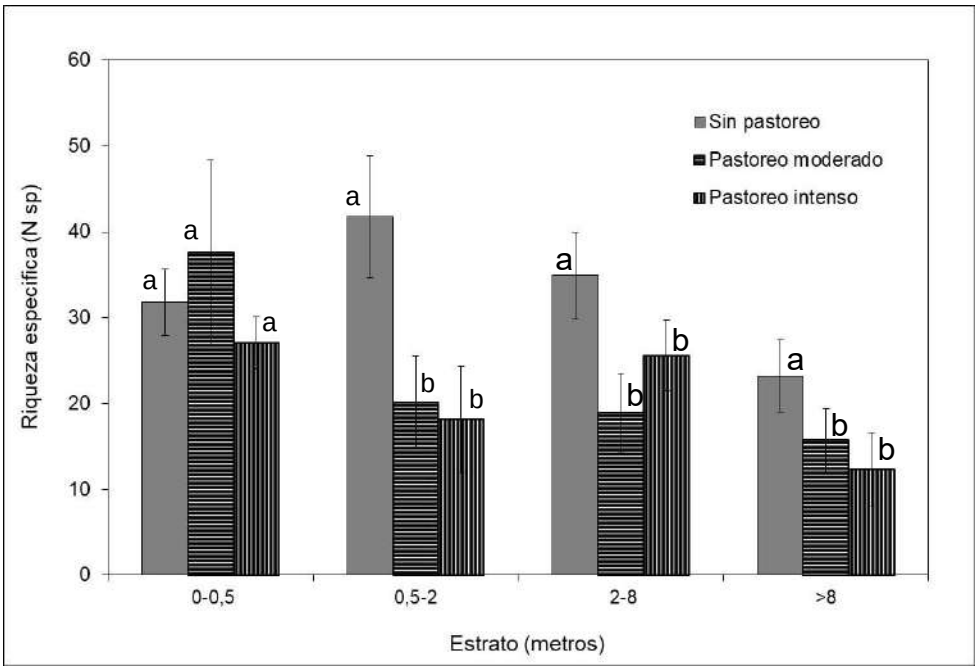


Figura 3.3.3. Riqueza florística de los diferentes estratos de los sitios del bosque montano con presión de pastoreo diferente (Sitio 1: sin pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso.

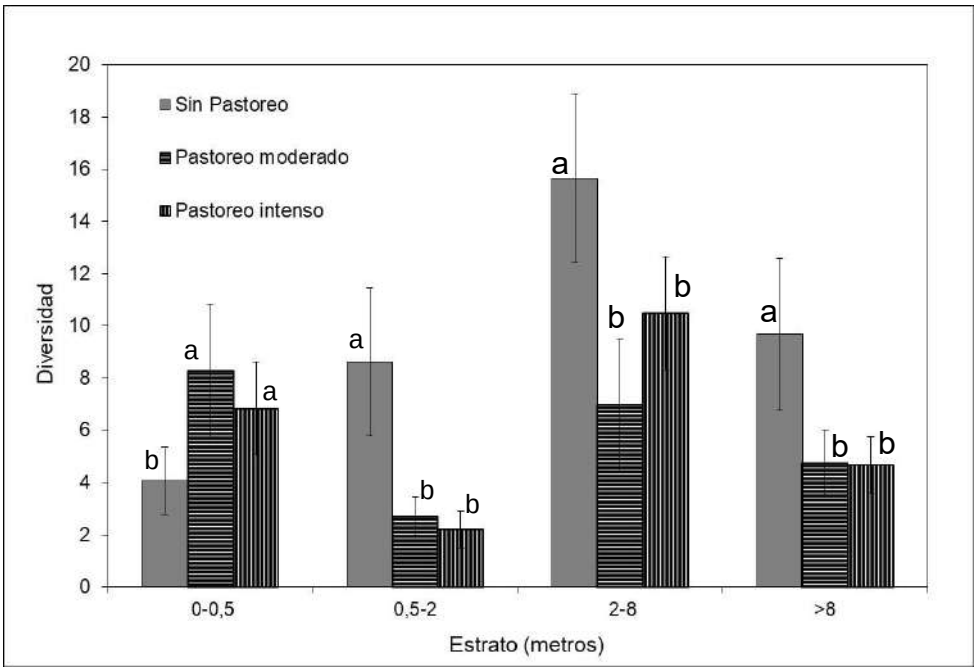


Figura 3.3.4. Diversidad ecológica (Shannon & Weaver 1949) por estratos para los sitios con diferente presión de pastoreo en el bosque montano (Sitio 1: sin pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso)

En el Sitio 1, excluido totalmente al pastoreo por cuestiones topográficas, se observa que la diversidad ecológica es menor (α= 0,05, figura 3.3.4) En relación a los otros dos sitios con pastoreo en el estrato inferior (0-0.5 metros), mientras que se observa un incremento significativo hasta el estrato de 2-8 m y una disminución en el estrato superior a 8 m. Se destaca una diversidad ecológica notablemente inferior en el estrato de 0.5-2 metros (α= 0,05) para los sitios bajo pastoreo.

Estos resultados podrían estar mostrando uno de los efectos del pastoreo bovino en estas áreas. La mayor diversidad observada en los Sitios 2 y 3, podría indicar la disminución de abundancia cobertura de algunas especies que en ausencia de pastoreo eran dominantes, por lo tanto son apetecidas por el ganado, y el incremento de otras especies con regular o nulo valor forrajero que en ausencia de pastoreo serían solo acompañantes, a esto podría agregarse el ingreso de otras especies pioneras que no estaban en la comunidad, o sea invasoras.

La menor diversidad observada en los estratos superiores obedece posiblemente a una disminución tanto en riqueza como en abundancia cobertura de las especies que integran esos estratos y que son pastoreadas en sus estados juveniles hasta su desaparición de la comunidad. Las diferencias observadas en el estrato 0.5-2 metros con respecto al área no pastoreada podría ser explicada por un doble efecto, uno relacionado con el pastoreo histórico en la zona que ha afectado sucesivamente el desarrollo de los individuos de las distintas especies que conforman ese estrato y, por otra parte un efecto del pastoreo mucho más reciente que ha afectado el desarrollo y regeneración de esas especies. En los estratos superiores, la baja diversidad observada seguramente tiene mucho que ver con el efecto del pastoreo histórico en la zona, que ha afectado el normal desarrollo de las especies que conforman esos estratos, provocando la presencia de comunidades más empobrecidas.

3.3.4. Análisis y síntesis de la comunidad vegetal en cada sitio

La comunidad vegetal es consecuencia de la heterogeneidad ambiental y también es un fiel reflejo de los disturbios que en ella se producen. La riqueza, la abundancia - cobertura específica, la frecuencia y la diversidad son indicadores de gran importancia al momento de realizar un análisis de la comunidad vegetal (Oesterheld et al, 2005).

En el Sitio 1 se observa la mayor riqueza y diversidad florística (199 y 21,19 respectivamente (figura 3.3.5a). En este sitio se detectaron un total de 182 especies

diferentes que tienen una abundancia-cobertura <5%, e independientemente de los estratos donde se encuentren suman en total 97 % de la abundancia-cobertura de la comunidad. Seguidamente, se observan 11 especies con abundancia cobertura entre 5 y 10 % y que en total suman 84 % de la abundancia cobertura registrada en ese rango. Luego, en el rango siguiente se detectaron 4 especies que en su conjunto representan el 56 % de cobertura (*Chrysophyllum gonocarpum*, camba chari, *Pisonia zapallo* y *Justicia kuntzei*) y por último en el rango de 20-30 % de abundancia cobertura sólo se observan dos especies que en total suman el 54 % para ese rango (*Inga marginata* y *Olyra fasciculata*).

En cuanto al Sitio 2, con presión de pastoreo intermedio (figura 3.3.5 b), se observa una riqueza total de 176 especies y la más baja diversidad de los tres sitios analizados (6,7). En el rango más bajo de abundancia cobertura se detectaron 166 especies que en conjunto suma 64 % de la abundancia cobertura de la comunidad. En los rangos siguientes de abundancia cobertura, el número de especies presentes es muy bajo pero la abundancia cobertura total por rango aumenta notablemente. Así, en el rango de 5-10 % se detectaron sólo 4 especies que suman 30 % de cobertura. En el rango siguiente, de 10-20 % solo se detectó una especie (camba chari) con 12 porciento.

En el rango de 20-30 % se observaron dos especies (*Pristimera andina* y *Justicia oranensis*) con 50 % de abundancia-cobertura y por último, en el rango de >30 % de cobertura se detectaron 3 especies que en total suman 204% de abundancia cobertura (*Crhysophyllum gonocarpum*, *Gallesia integrifolia*, etc.).

Por último, en el Sitio 3 que se caracteriza por la mayor presión de pastoreo en esta área del bosque montano (figura 3.3.5 c), se observa la menor riqueza florística (134 especies) y una diversidad florística intermedia (11,13). En el rango <5% de abundancia cobertura se detectaron 124 especies que suman una cobertura de 86%. En el rango siguiente, 5-10%, sólo se detectaron dos especies que suman 15 % de la abundancia cobertura de la comunidad. En los rangos siguientes, el número de especies detectadas fue también bajo pero el valor de abundancia cobertura fue cada vez mayor. Así, en el rango 10-20 se anotaron cuatro especies con un total de 54% de cobertura (*Hybanthus cf. oppositifolius*, *Pristimera andina*, *Pisonia zapallo*). En el rango de 20-30 % sólo tres especies con 77 % de cobertura (*Chrysophyllum gonocarpum, Gallesia integrifolia*, etc.) y por último en el rango >30% sólo una especie con 64% de abundancia cobertura (*Justicia oranensis*).

La frecuencia es otro indicador de la comunidad vegetal que permite identificar como se distribuyen las especies en la comunidad y, relacionada con el la riqueza y la abundancia cobertura permite obtener una idea más precisa de los grupos florísticos que la caracterizan.

Así, en el Sitio 1 (figura 3.3.6. a) se observa una alta cantidad de especies (174) en el rango de frecuencia inferior a 25 % con una cobertura total de 80%. Se trata de especies muchas veces ocasionales y de pequeño porte, que aparecen en algunos relevamientos y su presencia generalmente está relacionada a factores ambientales muy específicos (edáficos, humedad, sombreado, dispersores, etc.). En los rangos subsiguientes de frecuencia se observa que muy pocas especies toman importancia en la comunidad en cuanto a su presencia pero su abundancia cobertura total se mantiene en el orden de 50-87 %. En el rango intermedio de 25-50% se observan sólo 12 especies que en su conjunto poseen una abundancia cobertura de 50% (*Dendropanax sp,* bejuco forrajero, *Senecio sp, Clavija nutans, Urera altissima, Piper amalago, Nectandra angusta, Oplismenus hirtellus, Allophylus edulis, Psychotria carthagenensis, Myrcianthes pungens, Capsicum* cf*. eximium).* En el rango de 50-75 se destacan sólo diez especies que aportan el 87 % de abundancia-cobertura en la comunidad (*Chrysophyllum gonocarpum*, aguaycillo o leche leche, *Piper tucumanum, Pisonia zapallo, Trichilia elegans, Cupania vernalis, Justicia kuntzei, Myrcianthes pseudomato,* etc). Por último, las especies con mayor frecuencia en la comunidad en el Cañón Anta son solamente tres y contribuyen con el 73% de la abundancia-cobertura (*Piptadenia* sp., *Inga marginata y Olyra fasciculata).*

En el Sitio 2 (Figura 3.3.6 b), caracterizado por tener una historia de pastoreo más reciente y moderada, también se observa que el mayor número de especies (164) que se encuentran en la comunidad posee frecuencias inferiores a 25 % y una abundancia cobertura de 70%. En el rango intermedio de frecuencia (25-50%) sólo se destacan 5 especies (*Dasyphyllum vagans,* Mora hoja trifoliada*, Caesalpinia pluviosa,* Palo mora cala y *Allophylus edulis)* que en total suman 20 % de abundancia-cobertura, el valor más bajo registrado en este sitio. En los rangos subsiguientes el número de especies observadas también es muy bajo pero la abundancia-cobertura incrementan notablemente, dando lugar a las especies dominantes de la comunidad vegetal. Así, en el rango de 50-75% se destacan 3 especies (*Hybanthus cf. oppositifolius*, *Piptadenia* sp. y *Gallesia integrifolia*) que en su conjunto poseen 76 % de abundancia-cobertura.

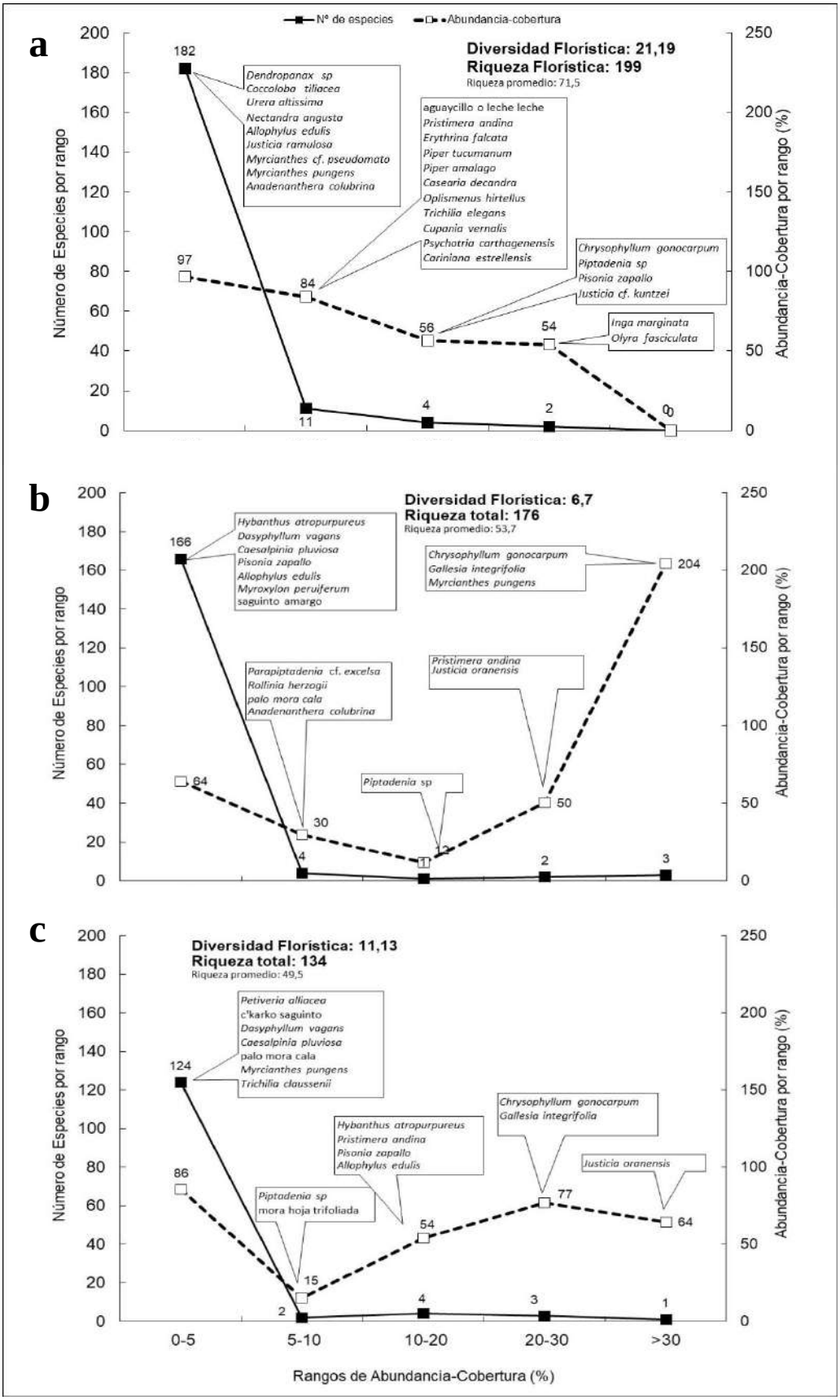


Figura 3.3.5. Aspectos florísticos de la comunidad (riqueza, diversidad, abundancia cobertura y composición específica) según rangos de abundancia cobertura. a: Sitio 1 (sin pastoreo), b: Sitio 2 (presión de pastoreo moderada) y c: Sitio 3: (presión de pastoreo alta)

Por último, en el rango de mayor frecuencia se destacan cuatro especies (*Chrysophyllum gonocarpum, Pristimera andina, Justicia oranensis y Myrcianthes pungens*) que en su conjunto poseen una abundancia cobertura de 193 %, la más alta del sitio.

En el Sitio 3 (figura 3.3.6 c) también se observa una dinámica similar del número de especies en relación a la frecuencia de las mismas. El mayor número de especies fue detectado con una frecuencia inferior a 25 % y una abundancia cobertura de 60%. En el rango siguiente, se observaron sólo 6 especies (*Petiveria alliacea,* k´arko saguinto*, Dasyphyllum vagans, Caesalpinia pluviosa, Trichilia claussenii, Capsicum* cf. *eximium*) con 26 % de abundancia cobertura. En el rango siguiente se observaron siete especies (*Pristimera andina,* camba chari, mora hoja trifoliada*, Gallesia integrifolia, Pisonia zapallo, Allophylus edulis y Anadenanthera colubrina*) con 110 % de abundancia cobertura y en el rango de mayor frecuencia se observaron sólo tres especies (*Chrysophyllum gonocarpum, Hybanthus cf. oppositifolius y Justicia cf. oranensis*) con 100 % de abundancia cobertura.

Estos resultados muestran claramente la existencia de importantes diferencias en composición, riqueza y diversidad de los tres sitios analizados de un área de bosque montano, donde la principal diferencia es la historia de manejo y la presión de pastoreo por ganado doméstico.

La ausencia de pastoreo en el Sitio 1, parece permitir la existencia de mayor riqueza y diversidad en la comunidad vegetal. Se observa la mayor cantidad de especies con valores de abundancia cobertura en el rango de <5%, mientras que en los rangos superiores la cantidad de especies disminuye notablemente, sin embargo la cobertura total de estos últimos se mantiene en altas proporciones, dando lugar a una comunidad con los más altos valores de sobrecobertura (figura 3.3.5 a). Por el contrario, en los Sitios 2 y 3 se puede observar claramente una comunidad más empobrecida, con menores valores de riqueza específica y abundancia cobertura en todos los estratos (figura 3.3.5 b y c). La utilización ganadera del sitio durante los últimos 50 años y la alta presión de pastoreo registrada durante todo ese tiempo parecen ser los principales factores responsables de este deterioro en la estructura y composición de la comunidad vegetal, mucho más notable en el Sitio 3 que es justamente el sitio con mayor presión de pastoreo. En este último, aparecen especies herbáceas como *Justicia oranensis* con alta frecuencia y también altos valores de abundancia cobertura que la hacen una de las especies dominantes en la comunidad y que no fue observada en el sitio con ausencia de pastoreo y con poca presencia en el sitio de pastoreo moderado.

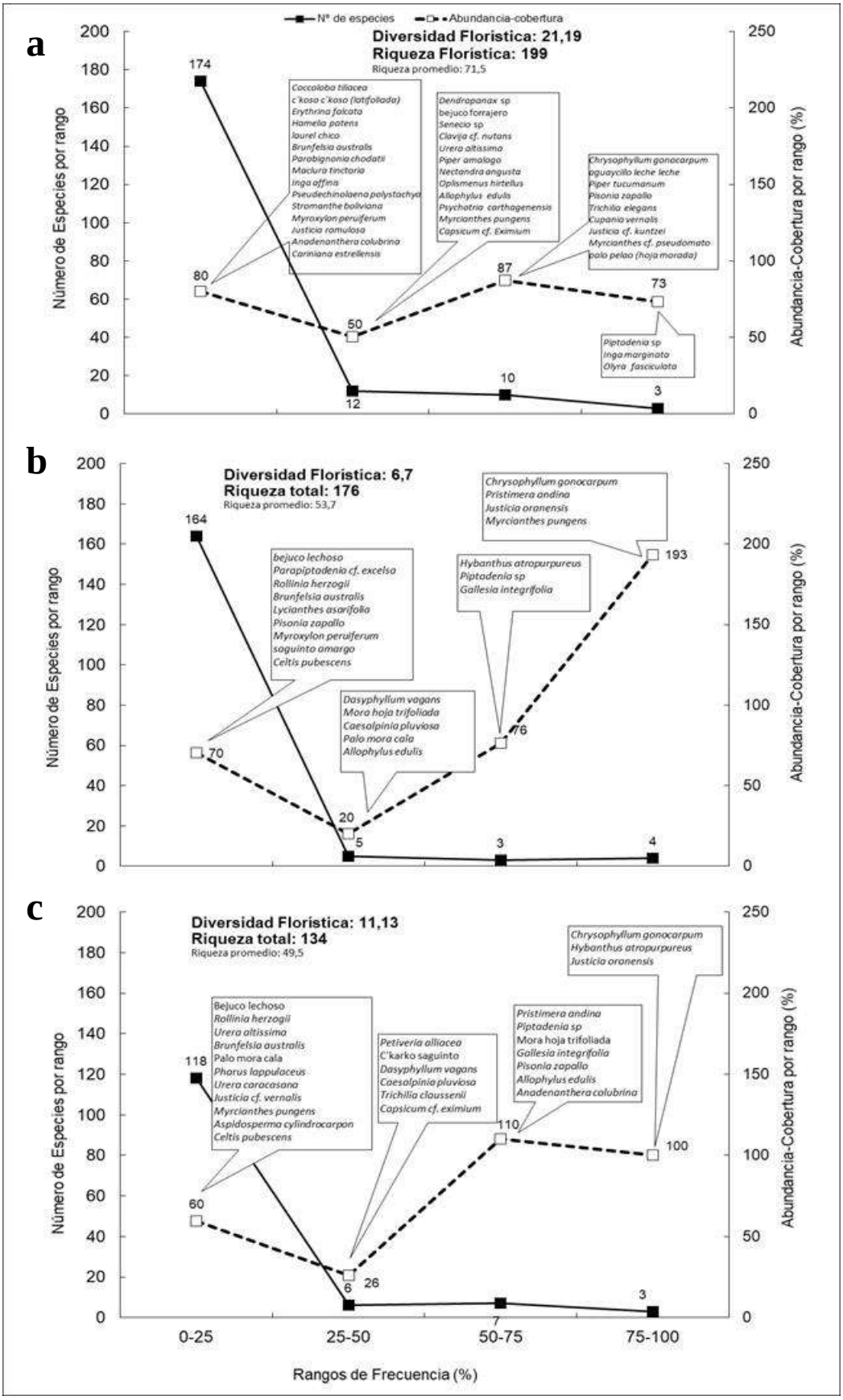


Figura 3.3.6. Abundancia cobertura y composición específica según frecuencia de las especies en la comunidad (%). a: Sitio 1 (ausencia de pastoreo), b: Sitio 2 (presión de pastoreo moderada) y c: Sitio 3 (presión de pastoreo alta)

3.4. VALOR FORRAJERO DE LAS ESPECIES

3.4.1. Clasificación de las especies según la preferencia del ganado bovino

Las especies relevadas en los distintos sitios de muestreo fueron clasificadas según su grado forrajero en cinco categorías. Se denominaron EF (Excelente forrajera) a aquellas especies que son consumidas en primera instancia por los bovinos en presencia de otras especies y que a su vez en un estudio realizado por Quispe (2015) recibieron el mayor número de mordidas. Se denominaron como F (Forrajeras) aquellas especies que son consumidas cuando ya no existe fitomasa de las EF y que en el ensayo de consumo midieron un número menor de mordidas. Las especies consideradas PF (Pobres forrajeras) son aquellas consumidas en última instancia y que contribuyen a la dieta de los bovinos con el menor número de mordidas. Por último, las NF (No forrajeras), son aquellas especies directamente no consumidas por los bovinos. La última categoría considerada corresponde a aquellas especies que aún no se les conoce un grado forrajero para los bovinos.

Existen situaciones donde las especies corresponden a los estratos superiores del bosque y que también fueron consideradas en la clasificación, ya que la regeneración de las mismas puede ser consumida por los bovinos.

En el Sitio 1, considerando todos los estratos, se observa el mayor número de especies consideradas EF y F, ya que en su conjunto suman 148 especies. Le siguen el Sitio 2 con 138 especies y el Sitio 3 con 102 especies, lo que en términos relativos al total de especies de cada sitio representan alrededor del 75 % (Tabla 3.4.1). La abundancia cobertura de estas especies contribuye con el 89,4; 77,2 y 84,6 % del total para cada sitio respectivamente (tabla 3.4.2).

Con respecto al grupo de especies PF, el mayor número se observa en el Sitio 1 con 24 especies y una baja abundancia cobertura (4% del total). Por último, el número de especies consideradas NF es similar en los tres sitios estudiados y oscila entre 16 y 18 especies, que representan alrededor del 10 % del total. La abundancia cobertura de este grupo es mayor en Sitio 1 con 30,9% y representa el 13% del total.

En cada sitio existen grupos florísticos que son exclusivos y otros que son compartidos entre dos sitios o comunes a los tres. En el Sitio 1 se observa el mayor número de especies exclusivas y en su mayoría corresponden a los grupos EF y F con 32 y 54 especies y que representan respectivamente el 54,2 y 60,7 % del total de estas especies en el sitio (tabla 3.4.1) y a su vez se corresponden con los mayores valores de abundancia cobertura (tabla 3.4.2). También se observan las mayores

cantidades de especies PF y NF que son exclusivas para este sitio, con 20 y 10 especies respectivamente pero con muy bajos valores de abundancia cobertura. En el Sitio 2 se destacan solamente las F con 40 especies exclusivas lo que representa un 46,7 % de estas especies en el total del sitio. En el resto de los grupos tanto el número como la abundancia cobertura de especies exclusivas es bajo. En el Sitio 3, la presencia de especies exclusivas es muy baja tanto en número como en abundancia cobertura (tablas 3.4.1 y 3.4.2).

Tabla 3.4.1. Riqueza de los grupos florísticos con diferente grado forrajero y contribución relativa en los distintos sitios de muestreo (EF: Excelente forrajera, F: Forrajera, PF: Pobre forrajera, NF: No forrajera y D: Desconocida)

Grado forrajero	Sin pastoreo	%	Pastoreo moderado	%	Pastoreo intenso	%
			Total			
EF	59	30,1	48	26,7	50	36,8
F	89	45,4	90	50,0	52	38,2
PF	24	12,2	15	8,3	12	8,8
NF	17	8,7	18	10,0	16	11,8
D	7	3,6	9	5,0	6	4,4
			Especies exclusivas			
EF	32	54,2	7	14,6	10	20,0
F	54	60,7	42	46,7	8	15,4
PF	20	83,3	4	26,7	3	25,0
NF	10	58,8	5	27,8	2	12,5
D	6	85,7	7	77,8	5	83,3
	Especies comunes entre los sitios sin pastoreo y con pastoreo moderado					
EF	4	6,8	4	8,3	--	--
F	7	7,9	7	7,8	--	--
PF	2	8,3	2	13,3	--	--
NF	0	0,0	1	5,6	--	--
D	1	14,3	1	11,1	--	--
			Especies comunes entre los tres sitios			
EF	23	39,0	20	41,7	23	46,0
F	28	31,5	24	26,7	28	53,8
PF	2	8,3	2	13,3	2	16,7
NF	7	41,2	7	38,9	7	43,8
D	0	0,0	0	0,0	0	0,0
			Especies comunes entre los sitios con pastoreo moderado e intenso			
EF	--	--	17	35,4	17	34,0
F	--	--	17	18,9	17	32,7
PF	--	--	7	46,7	7	58,3
NF	--	--	7	38,9	7	43,8
D	--	--	1	11,1	1	16,7

Entre los Sitios 1 y 2 se observan 14 especies que son comunes, de las cuales cuatro son EF y siete son F, ambas con bajos valores de abundancia cobertura, en especial las EF en el Sitio 2.

Tabla 3.4.2. Abundancia-cobertura de los grupos florísticos con diferente grado forrajero y contribución relativa en los distintos sitios de muestreo (EF: Excelente forrajera, F: Forrajera, PF: Pobre forrajera, NF: No forrajera y D: Desconocida)

Grado forrajero	Sin pastoreo	%	Pastoreo moderado	%	Pastoreo intenso	%
			Total			
EF	177,1	58,0	136,8	57,5	192,3	64,9
F	95,6	31,3	46,8	19,7	58,5	19,7
PF	12,2	4,0	22,8	9,6	23,5	7,9
NF	19,5	6,4	30,9	13,0	19,6	6,6
D	0,8	0,3	0,6	0,3	2,6	0,9
			Especies exclusivas			
EF	90,3	51,0	1,4	1,1	3,9	2,0
F	37,1	38,8	6,6	14,0	0,2	0,4
PF	8,7	71,2	0,2	1,1	0,2	0,9
NF	7,3	37,7	0,3	0,9	0,1	0,3
D	0,7	93,0	0,6	89,8	0,4	14,1
			Especies comunes entre los sitios sin pastoreo y con pastoreo moderado			
EF	16,6	9,4	0,5	0,4	--	--
F	5,1	5,3	6,2	13,3	--	--
PF	0,0	0,4	0,1	0,6	--	--
NF	0,0	0,0	0,0	0,0	--	--
D	0,1	7,0	0,0	7,0	--	--
			Especies comunes entre los tres sitios			
EF	70,2	39,6	126,7	92,7	163,0	84,8
F	53,5	55,9	23,6	50,4	38,5	65,8
PF	3,5	28,5	19,0	83,3	16,0	68,0
NF	12,1	62,3	28,6	92,7	18,9	96,5
D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
			Especies comunes entre los sitios con pastoreo moderado e intenso			
EF	--	--	8,1	5,9	25,4	13,2
F	--	--	10,5	22,3	19,8	33,9
PF	--	--	3,4	15,1	7,3	31,2
NF	--	--	2,2	7,0	0,6	3,2
D	--	--	0,0	3,1	2,2	85,9

Con respecto a las especies comunes a los tres sitios, predominan los grupos de EF y de F. Se observan 20, 23 y 20 especies EF para los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente y, 28, 24 y 28 especies F respectivamente. Para estas especies se observan altos valores de abundancia cobertura, en especial las EF y en los Sitios 2 y 3 donde la contribución relativa supera el 80% para cada uno de esos sitios.

Se observan también, siete especies comunes que corresponden al grupo de las NF y que representan 12,1; 28,6 y 18,9 % de abundancia cobertura para los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente.

Por último, con respecto a las especies que son comunes entre los Sitios 2 y 3, se observa que existen 17 especies de EF y 17 de F que se hallan en ambos sitios. En el Sitio 2 la abundancia cobertura de las EF fue de 8,1 % y de las F de 10,5 % mientras que en el Sitio 3 fue mayor, 25,5 y 19,8 % respectivamente. También se observan especies PF y NF pero su número y abundancia cobertura fue muy baja.

En términos generales se observan diferencias importantes entre los Sitios 1, 2 y 3 en cuanto al número de especies de cada grado forrajero y su abundancia cobertura. Se destaca la presencia de una alta proporción de especies de grado forrajero EF y F exclusivas del Sitio 1 y en contraste, el bajo número de estas especies en el Sitio 3, en especial las EF.

En cuanto a las especies comunes a los tres sitios, se destaca que para un número similar de especies EF y F, los valores de abundancia cobertura son muy superiores en los Sitios 2 y 3, o sea en los sitios con pastoreo, donde a su vez las especies de los grupos PF y NF son más representativas en términos de abundancia cobertura.

3.4.2. Proporción de especies con diferente valor forrajero en los distintos estratos y en sitios con diferente presión de pastoreo

En el estrato de 0-0,5 metros se observa que la contribución relativa de las especies EF, en cuanto a su abundancia – cobertura, supera el 80 % en el Sitio 1, donde el pastoreo por ganado vacuno es nulo, luego en el Sitio 2 con pastoreo moderado, este grupo de especies apenas supera el 50 % y en el Sitio 3 alcanza el 60% (figura 3.4.1 a).

La presencia de especies F y PF es mínima en el Sitio 1 y la importancia de las mismas incrementa en los sitios con pastoreo. Las especies NF estan presentes en los tres sitios y su contribución relativa es mas importante en el Sitio 2 con 13,2%.

Con respecto al estrato 0,5-2 metros, la contribución de las especies EF es similar entre los Sitios 1 y 2 (60,4 y 52,7 % respectivamente) mientras que en el Sitio 3 su contribución es más importante y llega al 78,5%. La contribución del grupo de especies F es más importante en el Sitio 1 con 24,8%, mientras que disminuye en los Sitios 2 y 3 (10,9 y 5,0 % respectivamente). En cuanto al grupo de especies PF su contribución es baja en los tres sitios y llega apenas al 5,3 % en el Sitio 3. Con

respecto a las NF la mayor contribución se observa en el Sitio 2 con 33,4% mientras que en el Sitio 1 y 3 la proporción de estas especies no difiere entre ellos y oscila en 11% (figura 3.4.1 b)

Cabe destacar que cuando se menciona la calidad forrajera de especies cuya presencia se destaca en los estratos superiores, fuera del alcance de los herbívoros domésticos, la acción de los mismos se considera desde el punto de vista del consumo de la regeneración que se encuentra o encontraría en los estratos inferiores 0-0,5 y 0.5-2 metros donde si pueden ser afectados por el consumo. Al cabo del tiempo, el consumo de la regeneración de estas especies puede verse reflejado en la estructura de la comunidad, más aún si estas especies a su vez tienen algún valor forestal.

En el estrato de 2-8 metros se observa la menor contribución de especies EF en todos los sitios, con 35,5; 23,8 41,2 % para los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente. A su vez, en este estrato se observa la mayor contribución del grupo de especies F, con 49,2; 34,8 y 31,1 % respectivamente. En cuanto a las especies PF, la menor contribución se observa en el Sitio 1 (8,7%) mientras que en los Sitios 2 y 3 la contribución de este grupo fue mayor, con 27,2 y 20,6% respectivamente. La presencia de especies NF fue máxima en el Sitio 2 con 14,1 %, mientras que en los Sitios 1 y 3 se registraron valores de 6,5 y 4,9% respectivamente (figura 3.4.1 c).

En el estrato mayor a 8 metros (figura 3.4.1 d), se observa una alta contribución de las especies EF, que va desde 62,9; 82,6 y 79,6 % en los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente. Con respecto a las especies F, en el Sitio 1 se observa la mayor contribución con 31,8 %, mientras que en el Sitio 2 y 3 las proporciones son inferiores y similares entre ellos (10,1 y 11,8 % respectivamente). En cuanto a las especies PF, en este estrato su contribución es muy baja (2,5; 1,8 y 3,0 para los Sitios 1, 2 y 3 respectivamente) al igual que la proporción de especies NF (2,5; 5,3 y 5,6 respectivamente).

En términos generales, en el estrato 0-0,5 metros se observa una menor contribución de especies catalogadas como EF en los sitios con pastoreo por ganado doméstico, posiblemente se trata de las especies más sensibles o menos tolerantes y a su vez, se observa para estos sitios una contribución más importante de las especies PF y NF. En el estrato 0,5-2 se hace más notable la contribución de

especies PF y NF en el Sitio 2 con disminución de las EF y las F. Mientras tanto en el Sitio 3, con mayor presión de pastoreo se observa lo contrario, las EF poseen mayor contribución y las PF y NF aparecen como menos importantes.

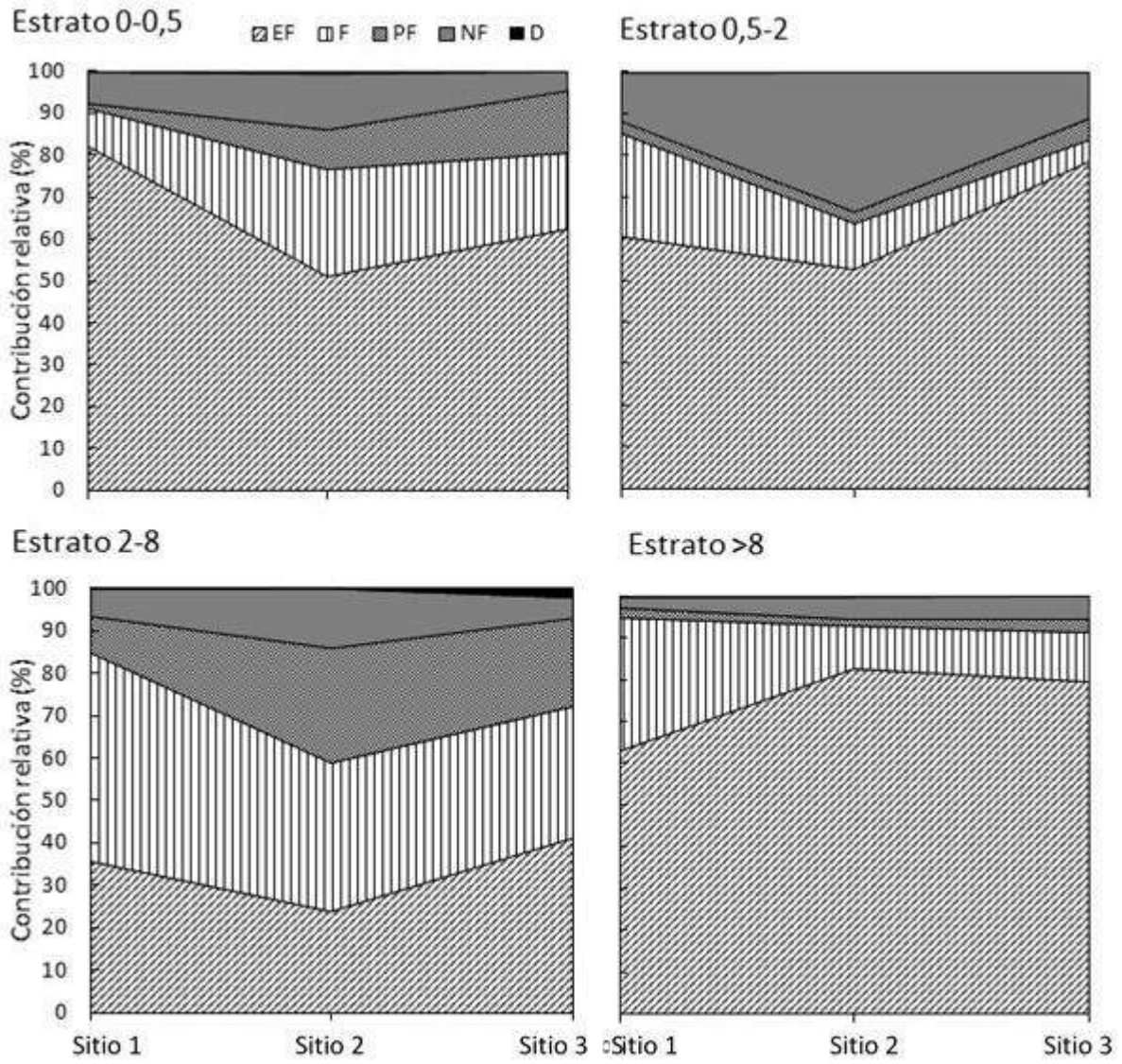


Figura 3.4.1. Contribución relativa (%) de las especies Excelentes Forreras, Forrajeras, Pobre Forrajeras, No Forrajeras y Desconocidas en los distintos estratos para los tres sitios de muestreo (Sitio 1: sin pastoreo, Sitio 2: pastoreo moderado y Sitio 3: pastoreo intenso)

Estas diferencias encontradas entre los distintos sitios podrían deberse a la historia de pastoreo de cada uno de ellos. En el Sitio 2 el efecto del pastoreo sería más reciente con lo cual muchas de las especies EF que también se encuentran en el Sitio 1 como dominantes (tabla 3.2.2) estarían disminuyendo su importancia en la comunidad. Por otra parte, la mayor presencia de especies EF en el Sitio 3, con la mayor historia y presión de pastoreo podría explicarse por la presencia de especies

de la comunidad que serían más tolerantes al pastoreo y el ingreso de invasoras que serían EF y a su vez tolerantes al pastoreo. En el estrato de 2-8 metros la contribución de los grupos forrajeros analizados es totalmente diferente al resto de los estratos. El predominio las especies F y EF En el Sitio 1, y la menor contribución de las PF y NF muestra una estructura de la comunidad que se vería modificada en los sitios con pastoreo, ya que es notable en estos últimos la contribución de las PF y NF. El ramoneo y el consumo de la regeneración de las especies que predominan en este estrato podrían explicar en parte las diferencias que se observan entre los sitios pastoreados y el sitio aislado de la herbivoría. Por último, se observa que la regeneración de las especies integrantes del estrato mayor a 8 metros son consideradas en su mayoría EF y F, pero en su conjunto no se observan diferencias entre los sitios pastoreados y el no pastoreado, posiblemente debido a que la historia de pastoreo que podría afectar la regeneración de esas especies aún no ha sido tan importante como para afectar la estructura y composición de los estratos superiores.

3.4.3. Distribución de las especies según el gradiente de pastoreo y la sensibilidad a la herbivoría

En las áreas de bosque montano se observan distintos grupos de especies, algunos son exclusivos de áreas con escasa o nula historia de pastoreo (tablas 3.4.1 y 3.4.2) mientras que otros grupos, si bien se encuentran en todas las áreas son más abundantes con baja o con alta presión de pastoreo. También se observan grupos de especies que son exclusivas de áreas con importantes presiones de pastoreo.

Por otra parte, con el objeto de detectar la importancia de las especies en distintas situaciones de pastoreo, a partir de la tabla 3.2.2 se agruparon las especies en 5 grupos y se asignó a cada uno de ellos el total de abundancia cobertura que resulta de la suma de las especies integrantes.

En la figura 3.4.2 se pueden observar los resultados del ordenamiento realizado entre los grupos florísticos y los sitios de pastoreo donde el eje 1 explica un 47,4 % de la dispersión de los grupos y de los sitios. Este componente podría representar un gradiente de presión de pastoreo ya que permite observar una clara separación de los tres Sitios en un gradiente de ausencia de pastoreo a pastoreo intenso. Por su parte, el eje 2 explica en un 29,0 % la dispersión de los grupos y sitios y de acuerdo al ordenamiento que se observa podría explicar la tolerancia al pastoreo

entre los Sitios 1 y 2. El Sitio 2 se asocia positivamente con los grupos 2 y 3, mientras que el Sitio 3 lo hace con los grupos 4 y 5.

Como se observó en la tabla 3.2.2, el grupo florístico 1 está integrado por especies que son exclusivas del Sitio 1, por lo que se asume que serían fuertemente afectadas por el pastoreo. El grupo florístico 2 caracteriza al Sitio 2 y las especies que allí encuentran también se encuentran en el Sitio 1. Mientras tanto, el grupo florístico 3 es compartido por los tres sitios y en él se encuentran especies que incrementan o disminuyen su importancia frente a la presión del pastoreo.

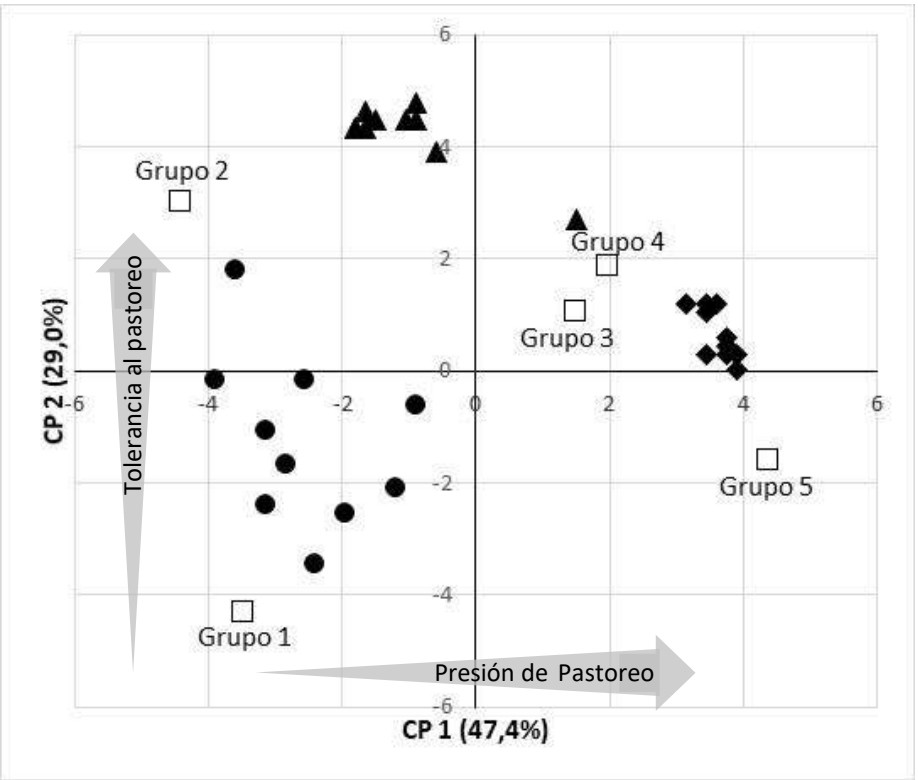


Figura 3.4.2. Distribución de los grupos florísticos y de los sitios de pastoreo según un gradiente de pastoreo y otro de tolerancia al pastoreo (ACP total de abundancia cobertura de cada grupo florístico en cada sitio de pastoreo. Sitio 1: ●, Sitio 2: ▲y Sitio 3:♦)

El grupo florístico 4 posee especies compartidas solamente entre los sitios con pastoreo y se destacan algunas especies que aumentan su importancia con la presión de pastoreo (*Pavonia* cf. *communis*, tabla 3.2.2) y por último, el grupo 5 posee especies que son exclusivas del Sitio 3.

Este análisis permite identificar una dinámica de las especies frente a la presión de pastoreo que se observa en los grupos florísticos y su asociación con los sitios con pastoreo y en ausencia del mismo, así como también un gradiente de tolerancia al pastoreo que se observa por una parte en la presencia o ausencia de las

especies y por otra en el incremento o disminución de la importancia de las mismas conforme aumenta la presión de pastoreo.

Los grupos florísticos 4 y 5, poseen especies que no están presentes en el Sitio 1, por lo que posiblemente la abundancia de las especies fue baja, como para ser detectadas o bien no forman parte de esa comunidad e ingresan luego de un disturbio como el pastoreo, a partir de comunidades vecinas o de otros ecosistemas. En algunos casos son especies no forrajeras, que incrementan su abundancia con la presión de pastoreo, pudiendo llegar a dominar en las comunidades donde son más frecuentes.

3.4.4. Clasificación de las especies según su respuesta al pastoreo: proporción de los distintos grupos en los sitios con diferente presión de pastoreo.

La dinámica de las especies frente al pastoreo ha sido estudiada en la mayoría de los ecosistemas donde se introdujo el ganado doméstico (Huss et al, 1986; Borrelli et al., 2001; Oliva et al., 2001; Borrelli & Oliva, 2001; Estelrich et al., 2005; Distel, 2016). En los primeros trabajos sobre condición y tendencia de los pastizales, se introdujeron los términos que agrupan las especies de una comunidad de acuerdo con su comportamiento o respuesta frente al pastoreo (Diksterhuis, 1949; Huss et al., 1986; Borrelli & Oliva, 2001). Partiendo de una situación sin disturbios o también llamada clímax. Así, se definen cuatro grupos de especies que posteriormente se ordenan en un gradiente de pastoreo según su contribución relativa en la comunidad. De acuerdo a la respuesta al pastoreo las especies se agrupan en Decrecientes, Crecientes – Decrecientes, Crecientes – Crecientes y por último las Invasoras.

Las Decrecientes son aquellas especies que integran la comunidad original o clímax y que decrecen frente al pastoreo porque en general son apetecidas por el ganado y carecen de mecanismos de tolerancia o evasión. Las especies Crecientes – Crecientes también forman parte de la comunidad original o clímax y también son apetecidas por el ganado pero poseen cierta tolerancia al pastoreo que les permite crecer en importancia dentro de la comunidad hasta una cierta presión de pastoreo a partir de la cual son afectadas y decrecen. Las especies Crecientes – Crecientes que al igual que las anteriores forman parte de la comunidad original pero son poco apetecidas por el ganado o directamente no son consumidas y crecen en importancia dentro de la comunidad conforme aumenta la presión de pastoreo. Por último, las especies Invasoras, que no estaban en la comunidad original y aparecen cuando el

disturbio por pastoreo ya es evidente y las especies consumidas por el ganado comienzan a desaparecer dentro de la comunidad, dejando ventanas de relajación competitiva (Milchunas et al., 1988) que son aprovechadas por estas especies para establecerse y en muchos casos dominar en la comunidad.

Para esta investigación, teniendo en cuenta la preferencia del ganado por las distintas especies que integran las comunidades de los sitios estudiados (Quispe, 2013; Jiménez et al., 2015) y los conocimientos relevados de los productores de la zona, se clasificaron las especies dentro de los grupos mencionados precedentemente y su importancia relativa se graficó teniendo en cuenta la presión de pastoreo de cada sitio (figura 3.4.3).

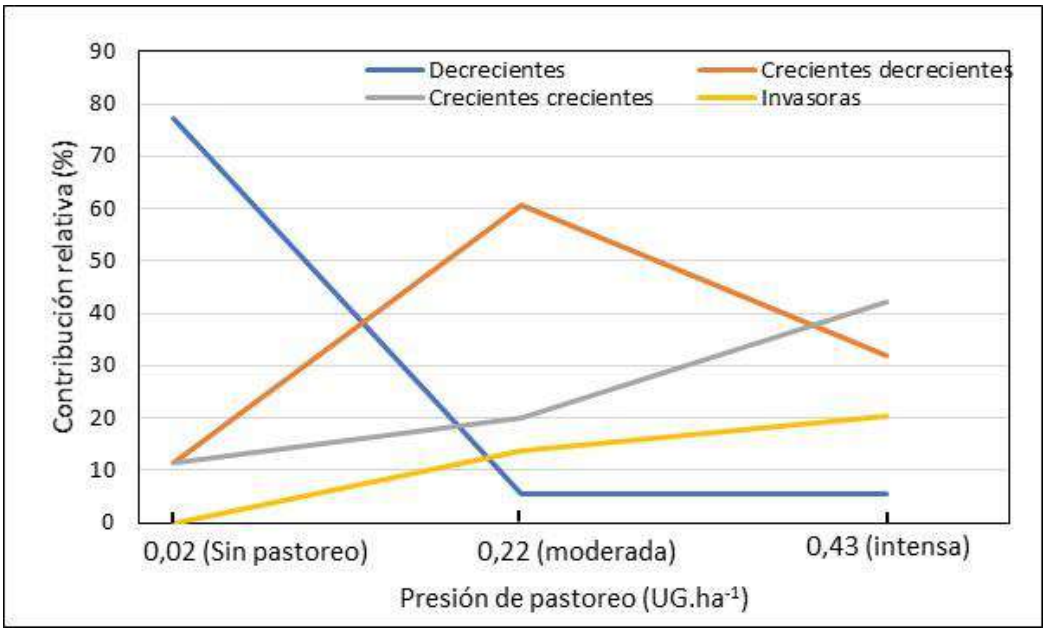


Figura 3.4.3. Proporción de especies con distinta respuesta al pastoreo en un gradiente de presión de pastoreo representado por los tres sitios: Sin pastoreo (Sitio 1), Pastoreo moderado (Sitio 2) y Pastoreo intenso (Sitio 3).

En las áreas de bosque montano estudiadas, en el Sitio 1 las especies Decrecientes poseen la mayor contribución relativa en cuanto a su abundancia – cobertura con 73,2 % y a su vez, en este sitio se encuentra el mayor número de estas especies. De un total de 196 especies, 155 fueron catalogadas como decrecientes frente al pastoreo por ganado doméstico, ya que una gran mayoría se encuentra solamente en este sitio y otras, que también se encuentran en los otros sitios disminuyen notablemente sus valores de abundancia cobertura en los sitios con pastoreo. Así, en los Sitios 2 y 3 se observaron valores de contribución de alrededor de 5 %, con 28 y 26 especies respectivamente

En cuanto a la contribución de las especies Crecientes Decrecientes, en el Sitio 1 se observó un 11,3 % con 23 especies y luego, se destaca un notable incremento en la contribución relativa de abundancia cobertura hasta llegar a 60,6 % con 23 especies en el Sitio 2, y nuevamente disminuye en el Sitio 3 donde se observó un 31,9 % con 16 especies.

El grupo de las especies Crecientes - crecientes posee su menor contribución en el Cañón Anta, con 11,3 % y 18 especies, aumente en el Sitio 2 con 20,1% y 16 especies y en el Sitio 3 se observa la mayor contribución con 42,1 % y 18 especies.

Las especies consideradas Invasoras serían aquellas que están ausentes en el Sitio 1. En el Sitio 2 comienza a ser importante su contribución relativa en términos de abundancia cobertura con 13% que corresponde a 113 especies de un total de 180 para este sitio. Los mayores valores se observaron en el Sitio 3 con una contribución relativa de 20,3 % aportados por 77 especies de un total de 137. En otras palabras, el 62,97 % de las especies en el Sitio 2 serían invasoras y representan el 13% de la cobertura del sitio, mientras que en el Sitio 3 el 56 % de las especies son ajenas a la comunidad exenta de pastoreo y contribuyen con el 20,28 % a la cobertura total de la vegetación en ese lugar.

Esta dinámica de las especies a partir de una situación de clausura y dos situaciones de pastoreo, una moderada y la otra más intensa, y en coincidencia con los resultados de (Killeen, 1991) para pastizales de la región de Concepción al sur de Bolivia, muestra claramente que la acción de los herbívoros domésticos afecta notablemente la composición de la comunidad vegetal del bosque montano también ubicado en el sur de Bolivia. El cambio notable que se observa entre la situación de clausura y las situaciones de pastoreo es clave para aseverar que la mayoría de las especies prístinas de estas áreas carecen de adaptaciones o estrategias para tolerar el pastoreo por ganado doméstico y además, que el tipo de pastoreo que se lleva adelante en estas áreas no es para nada adecuado para la conservación de las especies de estos bosques.

CAPITULO 4.

4.1. CONSIDERACIONES FINALES

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación se pueden identificar importantes modificaciones tanto en la estructura como en la composición de las comunidades del bosque montano que podrían atribuirse a la acción del pastoreo descontrolado del ganado doméstico.

Con respecto a las propiedades edáficas en los sitios evaluados y desde un punto de vista general, las diferencias texturales encontradas entre los suelos de los tres sitios de muestreo pueden ser atribuidas a distintos procesos pedogenéticos asociados en muchos casos a diferentes situaciones topográficas. Es evidente que el pastoreo no tiene un efecto directo sobre estos procesos pero en algunos casos puede contribuir a mayores deposiciones de materiales finos tipo limo y arcilla al disminuir la cobertura vegetal sobre el suelo y mediante el pisoteo que facilita el posterior trasporte desde laderas y zonas más altas hacia las zonas planas más bajas, fenómeno muy notable en la época de lluvias. Esto ocasiona en muchos casos una redistribución de la MO del suelo asociada a menores coberturas por efecto del pastoreo y a las escorrentías superficiales. Con respecto a la DA, si bien no se observó una relación directa con los contenidos de L+A, los mayores valores registrados estuvieron siempre asociados con los sitios pastoreados, en especial con la mayor presión de pastoreo.

En este trabajo, la composición florística y la estructura de las comunidades son los principales indicadores de la degradación de la vegetación ya que por una parte, la presencia de grupos florísticos exclusivos en del Sitio 1 donde el pastoreo por ganado domestico es inexistente y la presencia de otros grupos florísticos que también se encuentran en el Sitio 2 con presión de pastoreo moderado, es una clara evidencia de la acción del pastoreo por el ganado domestico sobre las comunidades vegetales de estos bosques. Por otra parte, la presencia de los herbívoros en los momentos en que se produce la regeneración de las especies leñosas y la presión de pastoreo sobre algunas de ellas, constituye una clara presión en la dinámica de estas especies y sobre la estructura de las comunidades vegetales. Estos cambios provocados por el simple hecho del consumo de las plántulas de algunas especies leñosas de estos bosques tienen consecuencias sobre los distintos procesos biológicos, físicos y químicos y hasta económicos que se darían en forma natural en ausencia de los herbívoros domésticos. Un claro ejemplo lo constituye la baja diversidad específica en los estratos intermedios e inferiores debido a la ausencia de individuos de algunas

especies arbóreas características del bosque montano como por ejemplo *Gallesia integrifolia*, *Parapiptadenia* cf. *excelsa*, *Anadenanthera colubrina*, *Inga marginata*, *Coccoloba tiliácea*, *Juglans australis*, *Astronium urundeuva*, *Cedrela saltensis* y la predominancia casi absoluta de especies herbáceas de bajo porte y de escaso valor forrajero como es el caso de *Pristimera andina*, mora hoja trifoliada (indeterminada), *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Brunfelsia aust*ralis y *Cestrum* sp., en los sitios con mayor presión de pastoreo.

Desde el punto de vista productivo, cuando se cuantifican las especies preferidas por el ganado, las intermedias y las no preferidas en cada uno de los tres sitios estudiados en este trabajo, se observa una clara tendencia negativa en la condición del estrato graminoso herbáceo conforme aumenta la presión de pastoreo y la historia de uso ganadero. Los dos extremos de este gradiente son bien notorios, en el Sitio 1 sin pastoreo por ganado doméstico predominan especies consideradas buenas forrajeras y preferidas por el ganado. Mientras tanto, en el otro extremo del gradiente, en el Sitio 3 con larga historia de uso y alta presión de pastoreo se observa una predominancia de los grupos florísticos catalogados como no preferidas o de baja calidad forrajera. El Sitio 2, con historia de uso y presión de pastoreo moderada se encuentra en una situación intermedia en cuanto a los grupos florísticos con predominancia de especies preferidas y no preferidas. El cambio notable que se observa entre la situación de clausura y las situaciones de pastoreo es clave para aseverar que la mayoría de las especies prístinas de estas áreas carecen de adaptaciones o estrategias para tolerar el pastoreo por ganado doméstico y además, que el tipo de pastoreo que se lleva adelante en estas áreas no es para nada adecuado para la conservación de las especies de estos bosques.

Teniendo en cuenta estos resultados, es de suma importancia pensar y diseñar estrategias de manejo acorde a la composición florística y la estructura de estos bosques con el objeto de recuperar y conservar especies de buen valor forrajero. Es bien sabido que el pastoreo continuo es uno de los principales disturbios con consecuencias marcadamente negativas sobre la composición y producción de estas áreas. Por lo tanto toda estrategia de manejo debe evitar este tipo de pastoreo y reemplazarlo por pastoreos rotativos en distintos momentos del año. Los alambrados eléctricos y los paneles solares son herramientas de gran utilidad al momento de diseñar manejos del pastoreo que contemplen los distintos estados fenológicos de las especies del pastizal y los momentos de reclutamiento de las especies arbóreas de interés para estos bosques.

5. BIBLIOGRAFÍA

AGRECOL. 2006. Estudio desarrollo agropecuario sostenible en el Chaco Boliviano: Problemas , tendencias , potenciales y experiencias. Cochabamba, Bolivia. 149 pp.

Angulo S. & D.I.Rumiz. 2009. Percepciones sobre el manejo de la ganadería y su interacción con la fauna en el sudoeste del Parque Kaa-Iya (Municipio de Charagua) Perceptions about cattle management and its interactions with wildlife in the southwest of Kaa-Iya Park (Charagua Munic, *25*, 69–77.

Belsky A.J. 1986. Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. *American Naturalist*, 127: 870–892.

Bisigato A.J. 2000. Dinámica de la vegetación en áreas pastoreadas del extremo austral de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Borrelli P. & G. Oliva. 2001. Evaluación de pastizales. In P. Borrelli & G. Oliva (Eds.), *Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de Manejo Extensivo.* (p. 269). INTA EEA SANTA CRUZ. Convenio INTA-UNPA-CAP. Río Gallegos - Santa Cruz, Argentina.

Borrelli P., G. Oliva, A. Cibils, P. Rial & L. González. 2001. Efectos de los animales sobre los pastizales. En: Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de Manejo Extensivo. (Borrelli P. & G. Oliva. Eds.) (p. 269). INTA EEA SANTA CRUZ. Convenio INTA- UNPA-CAP. Río Gallegos - Santa Cruz – Argentina.

Brassiolo M., D.P. Gonzalez & M.H. Zárate. 2008. Reacción del estrato arbustivo a diferentes intervenciones y presencia de ganado vacuno, en el Chaco Semiárido. *Quebracho*, *16*(4200), 51–61.

Braun-Blanquet J. 1972. Plant Sociology: the Study of Plant Communities. (Transl. by G.D. Fuller and H.S. Conard). Similar a la edición de 1932. Hafner, New York. 439 pp.

Bucher E.H. 1987. Herbivory in Arid and Semiarid Regions of Argentina. *Rev. Chil. Hist.Natural.*, 60: 265–273.

Choque R.B. 2011. Caracterización de la actividad ganadera bovina y su influencia en la vegetación de la comunidad de Potreros, municipio de Villa Serrano del PN y ANMI Serranía del Iñao, Chuquisaca, Bolivia. Tesis de licenciatura, Ingeniería en Recursos Naturales. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Collins S.L. 1987. Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology*, 68:1243–1250.

Coronado V. 2014. Condiciones de los suelos en una cronosecuencia de bosques móntanos secundarios en la comunidad Zapallar. Universaidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, Argentina.

De la Orden E.A., A. Quiroga, D. Ribera & M.C. Morláns. 2006. Efecto del sobrepastoreo en un pastizal de altura. Cumbres de Humaya. Catamarca. Argentina. *Revista Ecosistemas*, *15*(3), 142–147.

De Vivo M. & A.P. Carmignotto. 2004. Holocene vegetation change and the mammal faunas of South America and Africa. *Revista de Biogeografía*, *31*, 943–957.

Di Rienzo J.A., F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C.W. Robledo. 2014. InfoStat, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

Diksterhuis E.J. 1949. Condition and management of rangeland based on quantitative ecology. *J. Range. Manage*, *2*, 104–105.

Distel R.A. 2016. Grazing ecology and the conservation of the Caldenal rangelands, Argentina. *Journal of Arid Environments*, *134*, 49–55.

Estelrich H.D., C.C. Chirino, E. Morici & B. Fernandez. 2005. Dinámica de áreas naturales cubiertas por bosque y pastizal en la Región semiárida central de la Argentina . Modelo conceptual (pp. 351–364).

FAO. 2005. La ganadería extensiva destruye los bosques tropicales en Latinoamérica. Retrieved from http://www.fao.org/Newsroom/es/news/2005/102924/index.html

FAO. 2007. *Sistemas tropicales de agricultura-ganaderae en la agricultura de conservación la experiencia en Brazil* (p. 109). Roma, Italia. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=SNjJxaXstSIC&oi=fnd&pg=PR9&dq=Sistemas+tropicales+de+agricultura-ganader%C3%ADa+en+la+agricultura+de+conservaci%C3%B3n+La+experiencia+en+Brasil&ots=so5b3o5w86&sig=gSdOlMIsty5HCCkuqa7ysYhKzfc

FAO. 2009. La larga sombra del ganado. Roma, Italia. 429 pp.

GMM. 2006. Plan de Desarrollo Municipal Monteagudo 2007 – 2011. Monteagudo, Bolivia. 159 pp.

GMP. 2001. Plan de Desarrollo Municipal Padilla 2001 - 2005. Padilla, Bolivia. 536 pp.

GMVS. 2006. Plan de Desarrollo Municipal Villa Serrano 2006 – 2010. Villa Serrano, Bolivia. 242 pp.

GMVVG. 2006. Plan de Desarrollo Municipal Villa Vaca Guzmán 2007 – 2011. Villa Vaca Guzmán, Bolivia. 136 pp.

Hansen N., M. Fertig & L. Tejera. 2009. Componentes de los sistemas silvopastoriles en bosques de ñire. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 2–5.

Harper J.L. 1997. Population biology of plants. London: Academic Press. 892 pp.

Huss D.L., A.E. Bernardon, D.L. Anderson & J.M. Brun. 1986. Principios de manejo de praderas naturales. INTA-FAO. 369 pp.

Ibisch P.L. & G. Mérida. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Santa Cruz, Bolivia. 638 pp.

Jansen A.E. 2007. Manejo del monte chaqueño para una ganadería sostenible experiencias del Chaco Boliviano. 46 pp.

Jiménez M., E. Portal & H.D. Estelrich. 2015. Plantas forrajeras nativas. IASA, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Bolvia. 191 pp.

Joaquín N. 2001. Lineas de investigacion en pasturas tropicales en el CIAT Bolivia. En M. Herrero, A. Ramírez, & N. Joaquín (Eds.), *Manejo y Evaluación de Pasturas Tropicales*. Santa Cruz, Bolivia. pp. 211–240.

Joaquín N. 2014. Experiencias en manejo de monte para una ganadería sostenible en el Chaco boliviano. En Primer encuentro internacional de la tuna para forraje como una medida de adaptación al cambio climático en Bolivia. Cochabamba, Bolivia. 40 pp.

Joaquín N. & C. Saravia. 1994. Informe técnico sobre identificación de la vegetación nativa del Chaco Chuquisaqueño. Estación Experimental del Chaco El Salvador, Corporación Regional de Desarrollo de Chuquisaca (CORDECH), Chuquisaca, Bolivia.

Killeen T.J. 1991. Effect of grasing on native gramineae in Concepción, Santa Cruz, Bolivia. *Tropical Grasslands*, 25: 12–19.

Lliully A. 2008. Contribución al conocimiento de las especies forrajeras del chaco Boliviano, PN y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Aguarague, Tarija - Bolivia. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

Loydi A. & R.A. Distel. 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología Austral 20:* 281–291.

Machaca A., L. Quevedo, N. Joaquin & E. Sandóval. 2010. Regeneracion natural de tres especies forestales forrajeras en dos sistemas de pastoreo en un bosque chaqueño. Santa Cruz, Bolivia. 46 pp

MANCHABOL. 2006. Plan de Ordenamiento Territorial Macroregional del Chaco Boliviano. La Paz, Bolivia. 249 pp.

Marquardt S., H. Alzérreca, E. Hillmann, F.D. Encinas, A.C. Mayer & M. Kreuzer. 2010. Seasonal variation in activity and habitat use of free-ranging cattle in southern Bolivian subtropical mountain forests. *Cuban Journal of Agricultural Science* 44(4): 347–352.

Marquardt S., S.G. Beck, F.D. Encinas, H. Alzérreca, M. Kreuzer & A.C. Mayer. 2010. Plant species selection by free-ranging cattle in southern Bolivian tropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology*, *26*, 583–593. https://doi.org/10.1017/S0266467410000428

Marquardt S., A. Marquez, H. Bouillot, S.G. Beck, A.C. Mayer, M. Kreuzer & H. Alzérreca. 2009. Intensity of browsing on trees and shrubs under experimental variation of cattle stocking densities in southern Bolivia. *Forest Ecology and Management 258:* 1422–1428. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.06.042

Milchunas D.G., O.E. Sala & W.Q. Lauenroth. 1988. A generalized of effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. The American Naturalist, 132: 87-106. *The American Naturalist*, 132: 87–106.

Molina S.I., G.R. Valladares, S. Gardner & M. Cabido. 1999. The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29–42.

Molina-Guerra V.M., M. Pando-Moreno, E. Alanís-Rodríguez, P.A. Canizales-Velázquez, H. Gonzáles & J. Jiménez-Perez. 2013. Composición y diversidad vegetal de dos sistemas de pastoreo en el matorral espinoso tamaulipeco del Noreste de México Vegetation composition and diversity in two grazing systems in the Tamaulipan thornscrub of northeast Mexico. *Rev. Mexicana Ciencias Pecuarias* 4 (2): 361–371.

Morici E., R. Ernst, A. Kin, D. Estelrich, M. Mazzola & S. Poey. 2003. Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Archivos de Zootecnia* 52: 59–66.

Mueller-Dumbois D. & H. Ellemberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley International Edition. 485 pp.

Nai-Bregaglio M., E. Pucheta & M. Cabido. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina from central Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural 75:* 613–623.

Oliva G., I. Noy-Meir & A. Cibils. 2001. Fundamentos de ecología de pastizales. En: Ganadería Ovina Sustentable en la Patagonia Austral: Tecnología de Manejo Extensivo. (Borrelli P. & G. Oliva, Eds.). INTA EEA SANTA CRUZ. Convenio INTA-UNPA-CAP. Río Gallegos - Santa Cruz – Argentina. 269 pp.

Orias J. 2014. Mapeo digital de la aptitud del suelo en san pedro del zapallar del PN-ANMI Serranía del Iñao, Chuquisaca – Bolivia. Universidad Nacional de la Pampa, Santa Rosa, Argentina.

Peñaranda J.A. 2010. Análisis multitemporal del cambio de cobertura forestal en una cronosecuencia de 20 años (1988-2008) mediante uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) en el PN y ANMI Serranía del Iñao del departamento de Chuquisaca. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

PROMETA & PCDSMA. 2001. Estudio de justificación para la creación del área protegida “Serranía del Iñao.” Sucre, Bolivia.

Quispe R. 2013. Relación de las especies forrajeras nativas preferidas por el ganado vacuno con el contenido nutricional y su disponibilidad dentro del bosque en la comunidad de Azero Norte del PN y ANMI - Serranía del Iñao. Universidad San Franciso Xavier de chuquisaca.

Rusch G.M. & M. Oesterheld. 1997. Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non grazed Pampas grassland. *Oikos* 78: 519–528.

Saravia C. 1995. Ganadería del Chaco Boliviano. 200 pp.

SERNAP. 2011. Plan de manejo del PN y ANMI Serranía del Iñao. Monteagudo, Bolivia. 265 pp.

Shannon C.E. & W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, IL, EEUU. 144 pp.

Taboada M.A. & C.R. Álvarez. 2008. Fertilidad física de los suelos. Universidad de Buenos Aires. Editorial Facultad de Agronomía 2da. Edición. Buenos Aires, Argentina. 272 pp.

Terán J. 1995. Sistema silvopastoril y leñosas forrajeras en el Monte Chaqueño Serrano de Chuquisaca. Sucre, Bolivia. 101 pp.

Vaca J.L. 2003. Análisis de dos sistemas de producción ecológica utilizando novillos nelore y criollo chaqueño en el área integrada de Santa Cruz - Bolivia. Universidad de Córdoba, Argentina.

Vaca J.L., T.P. Rojas & M.N. Virieux. 2002. Propuesta para la conservación y utilización del bovino criollo en el Chaco. *Arch. Zootec.* 51: 33–37.

Zamora M. 2006. Influencia de la ganadería trashumante y la apertura de claros en la supervivencia y el crecimiento de Cedrela lilloi en Tariquía, Bolivia. En Ecología y producción de cedro (género Cedrela) en las Yungas australes (Pacheco S. & A. Brown Eds.). Tucumán, Argentina. Retrieved from http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.200490137/abstract. 207 pp

Zárate R.F. 2009. Estudio de la actividad ganadera y regeneración natural de leñosas forrajeras de los bosques secos en el PN y ANMI Serranía del Iñao Comunidad Azero Norte. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

ZONISIG. 2000. Zonificación agroecológica y socioeconómica del departamento de chuquisaca. Sucre, Bolivia. 265 pp

ANEXOS

Anexo 1. Imágenes del Sitio 1 sin pastoreo por ganado bovino (Cañón Anta, Iripity).

Figura 1. Especies características del estrato 0.5 - 2 m con mayor abundancia – cobertura de *Stromanthe boliviana* y *Justicia oranensis.*

Figura

2. Especies características del estrato 0.5 - 2 m con mayor abundancia – cobertura de *Olyra fasciculata*.

Figura 3. Especies características del estrato > 0.5 m con mayor abundancia – cobertura de *Oplismenus hirtellus* y *Panicum trichanthum.*

Figura 4. Especies características del estrato < 0.5 m con mayor abundancia – cobertura de *Selaginella sulcata*.

Anexo 2. Imágenes del Sitio 2, con pastoreo moderado (Doña Hilda, Cañón Naranjitos, Iripity)

Figura 5. Monte de ramoneo, en el estrato 0.5 - 2 m con mayor abundancia – cobertura de ramoneo (*Justicia oranensis*).

Figura 6. Monte de ramoneo en el estrato menor 0.5 - 2 m, mayor abundancia cobertura de bejuco no forrajero (*Pristimera andina).*

Figura 7. Estrato mayor a > 2 m con una mayor frecuencia de bejuco no forrajero (*Pristimera andina).*

Figura 7. En el fondo árboles emergentes (25 m) característicos del sistema silvopastoril en bosques nativos; *Nectandra angusta, Gallesia integrifolia, Anadenanthera colubrina, Piptadenia, Caesalpinia pluviosa, Myroxylon peruiferum, Astronium urundeuva y Parapiptadenia excelsa.*

Anexo 3. Imágenes del Sitio 3, con pastoreo intenso (Don Gómez, Cañón Los Trojes, Iripity).

Figura 8. Monte de ramoneo, especies características del estrato < 0.5 m con una alta abundancia cobertura de *Justicia oranensis, Hybanthus atropurpureus* y *Pristimera andina.*

Figura 8. Monte de ramoneo con especies características del estrato de 2 a 8 m *Pristimera andina y Dasyphyllum vagans.*

Figura 9. Monte de ramoneo, especies características en el estrato superior > 5 m *Anadenanthera colubrina, Myroxylon peruiferum, Gallesia integrifolia, Caesalpinia pluviosa, Machaerium scleroxylon, Enterolobium contortisiliquum y Piptadenia*.

Figura 9. Regeneración natural de camba chari (*Piptadenia sp.*) gracias a la estratificación por el ganado bovino en el monte de ramoneo.